

**CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO PER L'ACQUISIZIONE DI SERVIZI  
di**

**"Analisi di modelli di manutenzione preventiva per un impianto geotermico"**

**CIG: Z7622AFF2D - CUP: D52C15001580009**

**Art. 1 - Oggetto dell'appalto – Specifiche tecniche**

L'appalto ha per oggetto l'affidamento dei servizi di **"Analisi di modelli di manutenzione preventiva per un impianto geotermico"**.

**Specifiche tecniche:**

L'attività si inserisce nel contesto del progetto SmartGeo approvato dalla Regione Toscana (POR FESR 2014-2020), la cui sintesi si trova nell'**ALLEGATO 1**, parte integrante del presente capitolato.

La fornitura del servizio consisterà nell'assistenza continuativa dell'attività di R&S del progetto SmartGeo e specificatamente degli Obiettivi Operativi 2 e 5 (cfr **ALLEGATO 2**, parte integrante del presente capitolato).

La quantificazione temporale, determinata come limite massimo impiegabile, delle attività è la seguente:

- Obiettivo operativo 2: 68 giorni/uomo per le attività:
  - D2.1; D2.2; D2.3; D2.4; D2.5,
- Obiettivo operativo 5: 15 giorni/uomo per l'attività:
  - D5.3

Per lo svolgimento delle attività indicate, sono richieste 3 persone di adeguato profilo tecnico-scientifico, il cui curriculum costituirà criterio di valutazione dell’offerta, come indicato nel successivo Art 4.

### **Art. 2 Durata del contratto e termini dell’appalto**

Il contratto avrà una durata pari a 8 mesi a partire dalla data del verbale di avvio dell’esecuzione del servizio e comunque fino a completamento degli obiettivi sopra richiamati che devono essere raggiunti entro e non oltre il 31/12/2018.

In merito agli eventuali ritardi nell’esecuzione rispetto alle prescrizioni contrattuali, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo rispetto al termine generale per la conclusione delle attività previste, il responsabile del procedimento applica una penale pari a € 50,00 giornalieri.

Qualora il contratto preveda l’esecuzione articolata in più parti, in caso di ritardo rispetto ai termini di una o più di tali parti le penali di cui al comma precedente si applicano ai rispettivi importi.

Qualora il ritardo nell’adempimento determini un importo massimo della penale superiore al 10% dell’importo contrattuale il responsabile del procedimento propone all’organo competente la risoluzione del contratto per grave inadempimento ai sensi dell’art. 20 del presente capitolo.

Le penalità sono comunicate all’operatore economico in via amministrativa mediante notifica a mezzo PEC, restando escluso qualsiasi avviso di costituzione in mora ed ogni atto o procedimento giudiziale.

### **Art. 3 Ammontare dell’appalto – valore totale dell’appalto**

L'importo a base della procedura negoziata è di **€ 29.500,00** oltre IVA. Il prezzo sopraindicato si ritiene comprensivo di ogni prestazione richiesta per l'effettuazione del presente appalto.

Gli oneri per la sicurezza e per interferenza sono pari a zero sulla base della natura del servizio che riguarda i servizi di gestione e di supporto per il funzionamento ordinario dei laboratori.

#### **Art. 4 Criteri di aggiudicazione dell'appalto**

La valutazione delle offerte sarà di tipo comparativo e si baserà sui seguenti elementi (totale 100 punti):

- 40 punti: Adeguatezza del curriculum scientifico di almeno 3 persone che lavoreranno nel progetto, valutata in termini di pubblicazioni scientifiche (20 punti) e di adeguatezza alla tematica (20 punti).
- 40 punti: Collaborazioni pregresse con istituti universitarie con adeguata documentazione
- 20 punti: Prezzo

#### **Art. 5 - Condizioni generali e particolari - norme regolatrici dell'appalto**

Per l'attuazione del presente appalto si fa espresso riferimento a tutte le disposizioni legislative e regolamentari, tecniche e procedurali, che disciplinano l'esecuzione dei contratti pubblici e in particolare, per quanto attiene agli aspetti procedurali:

- il D.lgs. n. 50/2016 “Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia

di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture” (G.U. n. 91 del 19 aprile 2016)”

- il D.lgs. n. 81/2008 “Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- la L. 136/2010 “norme in materia di tracciabilità dei flussi finanziari”;

La presentazione dell'offerta da parte degli operatori economici partecipanti equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza della vigente normativa e di incondizionata loro accettazione, nonché alla completa accettazione del presente Capitolato.

#### **Art. 6 Ordine di prevalenza delle norme contrattuali**

In caso di discordanza tra le norme legislative e regolamentari, quelle contenute nel contratto e quelle contenute negli altri documenti ed elaborati progettuali dallo stesso richiamati, si osserverà il seguente ordine di prevalenza:

- 1) norme legislative e regolamentari cogenti di carattere generale;
- 2) contratto di appalto stipulato in forma pubblica;
- 3) documenti ed elaborati allegati al presente appalto.

#### **Art. 7 Responsabile del Procedimento e Direttore dell'esecuzione del contratto**

Le funzioni di "Responsabile del Procedimento" verranno svolte dal prof. Benedetto Allotta – Direttore del Dipartimento di Ingegneria Industriale – e-mail [benedetto.allotta@unifi.it](mailto:benedetto.allotta@unifi.it) ai sensi degli artt. 9 e 10 del Regolamento. Il Prof. Mario Tucci Responsabile scientifico del Progetto SMARTGEO svolge le funzioni di direttore dell'esecuzione del contratto.

#### **Art. 8 Responsabile dell'appalto**

Prima dell'avvio dell'esecuzione del contratto, l'operatore economico affidatario ha l'obbligo di indicare per iscritto, alla stazione appaltante il nominativo

dell’incaricato di responsabile dell’appalto, che deve essere dipendente dell’operatore economico affidatario. Detto responsabile costituirà il referente principale per la stazione appaltante: pertanto deve essere presente e reperibile, ogni giorno non festivo, dalle ore 9:00 alle ore 19:00. A tale scopo l’operatore economico affidatario, oltre al nominativo, dovrà fornire specifica indicazione di reperibilità. Inoltre l’operatore economico aggiudicatario, entro 30 giorni dall’aggiudicazione, dovrà trasmettere alla stazione appaltante, tramite PEC, i nominativi del personale che sarà coinvolto e relativi curricula vitae, specificando le mansioni cui ciascuna unità di personale sarà destinata. Non è necessario l’invio dei curricula riferiti ai nominativi già menzionati nell’offerta tecnica. In caso di cambiamenti o modifiche tali comunicazioni dovranno essere tempestivamente trasmesse con le medesime modalità; il Committente, sulla base delle informazioni pervenute, si riserva la facoltà di esprimere un parere vincolante sul personale proposto per il servizio.

#### **Art. 9 Subappalto**

In considerazione dell’oggetto dell’appalto è fatto divieto di subappaltare le attività.

#### **Art. 10 Garanzie, danni e assicurazione obbligatoria**

L’operatore economico aggiudicatario dovrà fare in modo di mantenere indenne la stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione del contratto oggetto del presente capitolato, nonché dai rischi di responsabilità civile per danni a terzi.

#### **Art. 11 Assicurazioni obbligatorie del personale**

Tutto il personale impiegato dall’operatore economico aggiudicatario dovrà risultare regolarmente assunto e assicurato a norma di legge nonché dotato di mezzi propri per la realizzazione dell’attività oggetto dell’appalto.

## **Art. 12 Pagamenti - Contabilizzazione e liquidazione dell'importo dovuto**

All'operatore economico aggiudicatario sarà corrisposto l'importo pattuito previa presentazione di idonea fattura elettronica e previa valutazione positiva del servizio reso da parte del Responsabile del progetto e del RUP di cui all'art. 17 del presente capitolato.

La fattura dovrà pervenire, mediante Sistema di Interscambio, intestata a: Università degli Studi di Firenze Dipartimento di Ingegneria Industriale, via di Santa Marta, 3 – 50139 – Firenze. Italia. P.iva 01279680480.

Le fatture dovranno riportare i seguenti dati:

- Codice univoco **QQLDAU**
- CIG e CUP nei casi previsti;

E' vietata qualunque anticipazione del prezzo.

## **Art. 14 Tracciabilità dei flussi finanziari**

In attuazione dell'art. 3 della legge 136 del 13 agosto 2010, al fine di assicurare la tracciabilità dei flussi finanziari, l'operatore economico aggiudicatario dovrà comunicare entro il termine perentorio di 7 giorni dalla richiesta gli estremi identificativi di uno o più conti correnti bancari o postali, accesi presso banche o presso la società Poste Italiane SpA, dedicati, anche non in via esclusiva all'appalto oggetto delle presente capitolo; dovrà altresì comunicare le generalità e il codice fiscale delle persone delegate a operare su di essi. I pagamenti saranno effettuati esclusivamente mediante bonifico bancario o postale che dovrà riportare, in relazione a ciascuna transazione, il codice CIG e/o CUP.

## **Art. 15 Varianti - revisione dei prezzi**

Nessuna variazione o modifica può essere introdotta dall'esecutore a meno che non sia stata preventivamente approvata dalla stazione appaltante

La stazione appaltante potrà altresì deliberare l'apposizione di variazioni ai contratti stipulati nei seguenti casi:

- a) per esigenze derivanti da sopravvenute disposizioni legislative e regolamentari;
- b) per cause impreviste e imprevedibili accertate dal responsabile del procedimento.

Sono inoltre ammesse, nell'esclusivo interesse della stazione appaltante, le varianti, in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento o alla migliore funzionalità delle prestazioni oggetto del contratto, a condizione che tali varianti non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto.

Non sarà ammessa la revisione dei prezzi: i prezzi stabiliti resteranno impegnativi per l'intera durata dell'appalto.

#### **art. 16 Sospensioni**

Qualora circostanze particolari impediscano temporaneamente la regolare esecuzione delle prestazioni oggetto del contratto, il direttore dell'esecuzione ne ordina la sospensione, indicando le ragioni e l'imputabilità delle medesime.

#### **Art. 17 Regolare esecuzione**

Al termine delle prestazioni un'attestazione di regolare esecuzione sarà emessa dal RUP/direttore dell'esecuzione.

#### **Art. 18 - Cessione del contratto**

Non è ammessa la cessione del contratto.

In ogni caso, le cessioni di azienda e gli atti di trasformazione, fusione e scissione relativi al soggetto esecutore non avranno effetto nei confronti della stazione appaltante fino a che il cessionario, ovvero il soggetto risultante dall'avvenuta trasformazione, fusione o scissione, non abbia proceduto nei confronti di essa alle comunicazioni previste dall'art. 1 del decreto del Presidente del Consiglio dei ministri n. 187/97, e non abbia documentato il possesso dei requisiti di qualificazione previsti dalla presente procedura.

Nei sessanta giorni successivi la stazione appaltante potrà opporsi al subentro del nuovo soggetto nella titolarità del contratto laddove, in relazione alle comunicazioni di cui sopra non sussistano i requisiti di cui all'articolo 10-sexies della L. n. 575/65. Il mancato rispetto delle disposizioni del presente articolo comporta la risoluzione ipso jure del contratto, con escusione della garanzia prestata e salvo il diritto al risarcimento del danno a favore della stazione appaltante.

#### **Art. 19 Cessione del credito**

E' vietato cedere in tutto o in parte i crediti derivanti dall'avvenuta esecuzione dell'appalto, senza l'espressa autorizzazione preventiva della stazione appaltante. Nel caso in cui l'impresa intenda avvalersi della cessione del credito, si applica quanto previsto dall'art. 106 comma 13 del D. Lgs. n. 50/2016. In particolare, ai fini dell'opponibilità alla Stazione Appaltante, la cessione deve essere stipulata mediante atto pubblico o scrittura privata autenticata e notificata alla Stazione Appaltante.

La cessione diviene efficace qualora la Stazione Appaltante non la rifiuti con comunicazione da notificare al cedente e al cessionario entro 15 gg. dalla notifica dell'atto.

#### **Art. 20 Cause di risoluzione del contratto- recesso**

In caso di gravi inadempimenti alle obbligazioni contrattuali da parte dell'affidatario o di ritardi da parte di questi per negligenza rispetto alle previsioni del contratto la stazione appaltante potrà risolvere il contratto a mente di commi 3 e 4 dell'art. 108 del d.lgs. n. 50/2016 ed incamerare la cauzione definitiva ai sensi dell'art. 103 del menzionato decreto; La stazione appaltante ha parimenti facoltà di recedere dal contratto ai sensi dell'art. 109 del citato decreto legislativo

A seguito della risoluzione contrattuale l'operatore economico aggiudicatario avrà diritto soltanto al pagamento delle prestazioni regolarmente eseguite, decurtato degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto.

#### **Art. 21 Foro di competenza ed esclusione clausola compromissoria**

Tutte le controversie che dovessero insorgere relativamente all'esecuzione ed interpretazione del contratto potranno essere risolte con ricorso all'accordo bonario o transazione

Ove non si proceda all'accordo bonario, la definizione di tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto è devoluta all'autorità giudiziaria competente presso il Foro di Firenze.

È esclusa la clausola compromissoria.

#### **Art. 22 Spese di contratto e oneri fiscali**

Sono a carico esclusivo dell'appaltatore, senza alcun diritto di rivalsa nei confronti della Stazione appaltante, tutte le spese di bollo e registro, della copia del contratto, nonché tutti gli oneri inerenti e conseguenti alla stipulazione e registrazione del contratto di appalto, compresi quelli tributari.

A carico esclusivo dell'operatore economico aggiudicatario restano, altresì, le imposte e in genere qualsiasi onere, che, direttamente o indirettamente, nel presente

o nel futuro, abbia a gravare sull'esecuzione oggetto dell'appalto. L'imposta sul valore aggiunto è regolata come per legge.

### **Art. 23 Affidamento dell'appalto**

L'affidamento verrà perfezionato mediante Buono d'Ordine, previa verifica della sussistenza dei requisiti di cui all'art.80 del D.lgs 50/2016.

### **Art. 24 Riservatezza**

Ai sensi dell'art. 11 D.lgs. 196/2003, si informa che tutti i dati forniti dai partecipanti alla presente procedura saranno raccolti, registrati, organizzati e conservati, per le finalità di gestione della stessa e saranno trattati mediante supporto sia cartaceo, sia magnetico, anche successivamente all'eventuale instaurazione del rapporto contrattuale, per le finalità del rapporto medesimo. Il conferimento dei dati è un onere, pena l'esclusione dalla gara. L'interessato gode dei diritti di cui all'art. 13 del citato decreto, tra i quali figura il diritto di accesso ai dati che lo riguardano ed il diritto ad opporsi al loro trattamento per motivi legittimi. Tali diritti possono essere fatti valere nei confronti della stazione appaltante.

L'operatore economico aggiudicatario è altresì tenuta ad adottare tutte le misure atte a garantire il trattamento dei dati personali nonché i diritti delle persone fisiche e degli altri soggetti secondo quanto stabilito dal d.lgs. 196/2003.

L'operatore economico aggiudicatario dovrà comunicare per iscritto, prima della stipula del contratto, gli incaricati del trattamento dei dati dell'Amministrazione.

L'operatore economico aggiudicatario si impegna a comunicare tempestivamente ogni variazione relativa agli incaricati del trattamento.

L'operatore economico aggiudicatario non potrà divulgare, comunicare o diffondere i dati dalla stessa acquisiti in ragione della attività di cui è aggiudicataria, né altrimenti

utilizzarli per la promozione e la commercializzazione dei propri servizi. Gli unici trattamenti ammessi sono quelli previsti e disciplinati dal bando di gara e dai documenti contrattuali.

#### **Art. 25 Patto di integrità**

Ciascun concorrente si impegna a conformare i propri comportamenti ai principi di lealtà, trasparenza e correttezza e a segnalare all'ente appaltante qualsiasi tentativo di turbativa, irregolarità o distorsione nelle fasi di svolgimento della procedura e/o durante l'esecuzione dei contratti, da parte di ogni interessato o addetto o di chiunque possa influenzare le decisioni relative alla gara in oggetto. L'operatore economico si impegna a rendere noti, su richiesta dell'ente appaltante, tutti i pagamenti eseguiti e riguardanti il contratto eventualmente assegnato a seguito della gara in oggetto inclusi quelli eseguiti a favore di intermediari e consulenti. Il soggetto concorrente accetta che nel caso di mancato rispetto degli impegni anticorruzione assunti potranno essere applicate le seguenti sanzioni:

- risoluzione o perdita del contratto;
- mancato rilascio del certificato di regolare esecuzione;
- esclusione del concorrente dalle gare indette dall'Università degli Studi di Firenze per cinque anni;
- risarcimento del danno arrecato all'Università degli Studi di Firenze.

Allegati:

ALLEGATO 1 – Sintesi del Progetto SmartGeo

ALLEGATO 2 – Obiettivi operativi

# ALLEGATO 1

## SEZIONE 3: DESCRIZIONE DEL PROGETTO

### Idea alla base del progetto

Il progetto riguarda lo sviluppo e la dimostrazione di un sistema avanzato di diagnostica predittiva, integrato e configurabile, di tutti i principali componenti di un impianto geotermico che permetta di: - Estendere l'attuale livello di monitoraggio a nuovi componenti e processi; - Monitorare on-line lo stato di salute/performance dell'impianto e dei suoi sotto-sistemi; - Riconoscere in anticipo possibili guasti; - Aggregare diverse tipologie di informazioni strutturate (ad esempio i dati di processo) e non strutturate (come gli ordini di manutenzione); - Dotare gli operatori e i responsabili di esercizio e manutenzione di sistemi di analisi e di supporto alle decisioni per l'ottimizzazione dell'intero parco. Il sistema sarà dimostrato attraverso l'implementazione di un primo pilota su una centrale geotermica da 20MWe e sarà esteso a tutte le sezioni di impianto (pozzi, rete acqua/vapore, isola di potenza, impianto AMIS per abbattimento delle emissioni di mercurio/idrogeno solforato).

### Stato dell'arte

Descrizione delle conoscenze e delle tecnologie nello specifico settore produttivo o ambito applicativo di interesse e dell'eventuale avanzamento tecnologico della proposta progettuale rispetto allo stadio di sviluppo raggiunto dalle capacità tecniche relative a prodotti e processi contenute nel Progetto proposto. La potenza geotermica netta installata in Toscana è pari a 723 MWe, con una produzione elettrica annua di oltre 5300 GWh (superiore al 26% dei consumi di elettricità della Regione). Sul territorio regionale sono presenti 33 centrali gestite con un unico posto di teleconduzione e raggruppate in quattro aree geotermiche (Larderello, Lago, Radicondoli e Piancastagnaio) nelle province di Pisa, Siena e Grosseto. L'automazione e la sensoristica attualmente presenti sugli impianti hanno portato alla disponibilità di grandi quantità di dati generati in tempo reale cui si associano archivi storici pluriennali. Tuttavia l'utilizzo di queste informazioni è oggi parziale. L'analisi delle performance e dello stato di impianto, infatti, si basa su approcci di primo livello: sistemi di controllo e supervisione, sistemi di archiviazione storica, set di analisi di dati storici, per lo più basati su soglie di accettabilità ricavate grazie all'esperienza degli operatori, sistemi di diagnostica specifici solo per alcuni macchinari (es. analisi vibrazioni turbina e alternatore). L'attuale livello di sensorizzazione degli impianti ha ampi margini di miglioramento in quanto, data la complessità del fluido geotermico, i sistemi di misura commercialmente disponibili non sempre garantiscono la piena affidabilità e richiedono elevati costi di manutenzione; inoltre, a causa dell'elevata dispersione geografica degli impianti, molti componenti minori, ma importanti ai fini delle performance, non sono strumentati per l'alto costo associato. Quanto sopra comporta: • una valutazione non ottimale delle performance di impianto e, conseguentemente, un esercizio degli impianti non ottimizzato; • un approccio alla manutenzione di tipo programmato e su condizione, con un elevato costo associato. I sistemi commerciali di analisi performance e diagnostica non sono direttamente applicabili a realtà specifiche come quella della geotermia e richiedono ulteriori sviluppi. Essi sono, infatti, per lo più basati su approcci di tipo standard (es. sistemi esperti, modelli fisici) o su modelli "statistici" limitati a certe tipologie di macchinari/processi e con costi elevati. Sotto il termine "Prognostic and Health Management" e "Machine learning" (ML), negli ultimi anni i laboratori scientifici hanno prodotto metodologie e modelli, fra i quali sono di rilevante interesse le reti inferenziali Bayesiane che combinano la probabilità che un componente/sistema si trovi in determinate condizioni di funzionamento con l'osservazione di parametri rilevati da molteplicità di sensori, fornendo una stima in real-time dello stato di salute del componente/sistema osservato. Affinchè tali strumenti, o altri analoghi basati su Probabilistic Relational Networks, possano dare il massimo risultato in termini di diagnostica dello stato di salute e prognostica della vita utile del componente, è necessario sviluppare una conoscenza a priori del comportamento affidabilistico dello stesso, probabilmente in funzione delle condizioni di stress di impiego, implementando funzioni in grado di stimarne la vita residua sulla base della storia di esercizio. I modelli di letteratura non possono essere direttamente impiegati sul campo e necessitano di selezione, messa a punto e taratura sul componente. In molti casi è necessario sviluppare nuovi modelli ad-hoc. In particolare la geotermia pone delle sfide ai sistemi di ML e Prognostica nel trattamento dei dati anomali, nella gestione delle ridondanze delle variabili, nella mancanza di caratterizzazione statistica delle stesse e nella gestione di relazioni complesse tra i dati. L'applicazione di reti di sensori wireless rappresenta un'interessante soluzione per estendere la strumentazione, contenendo i costi. Nonostante esse siano già tecnologia matura, la loro applicazione agli impianti industriali non è scontata per via delle condizioni ambientali in cui i sensori devono operare (es. connettività punto-punto con ostacoli metallici, aggressività chimica)

Obiettivo del progetto: realizzare un'innovazione finalizzata a

- mantenimento e consolidamento del ruolo dell'impresa nel mercato;
- sviluppo di nuove opportunità di mercato;
- incremento di produttività;
- altro (descrivere)

### Obiettivo del progetto

Devono emergere i benefici del Progetto attraverso l'individuazione di obiettivi chiari e misurabili. Il progetto in questione è finalizzato alla realizzazione di un sistema di diagnostica predittiva, con l'obiettivo di ampliare la capacità di analisi on-line e off-line dei sistemi e dei componenti dell'impianto geotermico (pozzi, reti vapore e impiantistica di centrale), prevenendo le possibili cause di inefficienza (come guasti, rotture e funzionamenti off-design), il tutto finalizzato ad incrementare la disponibilità degli impianti di produzione di energia elettrica. Come impianto pilota è stato scelto un gruppo da 20MWe di ultima generazione, denominato Rancia 2, situato nel comune di Radicondoli (SI): l'obiettivo in concreto si traduce in incremento della produzione annua di circa 1.500.000 kWh da fonte rinnovabile. Si ritiene

di poter raggiungere tale obiettivo andando ad evitare sia i fermi impianto per guasto, sia riduzioni di rendimento. Il recupero di produttività dell'impianto è legato all'adozione di nuovi strumenti diagnostici e prognostici che consentiranno la riduzione dei tempi di fermata per manutenzione. Essi prevederanno il verificarsi dei guasti con un anticipo maggiore di almeno il 20% rispetto alla situazione attuale. Il sistema sviluppato, utilizzando sensoristica avanzata implementata, consentirà una migliore diagnostica sullo stato di funzionamento di parti dell'impianto (falsi allarmi ridotti di almeno il 15%) portando ad un incremento del tempo di funzionamento dell'impianto in condizioni ottimali di almeno il 20%..

### Prospettive di mercato

Illustrare i termini di miglioramento dei processi di produzione e di definizione di nuovi prodotti derivanti dalla realizzazione del Progetto di R&S proposto. Il prodotto industriale derivante dal progetto potrà essere esteso nel medio periodo ad almeno altre sette centrali a valle del primo pilota: Rancia 1, Le Prata, Piancastagnaio 3, Piancastagnaio 4, Piancastagnaio 5 e i due gruppi di Bagnore 4. Si stimano conseguentemente ulteriori benefici per un incremento complessivo di produzione annua da fonti rinnovabili pari a 10.500.000 kWh. Più futuribile è l'estensione a tutto il parco geotermico. L'implementazione di cui sopra richiederà ulteriori investimenti per esportare sia le modifiche impiantistiche che l'installazione dei nuovi dispositivi hardware, software e delle metodologie di elaborazione dei dati. Parte degli investimenti, in linea con quanto avvenuto all'interno delle strutture di Enel Green Power negli ultimi decenni, saranno indirizzati verso la formazione del personale che dovrà seguire, con un ulteriore accrescimento delle proprie competenze, lo sfruttamento ottimale dei nuovi strumenti tecnologici finalizzati all'esercizio delle centrali. Oltre a quanto sopra descritto, il progetto aprirà ulteriori prospettive di mercato anche in altri settori. Il know how acquisito sul progetto consentirà, per esempio al beneficiario ISE (PMI) di proporre i propri servizi di sistemi di manutenzione predittiva in altri impianti per la produzione di energia a livello mondiale. L'azienda conta inoltre di proporre soluzioni specializzate ad aziende che realizzano tali tipologie di impianti, che potranno così integrare tali sistemi ai loro prodotti. ISE cercherà infine di impiegare i sistemi realizzati in altre realtà al di fuori del comprato dell'energia ma che possano presentare problematiche analoghe. Per quanto riguarda l'altro beneficiario (SDI Automazione Industriale), forte dell'esperienza maturata nel contesto dei sistemi di controllo dei processi industriali, anche in ambiti diversi da quello in oggetto, da sempre credendo ed investendo nello sviluppo di strumenti di diagnostica preventiva nell'ottica di un aumento della disponibilità ed efficienza degli impianti, conta di trasferire le accresciute competenze sviluppate e approfondate nel corso del progetto in contesti anche simili. Per quanto riguarda invece gli Organi di Ricerca, dal punto di vista dell'Università di Firenze, la partecipazione al progetto consentirà il trasferimento tecnologico delle competenze modellistiche che verranno ulteriormente arricchite costituendo un know-how rivendibile con convenzioni di ricerca dipartimentali o anche mediante meccanismi di spin-off. Alla Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa consentirà invece il trasferimento tecnologico delle algoritmiche e/o dei nuovi dispositivi "sensori intelligenti" sviluppati durante il progetto. Questo potrà avvenire tramite accordi con imprese già esistenti e/o tramite meccanismi di spin-off affiliate al Sant'Anna e consorzi a cui questa afferisce (Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni).

### Sfruttamento aziendale dei risultati

Indicare in modo quantitativo cosa ci si aspetta dopo uno/due anni dalla conclusione del progetto, anche in termini di incremento occupazionale e di aumento della capacità produttiva. La realizzazione di un sistema avanzato di diagnostica predittiva permetterà un aumento della disponibilità degli impianti geotermoelettrici almeno dell'1% della produzione attuale, a beneficio della copertura dei consumi della Regione Toscana da fonti rinnovabili ad oggi superiore al 27%. Per quanto riguarda SDI Automazione Industriale che opera insieme ai propri clienti o partner in contesti simili a quelli del progetto; in prospettiva conta di trasferire le nuove competenze non solo nello stesso mercato di riferimento del progetto ma anche nei mercati tecnologicamente assimilabili in cui già opera da tempo.

### Esperienze e competenze del gruppo di lavoro in relazione alle attività progettuali

Ogni partner, compreso l'Organismo di ricerca, deve obbligatoriamente inserire i curricula per gruppo di lavoro e il profilo aziendale. Il progetto sarà sviluppato da una compagine di soggetti, che garantiranno un ampio spettro di competenze necessarie alla realizzazione degli obiettivi specifici dello stesso. Come richiesto dal Bando n. 1 "Progetti Strategici di ricerca e sviluppo" la compagine è formata da una Grande Impresa, da due PMI e da due Organismi di Ricerca. I soggetti coinvolti sono: - Enel Green Power Spa (EGP) - Grande Impresa, coordinatore e capofila dei seguenti Obiettivi Operativi: ● Obiettivo operativo n°1: Assessment e definizione dei requisiti ● Obiettivo operativo n°5: Dimostrazione - Scuola Superiore di Studi Universitari e di perfezionamento Sant'Anna - Istituto TeCIP - Organo di Ricerca di natura pubblica - capofila dei seguenti Obiettivi Operativi ● Obiettivo operativo n°3: - Sensoristica innovativa e tool avanzati - I.S.E. Srl - Piccola Impresa, parteciperà come partner in tutti gli obiettivi operativi. - Università degli Studi di Firenze - Dipartimento di Ingegneria Industriale - Organo di Ricerca di natura pubblica, coordinatore e capofila dei seguenti Obiettivi Operativi: ● Obiettivo operativo n°2: - Analisi dati & Modelli - S.D.I. Automazione Industriale Spa - Media Impresa coordinatore e capofila dei seguenti Obiettivi Operativi: ● Obiettivo operativo n°4: - Implementazione EGP in qualità di Capofila svolgerà il ruolo di coordinamento ed indirizzamento strategico del progetto. Collaborerà con i partners principalmente nelle seguenti attività: - Fornire i dati e le esperienze storiche dell'esercizio degli impianti - Partecipare alle fasi di analisi delle informazioni, mettendo a disposizione le proprie competenze specifiche e tipiche del campo geotermico, al fine di sviluppare gli strumenti di diagnostica. - Implementazione di nuovi strumenti con competenze proprie su parti d'impianto più tipiche geotermiche - Implementazione dei nuovi strumenti sull'impianto pilota Sant'Anna in qualità di Organismo di Ricerca svolgerà il ruolo di coordinamento nel'OO3 e contribuirà in modo significativo all'OO2 nel modo seguente: - Analizzare i dati storici attraverso distribution fitting e valutazione delle feature - Sviluppo del sistema di riconoscimento anomalie secondo due approcci: machine learning e

bayesian - Valutazione degli algoritmi per il passaggio all'implementazione - Sviluppo del sistema di smart sensors (OO3) - Sviluppo del sistema di visualizzazione - Contributo all'integrazione L'Università degli Studi di Firenze, in qualità di Organismo di Ricerca, svolgerà il ruolo di coordinamento nell'OO2 e contribuirà anche agli OO1 OO4 e OO5 nel modo seguente: - Collaborazione all'analisi dei modi di gasto, criticità ed analisi dello storico (OO1) - Individuazione di modelli razionali per guasti e prestazioni (OO2) - Supporto all'applicazione di metodi di machine learning e bayesiani per la diagnostica(OO2) - Supporto al benchmarking e selezione dei metodi (OO2) - Collaborazione alla definizione dell'architettura (OO4) - Analisi della taratura e della validazione dei sistemi implementati (OO5) - Contributo all'integrazione ISE in qualità di partner industriale svolgerà le seguenti attività: - partecipazione alle attività di analisi dei modi di guasto, all'individuazione dei modelli razionali per guasti e prestazioni, ai metodi diagnostici e al benchmarking di questi; - collaborazione alla definizione dell'architettura hardware e software e all'integrazione dei modelli - partecipazione alla realizzazione del prototipo. L'azienda avrà inoltre la responsabilità dell'attività per lo sviluppo di sistemi di monitoraggio decentralizzati. SDI in qualità di partner industriale svolgerà le seguenti attività: - Partecipare alle fasi di Definizione dei requisiti, Analisi di dati e modelli, Analisi di sensoristica avanzata e tool avanzati, mettendo a disposizione la propria esperienza nell'ingegnerizzazione, integrazione e sviluppo industriale di piattaforme software di supervisione, controllo ed elaborazione dati - Definire la specifica funzionale del sistema avanzato di diagnostica predittiva ed effettuarne l'implementazione, a partire dalla lista di richieste di diagnostica già presente nell'impianto pilota - Sul sistema implementato, integrare modelli di diagnostica predittiva ed interfacce utente innovative - Partecipare alla fase dimostrativa di installazione del prototipo, taratura e validazione, analisi costi/benefici Il progetto sarà realizzato con una struttura come indicato nella figura allegata (Vedi file Allegato 1) e con il seguente gruppo di lavoro: - PI Luciano Badii: Responsabile Unico del Progetto (EGP) - Prof. Mario Tucci (UNIFI) - Ing. Sandro Berchioli (ISE) - Ing. Carlo Alberto Avizzano (SSSA) - Ing. Massimo Pentolini (SDI) I curricula del gruppo di lavoro così come il profilo aziendale di ogni soggetto partecipante sono allegati

Curriculum gruppo di lavoro: CV Gruppo di lavoro.zip

Profilo aziendale: Profili aziendali.zip

### Sostenibilità economico-finanziaria

Illustrare l'attrattività del segmento target di mercato in riferimento al tasso di crescita atteso, grado di concentrazione del mercato, grado di competitività, barriere all'ingresso e stadio del ciclo di vita del prodotto/processo, secondo le indicazioni contenute nel sistema informatico per la presentazione della domanda di seconda fase. Enel Green Power, capofila del progetto, opera sul mercato elettrico italiano (IPEX), partecipando come produttore di energia elettrica da fonte rinnovabile. Oltre la metà degli impianti di Enel Green Power, circa 400, è situata in Italia per una capacità installata di 3.067 MW. Il mix di produzione include principalmente geotermia, idroelettrico ed eolico ed in misura minore il fotovoltaico. Enel Green Power è leader nella geotermia con 37 impianti, in Toscana, per una potenza di 761,2 MW, in grado di assicurare una produzione annua di oltre 5 miliardi di kWh. La geotermia, fonte rinnovabile seconda in Italia solo a quella riferibile all'energia idroelettrica, ha un grande potenziale di sviluppo e consentirà di raggiungere più facilmente l'obiettivo del 25% di energia prodotta da fonti pulite. Essa rappresenta, nella situazione attuale, il 10% dell'energia risultante da fonti rinnovabili italiane e si prevede che, con gli strumenti legislativi posti in essere, possa raddoppiare entro breve tempo. La produzione geotrmoelettrica negli ultimi tre anni è stata continuamente in crescita, passando dal valore di 5.592.000 MWh/anno del 2012, a 5.659.000 MWh/anno nel 2013 sino al record storico di 5.916.000 MWh/anno del 2014. Le ragioni di questo successo risiedono principalmente dalle azioni poste in essere da Enel Green Power per sostenere la produzione, sia riuscendo a mettere in esercizio quattro nuovi impianti, sia reperendo costantemente vapore mediante perforazione di nuovi pozzi o interventi su pozzi esistenti, per compensare il declino naturale di produzione dei pozzi in esercizio da molti anni. Risulta particolarmente importante ottimizzare lo sfruttamento delle risorse reperite, sia mantenendo un alto livello di efficienza negli impianti di produzione, consentendo così una conversione ottimale dell'energia termodinamica dei fluidi geotermici ed elettricità, che incrementando il livello di disponibilità degli impianti, riducendo i fuori-servizio non programmati. Il progetto Smart Geo darà un contributo importante verso entrambe le direzioni indicate. La geotermia è una fonte di energia rinnovabile, pulita e sostenibile per la produzione combinata di energia elettrica e termica, in grado di generare ricadute socio-economiche positive sui territori. La crescente attenzione per lo produzione di energia da fonti rinnovabili sta oggi dando un nuovo impulso allo sviluppo tecnologico del settore e alla maturazione di nuovi modelli di business basati sulla effettiva integrazione di competenze multidisciplinari. In tutte le fasi di sviluppo dei progetti occorre infatti garantire l'apporto di opportune competenze per valutare, ad esempio, gli impatti sull'ambiente, specialmente sulla matrice aria, acqua ed anche sul paesaggio, le ricadute sociali ed i rischi associati agli investimenti. Ad oggi, gli impianti di produzione di energia geotrmoelettrica presenti in Italia sono tutti di proprietà di Enel Green Power; vi sono solo alcuni piccole imprese che hanno ottenuto permessi di ricerca in ambito geo. Gli impianti di produzione di energia geotrmoelettrica di Enel Green Power sono ubicati in Italia, negli USA (Nevada, Utah), ed in costruzione in Chile; complessivamente Enel Green Power si colloca come terzo operatore globale, dietro la statunitense Calpine e la messicana CFE. Per tale motivo si ritiene che il grado di concentrazione del mercato si attesti attorno al 70% Enel Green Power è leader mondiale nella geotermia. Gli oltre cento anni di esperienza in quest'ambito hanno portato ad avere un know-how interno tale da poter seguire tutto il processo della filiera geotermica, dalla ricerca degli obiettivi da esplorare, alla realizzazione dei pozzi di produzione, alla progettazione e realizzazione degli impianti, sino all'esercizio degli stessi. Sempre in relazione al progetto presentato, le barriere all'ingresso possono essere rappresentate dall'elevato livello tecnologico del sistema di prognostica avanzato. In futuro verrà valutata l'installazione di questi prodotti anche al di fuori delle applicazioni geotermiche. Conseguentemente all'elevato livello tecnologico richiesto, il progetto necessiterà di notevoli investimenti tecnici, con un conseguente fabbisogno elevato di mezzi finanziari. L'applicazione specifica del nuovo prodotto che verrà sviluppato si rivolge ad un mercato di nicchia, dove lo sviluppo

di soluzioni innovative deriva dalla specificità del campo geotermico di riferimento (vapore o acqua dominante) ed è variabile da paese a paese. Si ritiene che il settore sia in una fase di sviluppo e che sussistano ulteriori margini di crescita. Per quanto riguarda Sdi Automazione industriale, quest'ultima investe da sempre una quota consistente dei propri ricavi in attività di ricerca e sviluppo. Questa scelta deriva dalla ferma convinzione che da consistenti investimenti in quest'area non possano che derivare positive ricadute in termini di redditività ed accrescimento del capitale umano. Negli ultimi dieci anni la percentuale degli investimenti in ricerca e sviluppo rispetto ai ricavi è sempre stata molto vicina al 10% (9,21%). L'investimento deciso, attraverso la partecipazione a questo progetto, è di conseguenza ritenuto in linea con le scelte operate dalla società negli ultimi dieci anni. Il mercato sul quale si colloca l'attività di ISE è quello della automazione industriale, che è piuttosto nuovo e ad oggi estremamente frazionato, non vi è dunque una concentrazione del mercato nelle mani di poche aziende, ma piuttosto una dispersione. Molte aziende concorrenti si occupano solo di un settore, mentre la ISE cerca di avere un approccio a 360° sia in termini di settori industriali coperti che di servizi offerti. Si stima che il mercato continui a crescere nei prossimi 5-10 anni, perché sempre di più sono le aziende che si rendono conto che la spesa sostenuta per i metodi predittivi si traduce in un risparmio nella manutenzione e in minori perdite di guadagni dovute ai tempi di fermo-impianto per guasti inattesi.

### Risultati attesi in termini di redditività e loro attendibilità

Indicare i benefici conseguibili dallo sviluppo del presente progetto in termini possibilmente quantitativi, secondo le indicazioni contenute nel sistema informatico per la presentazione della domanda di seconda fase. Nel breve periodo l'obiettivo è quello di incrementare la produzione di energia elettrica dell'impianto pilota (20MWe installati) dell'1% → circa 1,5 GWh/anno. L'energia di questo impianto è incentivata mediante la formula dei Certificati Verdi (D.M.18/12/2008). Nel medio periodo si prospetta di incrementare dell'1% la produzione di energia elettrica degli impianti gemelli (da 20MWe installati - totale 140MWe) di quello pilota → circa 10,5 GWh/anno. Nel lungo periodo l'obiettivo è quello di estendere gli strumenti prognostici sviluppati al tutto il parco geotermoelettrico di Enel Green Power (attualmente 915,5 MWe installati), incrementando sempre la disponibilità degli impianti dell'1% → circa 55 GWh/anno. Da un'analisi di fattibilità condotta all'interno del gruppo dei lavori è emerso che ad oggi sono presenti una quantità notevole di informazioni sugli impianti di Enel Green Power che possono essere utilizzate per lo sviluppo dei nuovi sistemi diagnostici. Ogni singolo componente del gruppo di lavoro possiede competenze avanzate nel proprio settore, potenzialmente applicabili al mondo geotermico. Inoltre Enel Green Power ha consolidato negli anni la consapevolezza, basata sulla propria esperienza nella costruzione e gestione degli impianti, di poter migliorare il processo produttivo. Questi elementi rendono confidenti i componenti del team di progetto di poter raggiungere gli obiettivi prefissati.

### Eventuale documentazione aggiuntiva

- File:** Allegato 1.pdf  
**File:** File non trovato  
**File:** File non trovato

### OBIETTIVI OPERATIVI:

Individuare fino a un massimo di 5 obiettivi operativi indicando i partner coinvolti. Occorre mettere in rilievo cosa fa ciascuna impresa/partner e come interagisce con gli altri per lo sviluppo delle attività in ciascun singolo obiettivo operativo. Per ogni obiettivo operativo occorre prevedere una "Gestione del rischio" al fine di definire cosa accade se non si riesce a conseguire l'obiettivo prefissato e come è possibile gestire il problema, secondo le indicazioni contenute nel sistema informatico per la presentazione della domanda di seconda fase.

Obiettivo operativo 1 (OO1): *Assessment e definizione requisiti*

Obiettivo operativo 2 (OO2): *Analisi dati & Modelli*

Obiettivo operativo 3 (OO3): *Sensoristica innovativa e tool avanzati*

Obiettivo operativo 4 (OO4): *Implementazione del sistema avanzato di diagnostica predittiva*

Obiettivo operativo 5 (OO5): *Dimostrazione*

### OBIETTIVO OPERATIVO N. 1

Obiettivi operativi del progetto: verranno inseriti dal Capofila, ma dovranno necessariamente riferirsi alle attività dei singoli partner. Il Capofila, infatti, in relazione a ciascun obiettivo operativo (da un minimo di 1 ad un massimo di 5) deve obbligatoriamente specificare quali attività verranno svolte dai partner.

**Denominazione:**

Assessment e definizione requisiti

**Responsabile dell'obiettivo:**

Enel Green Power S.p.A.

**Descrizione dell'obiettivo operativo**

*Descrivere le attività svolte, anche in relazione ai partner e alle risorse coinvolte. Indicare quale partner è responsabile del presente Obiettivo.* Attualmente l'analisi delle performance e dello stato di impianto si basa su approcci di primo livello: sistemi di controllo e supervisione, sistemi di archiviazione storica, set di analisi di dati storici, per lo più basati su soglie di accettabilità ricavate grazie all'esperienza degli operatori. L'approccio alla manutenzione è di tipo programmato e su condizione. Il livello di sensorizzazione degli impianti, seppure già di buono su alcune sezioni, può essere migliorato attraverso la messa a punto e l'implementazione di sistemi di misura fino ad oggi commercialmente non pienamente disponibili ed affidabili. Per tale motivo un primo obiettivo sarà quello di aumentare il livello di monitoraggio di impianto estendendolo a tutti i componenti/sistemi. Per ottenere risultati migliori ad ogni componente verrà associato un modello matematico che, nel suo insieme porterà ad una modellizzazione dell'intero sistema, consentendo così il popolamento dei database con i parametri caratteristici dei componenti modellizzati. Tale lavoro consentirà di implementare regole flessibili e/o adattive per la diagnostica dei componenti di impianto, creando una nuova filosofia di gestione degli eventi nella direzione di una maggiore sensibilità sul processo. Le analisi diagnostiche effettuate saranno pubblicate online e/o offline al fine di aiutare l'operatore nella previsione e/o identificazione dei guasti dei componenti di impianto, il tutto finalizzato al mantenimento di performance ottimizzate. Tali analisi porteranno alla creazione di strumenti mirati a facilitare l'analisi delle anomalie e il mantenimento di condizioni non ottimali di esercizio, con una prospettiva applicativa su scala industriale nel breve periodo; inoltre è prevista la creazione di strumenti avanzati di analisi di dati strutturati e non, sempre con una prospettiva applicativa su scala industriale, ma nel medio periodo. Una risorsa geotermica è costituita da un serbatoio naturale sotterraneo di calore, il cui sfruttamento per produzione di energia elettrica avviene mediante la perforazione di pozzi a diverse profondità, denominati "pozzi di produzione". Il vapore endogeno viene captato dal sottosuolo mediante i pozzi di produzione dislocati nel territorio circostante la centrale di produzione. La ricerca di obiettivi a profondità sempre crescenti ha permesso da un lato l'incremento della disponibilità del fluido, ma di contro ha portato problemi di esercizio delle centrali a causa del chimismo del fluido, dipendente dal tipo di roccia che costituisce il serbatoio geotermico; infatti vi sono problemi di corrosione (a causa della presenza dei cloruri) e al deposito di sali. Per ovviare a ciò a bocca pozzo è installata un impiantistica di superficie atta ad abbattere la presenza di cloruri nel fluido, denominata "lavaggio del vapore", la quale utilizza una soluzione di lavaggio composta da acqua e soda caustica. Alla soluzione di lavaggio viene aggiunta una percentuale di NaOH concentrata. La quantità di soluzione da iniettare è funzione del grado di surriscaldamento del vapore, della portata massica dello stesso e del titolo che si vuole raggiungere. L'iniezione ed il mescolamento della soluzione di lavaggio è effettuato tramite spruzzatori inseriti nella tubazione del vapore e la successiva miscelazione avviene grazie a un miscelatore "statico" oppure mediante un tratto di tubazione in materiale pregiato (Hastelloy) di sezione ristretta rispetto al diametro del vapordotto in modo da creare dei vortici che consentono all'acqua di mescolarsi al vapore. Negli impianti di lavaggio in pozzo invece, il lavaggio del vapore viene effettuato tramite "coiled tubing"; si ha così lo stesso dei sistemi precedenti grazie all'iniezione di soluzione tramite idoneo tubo ("tubino" o astine) inserito ad idonea profondità. L'acqua in eccesso raccoglie tutte le sostanze incrostanti e corrosive contenute nel vapore ed è quindi separata dallo stesso tramite un opportuno separatore, generalmente di tipo ciclonico. Negli impianti di centrale viene normalmente aggiunto un ulteriore separatore di tipo lamellare per togliere l'eventuale parte liquida sfuggita al ciclonico. Per garantire la "rinnovabilità" del sistema geotermico, in pratica sostituire il fluido sottratto dall'utilizzazione, è necessaria l'esistenza della reiniezione, ovvero la presenza di pozzi adibiti alla sola reiniezione che consentono un reintegro parziale della massa estratta dal sistema geotermico. La rete vapore (vapordotti) è l'insieme di tutte le tubazioni, valvole, pozzi, nodi che consentono di trasportare il fluido dalle piazze di produzione fino alle centrali di utilizzo. Esse sono rappresentate graficamente tramite schemi che consentono agli operatori di conoscere il flusso del fluido, attraverso la movimentazione di valvole di intercettazione, ma senza una visione real-time. Le valvole utilizzate nella rete vapore generalmente sono di tipo a saracinesca, in acciaio forgiato, in misure e rating variabile. Rispetto alle valvole normalmente in commercio le valvole utilizzate in geotermia hanno modifiche costruttive allo scopo di aumentarne la resistenza all'usura ed alla corrosione (parti a sfregamento, aggancio del cuneo, battuta del premistoppa e vite protette in materiale pregiato, stellite). Nel tragitto che compie il vapordotto per collegare il pozzo di produzione alla centrale/colletrice principale sono installati scarichi di condensa, posti negli avvallamenti del percorso, che hanno lo scopo di eliminare dallo stesso le condense formatasi in fase di manovra o durante il normale esercizio. Tale condensa viene convogliata nel bifasedotto, una tubazione di acciaio al carbonio che corre parallelamente ai vapordotti. Come precedentemente detto la reiniezione consiste nel reimettere nel sottosuolo le condense prodotte dal ciclo geotermico. Questo avviene tramite una rete di acquedotti che trasportano le condense dal punto di formazione fino ai pozzi di reiniezione. Gli acquedotti di reiniezione sono costruiti in materiale diverso a seconda della temperatura del fluido che devono trasportare e della pressione che devono sostenere. Le tipologie utilizzate sono le seguenti: acquedotti in PEAD, in vetroresina e acciaio. Il vapore che arriva in centrale dai pozzi produttivi tramite i vapordotti viene immesso in un impianto per la separazione del fluido che ha la funzione di separare la fase liquida, formatasi a causa delle dispersioni termiche dei vapordotti contenuta nel vapore, dalla fase aeriforme (vapore e gas). La fase liquida viene convogliata alla reiniezione mentre la fase aeriforme viene inviata alla turbina dove si espande cedendo energia. All'uscita della turbina, il fluido entra in un condensatore a miscela, nel quale viene mantenuta una pressione inferiore a quella atmosferica (circa 0,08 bar abas) per mezzo di un compressore (estrattore dei gas incondensabili), che ha il compito di evadere i gas dal condensatore stesso. La condensazione del vapore avviene grazie all'afflusso di acqua di raffreddamento proveniente dalla torre. L'acqua ottenuta dalla condensazione del vapore, miscelata a quella di raffreddamento, è estratta tramite una pompa dal condensatore e

inviata alla torre di raffreddamento, del tipo a tiraggio forzato. Nella torre avviene uno scambio termico e di materia in controcorrente tra il flusso di aria fredda ascendente e le gocce d'acqua, spruzzate dall'alto tramite appositi ugelli, che cadono nella vasca di raccolta. L'acqua si raffredda, raggiungendo una temperatura di circa 25°C nella vasca di raccolta; da qui è nuovamente utilizzata all'interno del condensatore come fluido di raffreddamento e la parte in eccesso viene reiniettata. Il gas all'uscita del sistema di estrazione viene avviato all'impianto di trattamento AMIS (Abattimento del Mercurio e dell'Idrogeno Solforato) nel quale vengono rimossi mercurio e acido solfidrico. In una prima fase viene rimosso il mercurio mediante adsorbimento su letti fissi di sorbenti specifici. Successivamente viene rimosso l'acido solfidrico convertendo selettivamente l'H<sub>2</sub>S a SO<sub>2</sub> mediante ossidazione catalitica ed assorbendo quasi totalmente la SO<sub>2</sub> prodotta nell'acqua del circuito di raffreddamento. L'assorbimento di SO<sub>2</sub> provoca un abbassamento del pH dell'acqua di circolazione che favorisce la ripartizione del H<sub>2</sub>S nel condensatore verso i gas in condensabili. Se l'ammoniaca naturalmente presente è sufficiente è possibile ottenere un consistente abbattimento della SO<sub>2</sub> prodotta senza aggiunta di alcali. Il gas in uscita dall'impianto AMIS viene inviato alle torri refrigeranti. I componenti del macchinario principale sono i seguenti:

- **Turbina:** è un'unità a condensazione a corpo unico, a singolo flusso, del tipo ad azione. Essa è progettata e costruita in modo da poter funzionare nel campo di pressione da 5 a 20 bar; la velocità nominale è 3000 giri al minuto primo. La linea d'asse è costituita da turbina, generatore elettrico e compressore.
- **Condensatore:** è del tipo a miscela, direttamente collegato con lo scarico turbina; in esso avviene la condensazione della maggior parte del vapore di scarico e la refrigerazione dei gas incondensabili, prima del loro ingresso nell'estrattore gas. È progettato e costruito in acciaio inox e funziona alla pressione assoluta di circa 0,08 bar alla flangia di scarico turbina.
- **Alternatore:** è del tipo sincrono, trifase, ad asse orizzontale, con raffreddamento ad aria/acqua a ciclo chiuso, attivo a funzionare in servizio continuo ed è trascinato in rotazione direttamente dalla turbina alla velocità di 3000 giri/min.
- **Estrattore gas:** è del tipo "integrally geared", cioè costituito da un moltiplicatore di velocità con le giranti dell'estrattore montate a sbalzo sugli alberi del moltiplicatore. La macchina è azionata direttamente dalla turbina, cui è collegata tramite un giunto a denti. L'estrattore ha il compito di asportare gli incondensabili dal condensatore per poi smaltirli alla pressione atmosferica. La compressione del gas avviene attraverso 3 o 4 stadi, ciascuno realizzato con giranti dedicate (singole o doppie), con una o due refrigerazioni intermedie. La portata di gas incondensabili di progetto è variabile da circa 10.000 a circa 22.000 kg/h. I macchinari ausiliari principali sono i seguenti:
- **Pompe di circolazione:** le pompe di estrazione del condensato sono del tipo ad asse verticale, con girante immersa, idonea alla movimentazione dell'acqua di processo. La pompa è direttamente accoppiata a un motore elettrico, pure ad asse verticale di tipo asincrono, trifase, alimentato in MT, in esecuzione stagna per servizio all'aperto.
- **Torre di raffreddamento:** la torre di raffreddamento assolve lo scopo di raffreddare l'acqua necessaria per la condensazione del vapore endogeno. Il funzionamento della torre si basa sul principio del raffreddamento per evaporazione: l'acqua calda, a contatto con una corrente di aria fredda non satura, evapora in quota parte, raffreddando l'acqua rimanente. La torre, a tiraggio indotto, è costituita da tre celle o più in linea con riempimento del tipo "a splash" con struttura in legno.

#### **Output dell'Obiettivo operativo e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso del singolo obiettivo operativo, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable D1.1.1: analisi impianti, macchinari e processi di interesse (M3) D1.2.1: analisi strumenti esistenti (M3): ● database centralizzati con tutte le grandezze di impianto; ● sinottici di impianto nel sistema centralizzato; ● regole statistiche che riescano a mettere in evidenza variazioni di assetto; ● raccolta degli eventi RCE (SOE) di impianto; ● tools di confronto del comportamento del macchinario su evento (Analisi Vibrazioni); ● tools di diagnosi di sistema/ analisi di assetto di impianto; ● database gestionali. D1.3.1: requisito per armonizzazione delle informazioni presenti nei sistemi, integrandoli mediante nuove funzionalità (ove necessario); requisito per l'aumento della disponibilità e dell'efficienza totale del processo di produzione e per l'indicazione del target per l'ambiente da rendere disponibile agli utilizzatori. (M3) D1.4.1: individuazione dei guasti ricorrenti basandosi sullo storico eventi presenti sul Database e ricerca da Database Storico sui modi e frequenza dei guasti, mettendo in evidenza tutte le anomalie che hanno portato ad una riduzione di disponibilità (fermata) o di una inefficienza tecnica (riduzione di carico). (M18) Milestone M1: definizione dei sistemi da analizzare M4. Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Si prevede l'utilizzo di una Workstation avanzata Dell Poweredge con due processori Xeon e GPU High-End K20M di proprietà della SSSA.

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 79 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 23 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 6,43 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo dell'Università di Firenze per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 7,35 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 1,35 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/

uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 1,99 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

### Subcontratti

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo: 11 giornate-uomo.

## Attività 1.1

Denominazione *Selezione macchinari / Sistemi/ Processi di interesse (ENEL)*

### Descrizione dell'attività

L'attività in oggetto prevede l'individuazione dei macchinari, sistemi e processi di interesse del ciclo geotermoelettrico della centrale pilota; in particolare verranno analizzati i seguenti processi: • pozzi di produzione e reiniezione • trattamenti primari sul fluido (up-stream) o lavaggio e separazione in piazzola e/o piazzale di c.le o ciclo termodinamico di centrale • espansione in turbina o condensazione nel condensatore a contatto diretto o estrazione del gas incondensabile mediante un compressore o raffreddamento in torre del vapore condensato e reiniezione • trattamenti sulle correnti in uscita (down-stream) o riduzione delle emissioni (Impianto di Abbattimento Mercurio ed Idrogeno Solforato - AMIS) o reiniezione e strategia reiniettiva Per tale motivo l'analisi che verrà svolta si focalizzerà sui seguenti tre macro sistemi: 1. pozzi di produzione e reiniezione 2. reti di trasporto del fluido 3. centrali di produzione

### Output dell'attività e sua verifica:

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Attualmente non su tutte le reti di trasporto del fluido sono installati sistemi di misura di pressione, temperatura e portata. Un obiettivo del progetto è quello di riuscire ad avere una visualizzazione dinamica dell'assetto della rete mediante una rappresentazione grafica dei flussi, sia in termini di portata che di variazioni di pressioni, con la finalità del controllo dei parametri termodinamici della rete. Affianco a tale visualizzazione real time si vuole creare una capacità analitica e diagnostica per mettere in evidenza le variazioni termodinamiche significative, come tappi d'acqua, e per rilevare eventuali perdite che si possono avere lungo il tragitto. In relazione alla centrale di produzione si vuole ottenere un monitoraggio dello scostamento dalle condizioni ottimali di esercizio e l'identificazione delle inefficienze a livello di macchinario/sottosistemi. Ciò comporterà ad un'analisi dello scostamento del consumo specifico dell'impianto (valutato come rapporto tra la quantità di fluido inviata in turbina e la potenza elettrica generata dal macchinario) da un riferimento teorico dipendente da alcuni fattori (qualità del fluido, sporcamenti e usure, condizioni ambientali,...). Ulteriore obiettivo è quelli di individuare le parti di impianto che stanno lavorando in condizioni di off-design, creando strumenti di predittiva sull'efficienza del processo. Sul macchinario principale si vogliono applicare in maniera strutturata regole di diagnostica predittiva basandosi sull'attuale stato di monitoraggio del sistema, ampliando e migliorando la diagnostica attuale attraverso l'aggiunta di nuove funzionalità (come per esempio la misura del trascinato liquido). A livello dei macchinari ausiliari (come pompe, riduttori dei ventilatori delle celle delle torri refrigeranti, ecc) si vuole estendere il livello di capacità diagnostica ad un livello paragonabile a quello del macchinario principale. Stessa cosa verrà prevista per l'Impianto di trattamento degli incondensabili (AMIS). Deliverable D1.1.1: analisi impianti, macchinari e processi di interesse. (M3) Milestone M1: definizione dei sistemi da analizzare

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

### Strumenti/attrezature

Definire quali sono gli strumenti e le attrezature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Nessuno

### Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 3 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

### Subcontratti

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo Nessuno

Costo Totale Attività 25362

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 25362

Partner 2 SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA  
Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO Costo 0

Partner 3 I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA Costo 0

Partner 4 UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale Costo 0

Partner 5 S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A. Costo 0

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

**Legenda**

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

**Attività 1.2**

Denominazione *Assessment Tools esistenti (misure, monitoraggio, diagnostica), dati (processo, SAP, ...)*  
(ENEL)

**Descrizione dell'attività**

L'O&M della geotermia di Enel Green Power si occupa dell'esercizio e della manutenzione degli impianti di produzione da fonte geotermica. In questo contesto esistono 36 impianti di produzione più altri impianti connessi con il ciclo produttivo situati in un'area della Toscana nelle province di Pisa, Siena e Grosseto. Tali impianti ad oggi non sono presidiati direttamente ma esiste un posto di teleconduzione (situato a Larderello) dove gli operatori monitorizzano e supervisionano gli impianti in tempo reale in modo continuativo (24h). In dipendenza dagli eventi accaduti hanno la possibilità di effettuare azioni o manovre; diagnosticare eventi accaduti ed intraprendere le necessarie azioni correttive fino alla richiesta di intervento del personale nell'impianto stesso. Per permettere il funzionamento di questo processo è stato implementato un sistema di teleconduzione che descriveremo meglio nel seguito. Parallelamente a questo sistema esistono altri sistemi che consentono una supervisione da remoto degli impianti, con l'intento di migliorare la qualità del servizio svolto dai propri operatori, che possono dedicare più tempo alle valutazioni tecniche delle informazioni raccolte e programmare interventi sugli impianti sempre più mirati ed efficaci: in modo particolare gli operatori preposti possono analizzare da remoto lo stato di funzionamento di ogni singolo impianto per programmare/effettuare azioni correttive mirate. A questo scopo è stato messo a punto un sistema di telesupervisione/telediagnostica. Analizziamo i sistemi presenti in impianto che supportano i processi sopra descritti: Ogni impianto è dotato di un sistema di controllo e supervisione (SCS) che consente la gestione automatica dei vari processi, con il pieno controllo della messa in sicurezza del macchinario a fronte di particolari eventi. Il personale quando è chiamato ad intervenire in impianto utilizza questo sistema per interagire con gli organi presenti. Tale sistema ha tutte le funzionalità di un classico sistema DCS per impianti di produzione comprese le funzioni di regolazione e di registro cronologico degli eventi e inoltre fa da collettore delle informazioni per i sistemi remoti. I dati provenienti dal campo (oltre ad essere disponibili localmente) vengono scambiati con il sistema di teleconduzione per mezzo di appositi protocolli che hanno l'obiettivo principale di garantire un'alta affidabilità (in questo caso si preferisce inviare un insieme minore di informazioni ma con MTBF molto alto). Un altro flusso serve invece a garantire le informazioni necessarie per i processi di telesupervisione/telediagnostica: in questo caso l'insieme delle informazioni trasmesse è maggiormente completo. In impianto è anche presente un sistema per il monitoraggio e l'analisi vibrazionale del macchinario rotante (turbina - generatore - estrattore gas) denominato SMAV. Esso è in grado di sorvegliare in continuo le macchine rotanti fornendo informazioni efficaci ed essenziali per poter determinare precocemente l'insorgere di malfunzionamenti o processi degenerativi mediante un'analisi tipiche di macchine rotanti (spettro, bode ecc.). Il sistema SMAV oltre ad analizzare e presentare i dati online, si occupa anche di archiviare tali informazioni. L'SCS di impianto mette a disposizione per i sistemi remoti (teleconduzione e telesupervisione) le proprie informazioni mediante un'infrastruttura di rete in grado di collegare tutti gli impianti di produzione, realizzata principalmente con portanti in fibra ottica ed in alcuni casi con canali digitali affittati presso operatori pubblici. La topologia della rete è strutturata in modo magliato consentendo ridondanze nei collegamenti principali. Il sistema di teleconduzione riceve quindi i dati veicolati per mezzo dell'infrastruttura sopra descritta. I dati vengono presentati agli operatori per mezzo di interfacce strategiche per la conduzione da remoto dell'impianto: tali interfacce prevedono informazioni sintetiche. Anche per il sistema di telesupervisione/telediagnostica i dati vengono trasmessi dai sistemi presenti in impianto a mezzo dell'infrastruttura di rete. Il sistema sviluppato consente sia di rendere accessibili dalla rete Enel Green Power tutte le informazioni necessarie per la replica di quanto un operatore può vedere localmente davanti alle macchine presenti nei singoli impianti sia di mettere in relazione grandezze provenienti tra vari impianti e di mettere a disposizione informazioni elaborate di natura diagnostico/predittiva. Il sistema si basa sulla piattaforma PI della OSI-Soft per l'acquisizione e l'archiviazione dei dati di impianto e su un

database relazionale SQL per le elaborazioni. Tale software consente di acquisire i dati provenienti da sistemi diversi e di metterli a disposizione di tutti gli utilizzatori per i vari processi aziendali su un'unica piattaforma. Il sistema PI consente l'archiviazione dei dati provenienti dall'impianto con modalità estremamente performanti al fine di consentirne un'analisi storica o una visualizzazione sottoforma di trend. Attualmente il database storico per alcuni impianti è di circa 10 anni. Il database SQL permette la gestione della parte strutturata dei dati. A supporto della gestione del processo di manutenzione vi è l'utilizzo del sistema SAP relativo all'emissione degli Avvisi di Manutenzione (AdM). Gli AdM sono uno strumento che consente di:

- memorizzare il malfunzionamento o il guasto di un oggetto tecnico
- richiedere un intervento di manutenzione per riportare l'oggetto tecnico nelle condizioni ottimali
- richiedere interventi non legati ad accidentalità
- costituire il "diario di macchina" dell'impianto

Da un avviso di manutenzione viene poi generato un Ordine di Manutenzione (OdM) al fine di gestire il lavoro necessario alla risoluzione del malfunzionamento o del guasto tecnico.

#### **Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable D1.2.1: analisi strumenti esistenti (M3):

- database centralizzati con tutte le grandezze di impianto;
- sinottici di impianto nel sistema centralizzato;
- regole statistiche che riescano a mettere in evidenza variazioni di assetto;
- raccolta degli eventi RCE (SOE) di impianto;
- tools di confronto del comportamento del macchinario su evento (Analisi Vibrazioni);
- tools di diagnosi di sistema/ analisi di assetto di impianto;
- database gestionali.

Milestone M1: Definizione dei sistemi da analizzare

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Si prevede l'utilizzo di una Workstation avanzata Dell Poweredge con due processori Xeon e GPU High-End K20M di proprietà della SSSA.

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 3 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

#### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo Nessuno

Costo Totale Attività 25362

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 25362

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 0

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 0

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 0

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 0

#### **Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

Attività 1.3

Denominazione *Definizione requisiti / Targets diagnostica / Interfaccia Utente (ENEL-SSSA-SDI)*

## **Descrizione dell'attività**

Enel Green Power ha come obiettivo quello di incrementare la disponibilità dei componenti di impianto mediante l'utilizzo di strumenti di prognostica avanzata. La definizione dei requisiti che dovrà avere il sistema, i targets di diagnostica e l'interfaccia da utilizzare saranno finalizzati agli obiettivi generali del progetto. In particolare le attività si focalizzeranno nel:

- prevedere le rotture dei pozzi e delle reti vapore attraverso l'utilizzo di sensoristica e di regole diagnostiche;
- prevenire i fermi impianto per cause accidentali;
- ottimizzare ancora di più le ferme pianificate;
- prevenire l'affogamento dei pozzi;
- diagnosticare il deterioramento delle reti di trasporto del fluido.

## **Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. L'attività porterà alla definizione dei requisiti sopra descritti per lo sviluppo degli strumenti di prognostica avanzata in riferimento ai sistemi di interesse che verranno esplicitati nei successivi Obiettivi Operativi. Deliverable D1.3.1: requisito per armonizzazione delle informazioni presenti nei sistemi, integrandoli mediante nuove funzionalità (ove necessario); requisito per l'aumento della disponibilità e dell'efficienza totale del processo di produzione e per l'indicazione del target per l'ambiente da rendere disponibile agli utilizzatori. (M3) Milestone M1: Definizione dei sistemi da analizzare

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

## **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Si prevede l'utilizzo di una Workstation avanzata Dell Poweredge con due processori Xeon e GPU High-End K20M di proprietà della SSSA.

## **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 3 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 6,43 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 1,49 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

## **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo Nessuno

Costo Totale Attività 64497

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 25362

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 27975

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 0

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 0

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 11160

## **Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										

## **Legenda**

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

## **Attività 1.4**

Denominazione *Analisi Storico Guasti, Modi di Guasto e Criticità (ENEL-ISE-UNIFI-SDI)*

## Descrizione dell'attività

Questa attività, svolta da Enel Green Power, ISE e UNIFI è finalizzata ad analizzare lo storico dei guasti relativi alle parti di impianto di interesse (riportate nei sotto obiettivi 1.1 e 1.2) disponibili nei database di Enel Green Power. In particolare verranno svolte delle analisi FMECA semplificate (Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis) sui componenti principali dell'impianto oggetto di analisi, mappando i modi di guasto secondo un indice di criticità specifico. Queste analisi unitamente all'esame della tipologia dei componenti dell'impianto in esame e dello storico dei guasti sono finalizzate alla individuazione delle grandezze fisiche da monitorare.

## Output dell'attività e sua verifica:

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable D1.4.1: individuazione dei guasti ricorrenti basandosi sullo storico eventi presenti sul Database e ricerca da Database Storico sui modi e frequenza dei guasti, mettendo in evidenza tutte le anomalie che hanno portato ad una riduzione di disponibilità (fermata) o di una inefficienza tecnica (riduzione di carico).(M18) Milestone M4. Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

## Strumenti/attrezzature

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Si prevede l'utilizzo di una Workstation avanzata Dell Poweredge con due processori Xeon e GPU High-End K20M di proprietà della SSSA.

## Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 70 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 14 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 1,35 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 0,5 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Per lo sviluppo dell'attività il gruppo di UNIFI sarà costituito da: Professori ordinari impianti industriali meccanici, professori associati di analisi numerica, ricercatori universitari di ruolo di impianti industriali meccanici e assegnisti di ricerca in impianti industriali meccanici, per un impegno totale equivalente a 8,02 mesi-uomo

## Subcontratti

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo: 11 giornate-uomo.

Costo Totale Attività 340785

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 287228

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 0

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 6128

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 43709

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 3720

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																	
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										

Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA

STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA

STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA

STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA

STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA

STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA

STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA

STAMPA DEFINITIVA  
STAMPA DEFINITIVA

Partner 2 Nome: SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO  
 Partner 3 Nome: I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA  
 Partner 4 Nome: UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale  
 Partner 5 Nome: S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.

Attività 1.5

Denominazione

#### Descrizione dell'attività

##### Output dell'attività e sua verifica:

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto.

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

##### Strumenti/attrezzature

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività

##### Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività.

##### Subcontratti

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo

Costo Totale Attività

Capofila - Partner 1 Enel Green Power S.p.A. Costo 0

Partner 2 SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO Costo 0

Partner 3 I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA Costo 0

Partner 4 UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale Costo 0

Partner 5 S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A. Costo 0

#### Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										

##### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: Enel Green Power S.p.A.

Partner 2 Nome: SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO

Partner 3 Nome: I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA

Partner 4 Nome: UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale

Partner 5 Nome: S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.

#### Tempistica

Indicare i mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'Obiettivo Operativo.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<input checked="" type="checkbox"/>																													

#### Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'Obiettivo Operativo.

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>																													
2	<input checked="" type="checkbox"/>																													

## Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO

Partner 3 Nome: I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA

Partner 4 Nome: UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale

Partner 5 Nome: S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.

## **Costo totale dell'obiettivo**

Indicare il costo complessivo dell'obiettivo Operativo

**Costo totale dell'obiettivo:** 609.647,00

## **Eventuale documentazione Aggiuntiva**

**Upload:**  File non trovato

**Upload:**  File non trovato

**Upload:**  File non trovato

## **OBIETTIVO OPERATIVO N. 2**

Obiettivi operativi del progetto: verranno inseriti dal Capofila, ma dovranno necessariamente riferirsi alle attività dei singoli partner. Il Capofila, infatti, in relazione a ciascun obiettivo operativo (da un minimo di 1 ad un massimo di 5) deve obbligatoriamente specificare quali attività verranno svolte dai partner.

## **Denominazione:** Analisi dati & Modelli

**Responsabile  
dell'obiettivo:** UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE

## **Descrizione dell'obiettivo operativo**

*Descrivere le attività svolte, anche in relazione ai partner e alle risorse coinvolte. Indicare quale partner è responsabile del presente Obiettivo.* Questo obiettivo operativo (OO2) ha il compito di analizzare i dati storici forniti da ENEL e di individuare, o sviluppare, modelli per poter realizzare il prototipo del sistema di diagnostica e prognostica portato avanti dal progetto. La disponibilità di grandi moli di dati dal campo fornisce una preziosa opportunità per migliorare e rendere adattabili e flessibili i meccanismi diagnosti di anomalie e guasti e rendere più rapida ed efficace la individuazione delle cause dei malfunzionamenti e delle contromisure per porvi rimedio. Gli attuali sistemi di rilevazione guasti ed anomalie sono spesso basati su regole crisp basate sulla conoscenza dei sistemi osservati e sull'esperienza pregressa: ad esempio si effettuano confronti di una serie di grandezze significative con valori soglia determinati a partire dalla conoscenza teorica dei fenomeni di disturbo del normale funzionamento del sistema, delle limitazioni tecniche di sicurezza o in maniera empirica sulla base dell'esperienza. La grossa mole di dati che viene quotidianamente raccolta sul campo, sebbene soggetta ad analisi statistiche di base, viene solo in minima parte sfruttata per il design ed il miglioramento delle performance dei sistemi di monitoraggio stessi. Inoltre la gestione ed analisi dei guasti nonché l'individuazione delle possibili cause di tali guasti viene gestita per lo più da operatori esperti. L'obiettivo operativo intende incrementare l'efficienza dei meccanismi di fault diagnosis in termini di:

- riduzione dei tempi di detezione
- minimizzazione del numero dei falsi allarmi
- implementazione, ove possibile, di meccanismi di rivelazione anticipata del guasto
- facilitazione della implementazione di contromisure adeguate alla prevenzione e/o alla rapida risoluzione del guasto stesso.
- tesaurizzare l'esperienza degli tecnici esperti nella diagnosi e risoluzione guasti ed anomalie

L'approccio prescelto consiste nel combinare la costruzione di modelli basati su conoscenze a priori collegate alla fisica ed ai processi, con l'analisi dei dati storici. Verranno pertanto sperimentati nuovi approcci alla diagnostica dei componenti di impianto, operando sia sui parametri delle regole esistenti che sulla formalizzazione di nuovi meccanismi flessibili ed adattativi che sfruttano congiuntamente meccanismi statistici per il trattamento dei dati raccolti in continua anche dai nuovi sensori, modelli predittivi, conoscenza estratta dai dati storici, esperienza degli operatori. L'analisi dei dati storici è effettuata attraverso due approcci complementari: il primo è quello basato su metodi di reti bayesiane, il secondo basato su tecniche di machine learning blackbox. Mentre il primo approccio ha la possibilità di fornire risultati con indicazioni probabilistiche, il secondo ha la possibilità di catturare relazioni difficilmente modellabili. Entrambi gli approcci trarranno beneficio da strumenti di analisi dei dati grezzi, che consentano di analizzare le distribuzioni di probabilità dei dati, e le relazioni base tra le variabili stesse. Il contributo innovativo del progetto sta proprio nel costruire soluzioni complementari volte a migliorare sia la diagnostica che la prognostica del sistema. In termini pratici, l'OO2 andrà ad organizzare il lavoro in termini di Target Diagnostici (TD), identificati dalle attività del OO1. Il metodo di lavoro è basato sull'identificazione di modelli analitici, ove possibile, dall'analisi quantitativa dei dati presenti nel sistema ENEL, e dalla successiva applicazione di algoritmi di "machine learning blackbox" ed algoritmi bayesiani. Per ogni Target Diagnostico si andrà quindi a produrre un modello diagnostico/prognostico implementabile nell'architettura selezionata in OO4. L'integrazione del modello verrà curata nel OO4 e poi successivamente raffinata e testata online in OO5. In termini di strumenti

generali l'OO2 si affiderà all'acquisizione e all'analisi di grandi moli di dati basati su Matlab coadiuvato da implementazioni specializzate in C++ di algoritmi selezionati in base alle competenze pregresse dei partner dell'OO2. La modalità operativa di svolgimento dell'attività, al fine di incrementare la produttività della ricerca, sarà di tipo "agile". Le aree di interesse saranno analizzate suddividendole in singole problematiche, così che i primi modelli individuati siano presto disponibili per le successive attività dello stesso obiettivo operativo e per le attività degli altri obiettivi operativi del progetto SmartGeo, come, ad esempio, la fase di implementazione. In tal caso la parziale parallelizzazione delle attività consentirà la compressione dei tempi complessivi di sviluppo.

### **Output dell'Obiettivo operativo e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso del singolo obiettivo operativo, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Come meglio dettagliati nelle successive descrizioni di dettaglio delle azioni, le azioni previste in O2 porteranno alla produzione dei seguenti "deliverable": Deliverable: ● D2.1.1 architettura di analisi dati e di condivisione in OO1 (M3) ● D2.1.2: relazione intermedia sull'analisi dei dati, sulle tecniche statistiche impiegate e sui parametri affidabilistici desunti. (M6 UNIFI) ● D2.1.3: relazione finale sull'analisi dei dati, sulle tecniche statistiche impiegate e sui parametri affidabilistici desunti. (M10 UNIFI) ● D2.1.4: scheda illustrativa sintetica per ciascun modello affidabilistico, che ne definirà le potenzialità, i limiti, le informazioni necessarie e le formule o gli algoritmi di calcolo. Questa scheda permetterà una più rapida applicazione nelle successive attività e verrà continuamente aggiornata sulla base dell'avanzamento della ricerca (fino all'attività A5.3 di taratura e validazione). Sarà prodotta una scheda ogni due mesi a partire dal M10 (M10, M12, M14, M16, M18 UNIFI) ● D2.1.5: (M1-M18) relazione finale approfondita per tutti i modelli affidabilistici sulle basi scientifiche, i riscontri sperimentali dell'applicazione allo storico, i primi eventuali risultati dell'applicazione alla nuova configurazione di sensoristica adottata e sulla descrizione di dettaglio dell'algoritmo di stima. (UNIFI) ● D2.2.1 architettura di analisi dati e di condivisione in OO1 (M3) ● D2.2.2: Report sulla implementazione di tecniche di distribution fitting sui dati raccolti (M9 SSSA) ● D2.2.3: report che illustra le procedure di adattamento delle regole esistenti, da cui si evinca il soddisfacimento del criterio C2.1 (M9, SSSA) ● D2.2.4: Report sulla applicazione di sistemi statistici e model-based per la early detection dei guasti, da cui si evinca il soddisfacimento del criterio C2.2 (M15, SSSA) ● D2.2.5: Report sulla applicazione di sistemi evoluti per la tesaurizzazione della conoscenza degli esperti, da cui si evinca il soddisfacimento del criterio C2.3 (M18, SSSA) ● D2.3.1 Architettura di analisi dati e di condivisione in OO1 (M3) ● D2.3.2 Prototipo del framework di bayesian processing adattato per il progetto, ed interfacciato con le soluzioni software di A2.2 (M6 SSSA) ● D2.3.3 Report progressivo sui modelli ricevuti da A2.1 (M10,M12,M14,M18 SSSA) ● D2.3.4 Report finale sull'insieme dei modelli realizzati per i Target Diagnostici (M18 SSSA) ● D2.4.1 Scelta dei criteri di selezione e metodi, in relazione all'architettura (M3, SSSA) ● D2.4.2 Report ricorrente realizzato a partire dai risultati dei modelli prodotti dalle altre attività dell'OO2 (M12,M14,M16,M18). ● D2.4.3 Report contenente le raccomandazioni finali sulla generalizzabilità (M18, SSSA) Milestone: M4: Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività UNIFI: workstation di calcolo multi-processore, con 64 GB di RAM e array di dischi ridondante. SSSA: Workstation in formato Dell PowerEdge R730 di calcolo multi-processore con due Intel Xeon da 2.3GHz da 10 core fisici ciascuno. Memoria da 64GB, array di dischi ridondante, GPU per calcolo ad alte prestazioni Nvidia Tesla K20M (3.5 teraflops single precision peak).

### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 17 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 9 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 43,94 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 12,2 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 2,24 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 4,61 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Contributo di Unifi: per lo sviluppo dell'attività sono richieste notevoli professionalità nell'ambito dello studio ed applicazione di modelli diagnostici e prognostici. In particolare il gruppo di UNIFI sarà costituito da: Professori ordinari impianti industriali meccanici, professori associati di analisi numerica, ricercatori universitari di ruolo di impianti industriali meccanici e assegnisti di ricerca in impianti industriali meccanici, per un impegno totale equivalente a 51,73 mesi/uomo

### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo

Per un totale di 57 giornate-uomo.

## Attività 2.1

Denominazione *Individuazione modelli razionali per guasti e prestazioni (UNIFI-ENEL-SSSA-ISE)*

### Descrizione dell'attività

Al fine di aumentare la disponibilità degli impianti geotermici, l'attenzione del gruppo di ricerca sarà focalizzata sui tre ambiti di maggiore interesse: i pozzi, sia produttivi che iniettivi, le reti di trasporto del fluido (vapore/acqua o bifase) e le centrali (soprattutto per gli ausiliari e le torri di refrigerazione). La prima fase del lavoro considererà, perciò, in una attenta ricognizione dell'impianto e nell'analisi di tutti i componenti ed i sistemi "critici", in accordo a quanto emerso dalla attività A1.1 di "Selezione macchinari/sistemi/processi di interesse". Seguirà una accurata ed attenta analisi delle tipologie di misure disponibili nel database storico di Enel (attività A1.2). Per avere un'idea dell'ordine di grandezza della numerosità dei dati, si consideri che esso è attivo da circa dieci anni, raccoglie misure con circa 70000 sensori con acquisizioni mediamente ogni 5 secondi. I dati di sicuro interesse saranno quelli relativi ai rilevi di pressione, di portata, di temperatura, di concentrazione di cloruri e di trascinato, delle vibrazioni. Il log di impianto sarà integrato con le informazioni emerse dall'attività A1.4. In accordo con quanto emerso dall'attività A1.3, e tenuto conto degli esiti delle attività A1.1, A1.2 e A1.4, si procederà alla selezione dei punti di misura ritenuti necessari, ed al successivo trasferimento dei relativi log dai database Enel alla workstation di UNIFI, ove la storia dei guasti e dei parametri selezionati potrà essere accuratamente ricostruita. Saranno, quindi, impiegate opportune tecniche statistiche avanzate per effettuare l'estrazione dei parametri affidabilistici sintetici di ciascun componente e per la valutazione del relativo intervallo di confidenza. Tale studio si basa su un'attenta analisi dei dati, così da verificare le ipotesi di correlazione e dipendenza causale. Non è, quindi, praticabile l'esecuzione in remoto, sui database di ENEL, di tale indagine. Per questo studio, si ritiene necessario l'uso di una macchina provvista di adeguata dotazione in termini di processori, memoria centrale e capacità di storage. Con l'obiettivo di impostare al meglio le attività sopra descritte, sarà condotta, in parallelo, un'indagine sullo stato dell'arte, nella letteratura tecnico-scientifica internazionale, degli approcci diagnostici e prognostici, legati a stress e condizioni di impiego, applicabili ai casi selezionati. È, sin da ora, possibile affermare che saranno di sicuro interesse per il progetto le analisi di affidabilità legate allo stress (stress dependent reliability analysis) e relative a: guasti connessi a processi di corrosione, guasti di macchine rotanti e guasti associati a particolari condizioni di trasporto del fluido. Ulteriori tipologie di guasto, che eventualmente emergessero nelle precedenti attività, saranno incluse nella ricerca dei modelli. In caso di assenza di specifici modelli di degrado o di prestazione, si prevede di svilupparne di nuovi, i quali saranno comunque basati sulla conoscenza delle condizioni di impiego e dei meccanismi chimico-fisici che li generano, in grado di determinare i "soft failure" ed i veri e propri "failure". In questa fase verrà valutato anche il gap relativo ai dati disponibili al fine dell'applicazione di tali approcci, ipotizzando quali tipologie di misura sarebbe opportuno implementare per poter adottare modelli diagnostici e prognostici più efficaci. Le specifiche della strumentazione necessaria ad effettuare questi rilevamenti mirati saranno fornite all'attività A3.1. Al termine delle precedenti fasi, si potrà, così, disporre di un "rationale" che rappresenterà il fondamento su cui costruire il processo di "machine learning" basato su reti bayesiane, che sarà affrontato nella seguente attività (A2.3), in cui verranno sviluppate le inferenze relative allo stato di funzionamento, sia in termini di diagnostici che prognostici. Ogni approccio individuato sarà, infine, presentato in una scheda illustrativa sintetica che ne definirà le potenzialità, i limiti, le informazioni necessarie e le formule o gli algoritmi di calcolo. Ciascun modello sarà, inoltre, valutato in termini sia di adattamento ai dati disponibili che di capacità predittiva. Per tutte quelle aree di interesse per le quali non sia possibile individuare modelli affidabilistici puri o "stress dependent" che siano significativamente applicabili ai dati attualmente disponibili o a quelli di nuovo tipo acquisibili con sensori di nuovo sviluppo, verranno utilizzati apprendimenti di tipo black box (come, ad esempio, le reti neurali, sviluppate nell'attività A2.2 "Metodi di machine learning per la diagnostica"). Questi metodi analizzeranno lo scostamento rispetto alla baseline di funzionamento osservata durante le condizioni di buon funzionamento dell'impianto. A valle della individuazione dei modelli, nel caso in cui esistessero in impianto sistemi diagnostici tipicamente a "soglia", sarà possibile integrare questi ultimi con l'indicazione bayesiana della probabilità di trovarsi in situazioni di guasto, avaria o funzionamento imperfetto (degrado prestazionale).

### Output dell'attività e sua verifica:

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità, aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable D2.1.1 architettura di analisi dati e di condivisione in OO1 (M3) D2.1.2: relazione intermedia sull'analisi dei dati, sulle tecniche statistiche impiegate e sui parametri affidabilistici desunti. (M6) D2.1.3: relazione finale sull'analisi dei dati, sulle tecniche statistiche impiegate e sui parametri affidabilistici desunti. (M10) D2.1.4: scheda illustrativa sintetica per ciascun modello affidabilistico, che ne definirà le potenzialità, i limiti, le informazioni

necessarie e le formule o gli algoritmi di calcolo. Questa scheda permetterà una più rapida applicazione nelle successive attività e verrà continuamente aggiornata sulla base dell'avanzamento della ricerca (fino all'attività A5.3 di taratura e validazione). Sarà prodotta una scheda ogni due mesi a partire dal M10 (M10, M12, M14, M16, M18) D2.1.5: (M18) relazione finale approfondita per tutti i modelli affidabilistici sulle basi scientifiche, i riscontri sperimentali dell'applicazione allo storico, i primi eventuali risultati dell'applicazione alla nuova configurazione di sensoristica adottata e sulla descrizione di dettaglio dell'algoritmo di stima. Milestone: M4: Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Per lo sviluppo dell'attività è richiesto una workstation di calcolo multiprocessore, con 64 GB di RAM e array di dischi ridondante.

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 8 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3,94 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 5,4 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Contributo di Unifi: Per lo sviluppo dell'attività sono richieste notevoli professionalità nell'ambito dello studio ed applicazione di modelli diagnostici e prognostici. In particolare il gruppo di UNIFI sarà costituito da: Professori ordinari impianti industriali meccanici, professori associati di analisi numerica, ricercatori universitari di ruolo di impianti industriali meccanici e assegnisti di ricerca in impianti industriali meccanici, per un impegno totale equivalente a 34,19 mesi-uomo

#### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo: 30 giornate-uomo.

Costo Totale Attività 262642

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 35604

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 17146

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 28226

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 181666

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 0

#### **Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		

#### **Legenda**

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

Attività 2.2

Denominazione *Metodi di machine learning per la diagnostica (SSSA-ENEL-UNIFI-ISE-SDI)*

#### **Descrizione dell'attività**

Preliminarmente è opportuno svolgere una pre-elaborazione dei dati finalizzata alla implementazione dei modelli di fault diagnosis e di machine learning. I database industriali, infatti, sono spesso affetti sia da dati anomali (detti anche outliers) che da ridondanza nelle variabili osservate. D'altra parte, l'efficienza e la qualità dei risultati di un qualunque algoritmo di machine learning dipende dalla qualità e dal contenuto informativo dei dati utilizzati. Pertanto verranno implementate sui dati raccolti dei processi di selezione, finalizzati principalmente ad individuare: 1) i dati anomali, da scartare per la costruzione di modelli rappresentativi delle normali condizioni operative del sistema considerato, ma latori di informazione, se sono indicatori di eventi rilevanti (e.g. faults) 2) le variabili più rilevanti rispetto al fenomeno/processo considerato. Le variabili estratte possono essere un sottoinsieme di quelle originariamente misurate (variable selection), ovvero possono derivare da una trasformazione che aggrega le variabili originali e/o ne estrae le caratteristiche salienti e di maggior contenuto informativo (features extraction). Inoltre molte tecniche di machine learning e fault detection si basano sulla assunzione di un modello statistico dei dati misurati, il quale può essere ricavato tramite tecniche di distribution fitting. Tali tecniche verranno implementate sui dati disponibili, in quanto la possibilità di avere stime sempre aggiornate del modello statistico dei dati, adattandolo dinamicamente ai dati stessi, consente sia di evitare di basare la predizione e detezione di anomalie su ipotesi non sempre verificate (e.s. la gaussianità) sia di seguire la evoluzione statistica dei fenomeni considerati nel tempo, traendo indicazioni utili al fine di determinarne le cause e la efficacia di eventuali contromisure. Successivamente verranno sviluppati meccanismi di diagnosi anomali che implementano una analisi di congruenza dei dati basati sulla ridondanza dei dati stessi ed effettuati sia con tecniche statistiche che model-based, ossia basati sullo sviluppo di modelli fisici (eventualmente anche olistici) del processo sviluppati in A2.1. Ad esempio, da un confronto fra valori attesi e valori reali si può evidenziare sia una anomalia nei dati raccolti (es. dovuta al fault di un sensore) che una anomalia (anche incipiente) di funzionamento del processo stesso. A seconda del livello di dettaglio, il modello stesso può anticipare il verificarsi, in particolari condizioni, di una situazione critica da monitorare e controllare. In particolare verranno sperimentati i seguenti approcci ● Tuning dei parametri delle regole esistenti con Algoritmi Genetici sulla base dei dati storici, al fine di minimizzare i falsi allarmi. ● Alberi decisionali ● Introduzione di metodologie avanzate anche basate su tecniche di intelligenza artificiale per la rilevazione e classificazione di eventi rari ● Analisi congruenza dati tramite lo sfruttamento di modelli predittivi ● Sistemi evoluti quali il Case-Based reasoning (CBR) per formalizzare, capitalizzare e sfruttare le scelte pregresse degli operatori esperti relativamente alla diagnosi e la risoluzione di guasti.

#### **Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverables D2.2.1 architettura di analisi dati e di condivisione in OO1 (M3) D2.2.2: Report sulla implementazione di tecniche di distribution fitting sui dati raccolti (M9 SSSA) D2.2.3: report che illustra le procedure di adattamento delle regole esistenti, da cui si evinca il soddisfacimento del criterio C2.1 (M9, SSSA) D2.2.4: Report sulla applicazione di sistemi statistici e model-based per la early detection dei guasti, da cui si evinca il soddisfacimento del criterio C2.2 (M15, SSSA) D2.2.5: Report sulla applicazione di sistemi evoluti per la tesaurizzazione della conoscenza degli esperti , da cui si evinca il soddisfacimento del criterio C2.3 (M18, SSSA) Milestone: M4: Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Nessuno

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 3 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 18 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3,66 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 1,49 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Per lo sviluppo dell'attività il gruppo di UNIFI sarà costituito da: Professori ordinari impianti industriali meccanici, professori associati di analisi numerica, ricercatori universitari di ruolo di impianti industriali meccanici e assegnisti di ricerca in impianti industriali meccanici, per un impegno totale equivalente a 8,02 mesi-uomo

#### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo: 11 giornate-uomo.

Costo Totale Attività 186154

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 23173

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 83132

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 20328

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 48361

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 11160

#### Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

Attività 2.3

Denominazione *Modelli bayesiani per diagnostica e prognostica (SSSA-ENEL-UNIFI-SDI)*

#### Descrizione dell'attività

Uno degli approcci che verranno esplorati per l'anomaly detection è quello delle reti bayesiane che ha l'interessante proprietà di esplicitare la struttura delle relazioni tra variabili misurate e non, inserendo distribuzioni a priori, e consentendo una stima probabilistica dei risultati. La struttura della rete è sia realizzabile manualmente, che, in taluni casi apprendibile sulla base dei dati a disposizione. Sotto al termine di reti bayesiane sono raccolte soluzioni più diverse che dipendono dalla natura delle variabili coinvolte (discrete, continue o ibride), le dipendenze tra esse presenti (linear e non), e la natura dinamica del processo in analisi. Per realizzare questa attività si andranno ad utilizzare dynamic bayesian networks (DBN) di tipo ibrido ovvero contenenti componenti continue associate a variabili di processo e/o di modello, e variabili discrete associate allo stato di funzionamento ovvero di anomalia del sistema stesso. Il contributo di questa attività è proprio quello di fondere le informazioni di modello di A2.1, di distribution fitting e feature selection di A2.2. La struttura dei processi e dei modelli in oggetto sarà poi espressa dalla DBN attraverso una sua strutturazione generchica/componibile che consente di raggruppare e separare le variabili (OODBN). Per ciascun Target Diagnostico selezionato verranno analizzate le variabili di modello e di dati presenti e le loro distribuzioni. Da queste verrà fatta un'ipotesi di rete dinamica e delle relative dipendenze. Attraverso i dati verrà poi effettuato il tuning delle distribuzioni associate alla rete, e, ove necessario, l'apprendimento delle dipendenze (structure learning). L'attività sarà realizzata utilizzando MATLAB nella fase di tuning e structure learning, passando poi le informazioni ad un framework in C++ già sviluppato da SSSA e migliorato nel contesto dell'attività in oggetto.

#### Output dell'attività e sua verifica:

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverables D2.3.1 Architettura di analisi dati e di condivisione in OO1 (M3) D2.3.2 Prototipo del framework di bayesian processing adattato per il progetto, ed interfacciato con le soluzioni software di A2.2 (M6 SSSA) D2.3.3 Report progressivo sui modelli ricevuti da A2.1 (M10,M12,M14,M18 SSSA) D2.3.4 Report finale sull'insieme dei modelli realizzati per i Target Diagnostici (M18 SSSA) Milestone: M4: Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### Strumenti/attrezzature

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzaure che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Workstation e quota parte di workstation high-end già acquisita

#### Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività.  
Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 3 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo  
Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 18 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo  
Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 1,4922553 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo  
Per lo sviluppo dell'attività il gruppo di UNIFI sarà costituito da: Professori ordinari impianti industriali meccanici, professori associati di analisi numerica, ricercatori universitari di ruolo di impianti industriali meccanici e assegnisti di ricerca in impianti industriali meccanici, per un impegno totale equivalente a 5,51 mesi-uomo

### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo: 8 giornate-uomo.

Costo Totale Attività 142628

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 23173

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 78255

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 0

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 30040

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 11160

### **Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

Attività 2.4

Denominazione *Benchmarking e selezione dei metodi (SSSA-ENEL-UNIFI-ISE-SDI)*

### **Descrizione dell'attività**

Questa attività ha il compito di convogliare i risultati dei modelli sviluppati in A2.1,A2.2,A2.3 e di fornire delle valutazioni comparative utili all'adozione degli stessi nell'implementazione e nel dimostratore. Pertanto il flusso di lavoro è organizzato acquisendo, per ogni Target Diagnostico, i modelli sviluppati e confrontandoli secondo criteri multipli: qualità diagnostica, prognostica e performance di esecuzione. Un importante fattore aggiuntivo analizzato in questa attività è la capacità di generalizzabilità ed estensibilità del modello sviluppato così che possa agevolare lo sviluppo ulteriore da parte delle altre attività dell'OO2, ovvero per sviluppi futuri. L'aspetto della generalizzabilità verrà valutato in termini dei parametri liberi del modello, di quelli tunabili sulla base di dati e sulla quantità di dati storici necessari alla convergenza dei parametri.

### **Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverables D2.4.1 Scelta dei criteri di selezione e metodi, in relazione all'architettura (M3, SSSA) D2.4.2 Report ricorrente realizzato a partire dai risultati dei modelli prodotti dalle altre attività dell'OO2 (M12,M14,M16,M18). D2.4.3 Report contenente le raccomandazioni finali sulla generalizzabilità (M18, SSSA) Milestone: M4: Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### Strumenti/attrezzature

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Nessuno

#### Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività.  
Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 3 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 4 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3,14 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 2,24 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 1,62 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Per lo sviluppo dell'attività il gruppo di UNIFI sarà costituito da: Professori ordinari impianti industriali meccanici, professori associati di analisi numerica, ricercatori universitari di ruolo di impianti industriali meccanici e assegnisti di ricerca in impianti industriali meccanici, per un impegno totale equivalente a 4,01 mesi-uomo

#### Subcontratti

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo: 8 giornate-uomo.

Costo Totale Attività 105761

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 23173

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 17390

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 27592

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 26446

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 11160

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

Attività 2.5

Denominazione

#### Descrizione dell'attività

#### Output dell'attività e sua verifica:

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto.

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

**Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività

**Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività.

**Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo

Costo Totale Attività

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 0

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 0

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 0

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 0

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 0

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										

**Legenda**

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

**Tempistica**

Indicare i mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'Obiettivo Operativo.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'Obiettivo Operativo.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												

**Legenda**

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

**Costo totale dell'obiettivo**

Indicare il costo complessivo dell'obiettivo Operativo

**Costo totale dell'obiettivo:** 725.261,00

## Eventuale documentazione Aggiuntiva

- Upload:**  File non trovato  
**Upload:**  File non trovato  
**Upload:**  File non trovato

### OBIETTIVO OPERATIVO N. 3

Obiettivi operativi del progetto: verranno inseriti dal Capofila, ma dovranno necessariamente riferirsi alle attività dei singoli partner. Il Capofila, infatti, in relazione a ciascun obiettivo operativo (da un minimo di 1 ad un massimo di 5) deve obbligatoriamente specificare quali attività verranno svolte dai partner.

<b>Denominazione:</b>	Sensoristica innovativa e tool avanzati
<b>Responsabile dell'obiettivo:</b>	SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA

#### Descrizione dell'obiettivo operativo

*Descrivere le attività svolte, anche in relazione ai partner e alle risorse coinvolte. Indicare quale partner è responsabile del presente Obiettivo.* Gli attuali sistemi di rilevazione guasti ed anomalie sono basati su logiche statistiche/probablistiche elaborate a seguito di una attenta analisi dei dati raccolti sul campo. Tali sistemi permettono il monitoraggio dello stato dei singoli componenti che compongono una macchina. In questa maniera si può definire costantemente lo stato di un intero impianto, garantendo una maggior affidabilità e disponibilità dello stesso. L'OO3 all'interno del progetto SmartGeo ha il compito di definire e sviluppare sistemi di monitoraggio, diagnostica, acquisizione dati innovativi e tool avanzati di analisi dati e visualizzazione recependo gli input dell'OO1 e interfacciandosi con l'OO2. In particolare, all'interno dell'OO3 si seguiranno due approcci principali, da una parte si svilupperanno sensori wireless intelligenti innovativi, con le relative logiche di processing on-board, a basso costo ed in grado di comunicare secondo il paradigma dell'Internet delle cose (OO3.1 e OO3.2), dall'altro si integreranno soluzioni di monitoraggio commerciali complesse, dotandole di logica distribuita (OO3.3) e di moduli specifici di analisi dati. I tool di visualizzazione innovativi (OO3.4) saranno in grado di rappresentare in modo appropriato tutte le nuove grandezze monitorate. Negli ultimi anni si è sempre più assistito ad una forte penetrazione delle tecnologie wireless in ambito industriale, e nuovi sistemi avanzati di monitoraggio basati su comunicazioni senza fili sono stati sviluppati a partire dall'esperienza acquisita con sistemi cablati. Il processo di migrazione da tecnologie di monitoraggio cablate verso tecnologie senza fili ha portato allo sviluppo di soluzioni di comunicazione riadattate al contesto wireless. Un esempio di tale approccio è la tecnologia WirelessHART sviluppata a partire dal ben noto protocollo Highway Addressable Remote Transducer (HART). Negli stessi anni, mentre in ambito industriale veniva definita la tecnologia WirelessHART, l'attività di ricerca accademica prima, e quella dell'industria dei sistemi embedded poi, ha portato allo sviluppo di sistemi di monitoraggio wireless avanzati in grado di integrare semplici dispositivi di monitoraggio nella più vasta rete Internet, abilitando di fatto la visione della cosiddetta Internet delle cose (Internet of Things - IoT). Sebbene una rete wireless di sensori conforme all'IoT usi lo stesso protocollo di comunicazione a basso livello del WirelessHART, l'IEEE802.15.4, l'uso di protocolli derivanti dal mondo Internet, IPv6 e HTTP in primis, permette un indirizzamento ed integrazione globale di sensori IoT in una rete globale facilitando sempre più una interazione del tipo Machine-to-Machine tra di loro. Sperimentazioni di reti di monitoraggio IoT si trovano oggi in vari scenari applicativi, mentre il loro utilizzo in ambiente industriale non è ancora considerato, sebbene questo porterebbe indubbi vantaggi, quali interoperabilità completa tra dispositivi con possibilità di creare in futuro sistemi autonomi di controllo basati su tecnologia wireless. Lo sviluppo di sensoristica wireless innovativa a partire da componenti disponibili sul mercato ed integrabili tra loro, e la sperimentazione di tecnologie IoT per reti wireless di sensori in ambito industriale è pertanto uno degli obiettivi principali del presente obiettivo operativo. Sebbene l'utilizzo di sensoristica wireless IoT e a basso costo in ambiente industriale porterebbe indiscussi vantaggi, questa potrebbe essere difficilmente applicata in contesti in cui logiche complesse decentralizzate sono necessarie. Nodi sensori intelligenti per sistemi IoT sono infatti tipicamente costituiti da sistemi a microcontrollore dalle capacità di calcolo ridotte. Per superare tale problema, e per meglio garantire la diagnosi di anomalie e guasti, verranno anche utilizzati un insieme di sensori complessi (che necessitano di grandi capacità di calcolo), e dal più alto costo, atti a misurare le grandezze di interesse (vibrazioni, termografia e misure elettriche) già esistenti o sviluppati ad hoc al fine di fornire una offerta sensoristica completa che vada a creare una rete di monitoraggio avanzata. La rete di monitoraggio sviluppata andrà ad affiancarsi a quella già presente al fine di supportare la diagnostica di impianto sia per quel che riguarda la parte all'interno che all'esterno della centrale.

#### Output dell'Obiettivo operativo e sua verifica:

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso del singolo obiettivo operativo, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable: D3.1.1 - Report sulle tipologie di moduli sensore selezionati per lo sviluppo di sensoristica intelligente (M6 SSSA) D3.1.2 - Prototipi di laboratorio per sensoristica intelligente: prima versione (M12 SSSA) D3.1.3 - Prototipi di laboratorio per sensoristica intelligente: versione finale (M18 SSSA) D3.2.1 - Report intermedio su algoritmiche per processing on-board finalizzate alla diagnostica e algoritmiche di compressione dati (M12 SSSA) D3.2.2 - Report finale su algoritmiche per processing on-board finalizzate alla diagnostica e algoritmiche di compressione dati (M18 SSSA) D3.2.3 - Prototipo integrato in laboratorio di rete di sensori wireless

operanti tramite protocolli IoT (M18 SSSA) D3.3.1 - Prima versione prototipo rete di monitoraggio complessa (M6 ISE) D3.3.2 - Versione finale prototipo rete di monitoraggio complessa (M18 ISE) D3.4.1 - Report sulle pratiche di visualizzazione in ambito geotermico e gli strumenti utilizzati. Definizione dell'architettura di visualizzazione. Definizione dei criteri di verifica delle visualizzazioni (M6 SSSA) D3.4.2 - Prototipo di visualizzazione dei dati dei sistemi di diagnostica e prognostica orientati alle tecniche di machine learning black box (M12 SSSA) D3.4.3 - Prototipo di visualizzazione per i dati relativi alle strutture bayesiane ed al case based reasoning (M12 SSSA) D3.4.4 - Prototipo di visualizzazione delle strutture geografiche e di rete dei nuovi sensori sviluppati nelle altre attività dell'OO3 (M18 SSSA) Milestone: M3: Rilascio prima versione dell'architettura, algoritmi e sensori M4: Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

### Strumenti/attrezzature

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività SSSA metterà a disposizione del progetto le attrezzature di laboratorio (stazione saldante, oscilloscopio, ecc) a disposizione dell'area di ricerca "Networks of Embedded Systems" situata presso l'Istituto TeCIP. Inoltre SSSA prevede l'acquisto di 2 workstation con monitor e 2 laptop per lo sviluppo/testing delle logiche on-board sui sensori intelligenti, oltre all'utilizzo di workstation esistenti e a comune con OO2 per lo sviluppo dei tool di visualizzazione. ENEL Green Power, responsabile di OO5, provvederà all'acquisto di sensori e dispositivi embedded da utilizzare per la realizzazione dei vari prototipi di sensori intelligenti, tali sensori verranno successivamente installati nel prototipo finale previsto dal progetto. ISE metterà a disposizione del progetto le attrezzature e la strumentazione necessaria per l'acquisizione e l'analisi dei dati (sensoristica, sistemi di condizionamento dei segnali, schede di acquisizione dati, software di analisi, ecc.).

### Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 21 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 7 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 60,9 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 10,22 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 3,02 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 4,61 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

### Subcontratti

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo La ISE si avvarrà, durante lo svolgimento delle propria attività sul presente Obiettivo Operativo, della consulenza di Soft Engineering, tramite il suo legale rappresentante Stefano Ponticelli, esperto in sistemi di diagnostica remota.

### Attività 3.1

#### Denominazione Sviluppo di sensoristica intelligente (SSSA-ENEL)

### Descrizione dell'attività

Lo scopo di questa attività è quello di sviluppare sensori wireless intelligenti a basso costo per abilitare un monitoraggio pervasivo all'interno di una centrale geotermica. Un sensore wireless intelligente è composto da: (i) modulo sensore in grado di misurare una determinata grandezza, (ii) sistema embedded a bassa capacità computazionale, tipicamente microcontrollore, in grado di eseguire algoritmiche di processamento dei dati consone alle proprie capacità computazionali, e (iii) un modulo di comunicazione wireless. I prototipi finali di nodi intelligenti dovranno essere in grado di comunicare le informazioni raccolte dall'ambiente circostante seguendo il paradigma dell'Internet delle cose, utilizzando protocolli standard sviluppati dalla comunità scientifica, permettendo inoltre l'implementazione di logiche on-board basilari di processamento delle informazioni e/o compressione delle informazioni. I sensori integrati con il sistema embedded selezionato potranno essere sia scalari che vettoriali. Al primo gruppo appartengono tutti quei dispositivi sensore che misurano grandezze scalari e che hanno come output un numero intero/reale associato ad un'unità di misura, come ad esempio temperatura, luminosità, etc. Per sensori vettoriali si intendono dispositivi sensore che misurano grandezze descritte da un vettore, come ad esempio video e audio. I dispositivi embedded ed i sensori, sia scalari che vettoriali, saranno selezionati a partire dai requisiti di sistema, output dell'attività OO1.3 (Definizione requisiti/targets diagnostica e definizione interfaccia utente) e considerando l'analisi dei dati di input, output dall'attività OO2.1 (Individuazione modelli razionali per guasti e relazioni). Tutti i dispositivi hardware saranno selezionati come componenti già presenti sul mercato (Commercial Off-the-Shelf - COTS), in modo da mantenere un target di basso costo. L'integrazione dei componenti scelti secondo le modalità sopra indicate sarà suddivisa in due sotto attività che comprendono integrazione hardware e integrazione software. La prima si occuperà di integrare fisicamente i dispositivi sensori con i dispositivi embedded, mentre la seconda attività sarà volta allo sviluppo software per rendere usufruibili a livello applicativo le grandezze misurate dai dispositivi sensori. Nell'integrazione hardware di andrà a privilegiare la funzionalità del sensore intelligente (acquisizione informazioni), non considerando problematiche energetiche.

**Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable: D3.1.1 - Report sulle tipologie di moduli sensore selezionati per lo sviluppo di sensoristica intelligente (M6 SSSA) D3.1.2 - Prototipi di laboratorio per sensoristica intelligente: prima versione (M12 SSSA) D3.1.3 - Prototipi di laboratorio per sensoristica intelligente: versione finale (M18 SSSA) Milestone: M3: Rilascio prima versione dell'architettura, algoritmi e sensori M4: Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

**Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività SSSA metterà a disposizione del progetto le attrezzature di laboratorio (stazione saldante, oscilloscopio, ecc) a disposizione dell'area di ricerca "Networks of Embedded Systems" situata presso l'Istituto TeCIP. I sensori e i dispositivi embedded da utilizzare per la realizzazione dei vari prototipi di sensori intelligenti verranno forniti da ENEL Green Power, responsabile di OO5, in modo da poterli successivamente installare nel prototipo finale previsto dal progetto.

**Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 4 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 4 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 18,55 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

**Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo Nessuno

Costo Totale Attività 122182

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 41545

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 80637

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 0

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 0

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 0

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		

**Legenda**

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

Attività 3.2

Denominazione *IoT Wireless Sensor Networks in ambiente industriale (SSSA-ENEL-SDI)*

**Descrizione dell'attività**

L'obiettivo principale di questa attività è quello di sviluppare applicativi per i dispositivi prototipali sviluppati nell'attività OO3.1 (Sviluppo di sensoristica intelligente). Oltre ad implementare funzionalità di rete secondo il paradigma IoT per il trasferimento delle informazioni ad un centro di raccolta secondo modalità indicate nell'attività OO1.3 (Definizione requisiti/targets diagnostica e definizione interfaccia utente), si dovranno sviluppare logiche on-board di diagnostica e logiche di compressione delle informazioni. Il trasferimento dei dati di monitoraggio acquisiti dai vari sensori verso un centro di raccolta avverrà tramite l'utilizzo di un gateway capace di interfacciarsi da una parte con la rete di sensori stessa, e dall'altra con reti ethernet già presenti in impianto. Per lo sviluppo di logiche on-board

di diagnostica si instaurerà una comunicazione bidirezionale con l'OO2 (analisi dati e modelli). Infatti, da una parte i partner dell'OO2 dovranno selezionare ed indicare possibili logiche con lo scopo di effettuare una prima analisi delle grandezze monitorate direttamente sulla sensoristica intelligente, dall'altra i responsabili della presente attività dovranno indicare i possibili limiti delle logiche implementate su sensoristica intelligente dovuti all'uso di dispositivi embedded con basse capacità computazionali (sia in termini di memoria, sia in termini di velocità del sistema). Sebbene l'uso dei protocolli IoT nelle reti wireless di sensori porta indubbi benefici di interoperabilità, scalabilità, ecc., un limite da considerarsi è quello della banda di comunicazione. Questa limitazione può essere in parte superata da una parte utilizzando logiche on-board per la diagnostica (comunicazione di eventi), dall'altro tramite tecniche di compressione dati ove misure non elaborate sono necessarie per arricchire un data set di dati su cui elaborare tecniche avanzate per la rilevazione dei guasti (OO2). Nello sviluppo delle logiche di compressione/elaborazione on-board si prediligerà lo sviluppo delle nuove funzionalità, non considerando tematiche di consumo energetico.

#### **Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable: D3.2.1 - Report intermedio su algoritmiche per processing on-board finalizzate alla diagnostica e algoritmiche di compressione dati (M12 SSSA) D3.2.2 - Report finale su algoritmiche per processing on-board finalizzate alla diagnostica e algoritmiche di compressione dati (M18 SSSA) D3.2.3 - Prototipo integrato in laboratorio di rete di sensori wireless operanti tramite protocolli IoT (M18 SSSA) Milestone: M3: Rilascio prima versione dell'architettura, algoritmi e sensori M4: Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività SSSA prevede l'acquisto di 2 workstation con monitor e 2 laptop per lo sviluppo/testing delle logiche on-board sui sensori intelligenti. I sensori intelligenti, forniti da Enel Green Power durante l'attività OO3.1, verranno utilizzati anche in questa attività.

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 7 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 34,35 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 0,75 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

#### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo Nessuno

Costo Totale Attività 194497

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 34759

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 154157

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 0

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 0

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 5580

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												

#### **Legenda**

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

**Descrizione dell'attività**

Lo scopo principale di questa attività consiste nello sviluppo di un sistema evoluto di monitoraggio e diagnostica su un impianto geotermico al fine di incrementarne l'affidabilità e la disponibilità. Lo sviluppo di tale sistema si basa sui risultati relativi alle attività del OO1, che prevede l'analisi dettagliata dell'impianto e dei suoi componenti al fine di definire l'insieme delle grandezze fisiche necessarie per individuare i guasti potenziali e le modalità con cui i medesimi possono verificarsi. L'attività in esame prevederà la definizione della catena di misura a partire delle grandezze fisiche da monitorare, la scelta dei trasduttori più idonei per il tipo di applicazione, la progettazione hardware del sistema di acquisizione e trasmissione dei dati e lo sviluppo / customizzazione del software di interfaccia e analisi dati per il modulo intelligente decentralizzato, in cui saranno implementate le regole di diagnosi. Il software di interfaccia e analisi dei dati potrà prevedere dei moduli di "data export" utili per l'interfaccia alle attività descritte nell' OO2. Conclusa questa prima fase, il gruppo di lavoro si occuperà della supervisione al montaggio del sistema completo di misura, delle relative attività di collaudo e della analisi dei dati finalizzata alla validazione del sistema di misura.

**Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable: D3.3.1 - Prima versione prototipo rete di monitoraggio complessa (M6 ISE) D3.3.2 - Versione finale prototipo rete di monitoraggio complessa (M18 ISE) Milestone: M4: Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

**Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività ISE metterà a disposizione del progetto le attrezzature e la strumentazione necessaria per l'acquisizione e l'analisi dei dati (sensoristica, sistemi di condizionamento dei segnali, schede di acquisizione dati, software di analisi, ecc.). I sensori, forniti da Enel Green Power durante l'attività OO3.1, verranno utilizzati anche in questa attività.

**Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 3 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 10,22 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 3,02 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 2,23 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

**Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo Nessuno

Costo Totale Attività 135968

Capofila - Partner 1 Enel Green Power S.p.A. Costo 31158

Partner 2 SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA  
Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO Costo 0

Partner 3 I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA Costo 88069

Partner 4 UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale Costo 0

Partner 5 S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A. Costo 16740

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																			
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																	
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													

## Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

## Attività 3.4

Denominazione *Tools avanzati di visualizzazione ed interfaccia (SSSA-ENEL-SDI)*

### Descrizione dell'attività

L'obiettivo di questa attività consiste nel rendere accessibile all'utilizzatore finale le informazioni acquisite tramite i sensori sviluppati nelle precedenti attività dell'OO3 e nel rendere più fruibili i risultati delle tecniche avanzate sviluppate nell'OO2. In generale la visualizzazione ha lo scopo di presentare l'andamento di processi, e di sfruttare le capacità del sistema percettivo umano nel cogliere andamenti o confrontare dati. Le visualizzazioni sviluppate all'interno di questa attività saranno poi rese accessibili al sistema finale e al dimostratore tramite le attività di integrazione di OO4 e OO5. In una prima fase verranno valutate le esigenze di visualizzazione tipiche degli operatori ENEL in sala centrale ed i paradigmi più utilizzati, in particolare per le rappresentazioni geografiche, della rete e delle diagnostiche. Queste considerazioni porteranno al D3.4.1 che conterrà anche la definizione dell'architettura di visualizzazione ed i criteri di verifica. I due strumenti proposti per la creazione delle visualizzazioni sono Java e R: il primo garantisce portabilità, interoperabilità e vanta un ampio numero di librerie, il secondo invece ha strumenti di visualizzazione avanzata, efficienza di esecuzione ed un ampio bacino di casi di studio. Il primo tipo di visualizzazione è quello relativo alla comprensione dei meccanismi diagnostici, in particolare alla spiegazione delle decisioni del sistema diagnostico, confrontando, ove possibile l'approccio model based con quelli data based. Il secondo tipo di visualizzazione è orientato all'approccio Case Based Reasoning (CBR) per il quale strumenti come jColibri consentono di realizzare visualizzazioni e spiegazioni visuali delle situazioni di guasto. Il terzo tipo di visualizzazione è invece orientato alla presentazione dei dati acquisiti dai sensori, siano essi rappresentati in modo spaziale rispetto alla rete di pozzi del sistema geotermico, ovvero logico. In particolare saranno progettate visualizzazioni basate su intensità dei colori in conformità al valore delle grandezze misurate. Questa attività richiede una forte interazione con le altre attività dell'OO3.

### Output dell'attività e sua verifica:

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable: D3.4.1 - Report sulle pratiche di visualizzazione in ambito geotermico e gli strumenti utilizzati. Definizione dell'architettura di visualizzazione. Definizione dei criteri di verifica delle visualizzazioni (M6 SSSA) D.3.4.2 - Prototipo di visualizzazione dei dati dei sistemi di diagnostica e prognostica orientati alle tecniche di machine learning black box (M12 SSSA) D.3.4.3 - Prototipo di visualizzazione per i dati relativi alle strutture bayesiane ed al case based reasoning (M12 SSSA) D.3.4.4 - Prototipo di visualizzazione delle strutture geografiche e di rete dei nuovi sensori sviluppati nelle altre attività dell'OO3 (M18 SSSA) La verifica è attraverso la dimostrazione delle funzionalità del software. Aspetti di usabilità con gli operatori sono compito dell' OO5. Milestone: M3: Rilascio prima versione dell'architettura, algoritmi e sensori M4: Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

*I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersì secondo il modello presente sulla piattaforma.*

### Strumenti/attrezzature

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Per SSSA workstation esistenti e a comune con OO2. Enel Green Power metterà a disposizione per questa attività Workstations, Infrastrutture di rete, Licenze OSI soft, Licenze SQL server, Licenze MATLAB e Interfaccia per monitoring.

### Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 7 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 8 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 1,62 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

### Subcontratti

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo Nessuno

Costo Totale Attività 80699

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 34759

Partner 2 SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA  
Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO Costo 34780

Partner 3 I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA Costo 0

Partner 4 UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale Costo 0

Partner 5 S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A. Costo 11160

### Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

#### Attività 3.5

#### Denominazione

#### Descrizione dell'attività

##### Output dell'attività e sua verifica:

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto.

*I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.*

#### Strumenti/attrezature

Definire quali sono gli strumenti e le attrezature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività

#### Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività.

#### Subcontratti

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo

#### Costo Totale Attività

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 0

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 0

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 0

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 0

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 0

### Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="checkbox"/>																													
2	<input type="checkbox"/>																													
3	<input type="checkbox"/>																													
4	<input type="checkbox"/>																													
5	<input type="checkbox"/>																													

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*  
 Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*  
 Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*  
 Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*  
 Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

## Tempistica

Indicare i mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'Obiettivo Operativo.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<input checked="" type="checkbox"/>																													

## Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'Obiettivo Operativo.

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>																													
2	<input checked="" type="checkbox"/>																													
3	<input checked="" type="checkbox"/>																													
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
5	<input checked="" type="checkbox"/>																													

### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*  
 Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*  
 Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*  
 Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*  
 Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

## Costo totale dell'obiettivo

Indicare il costo complessivo dell'obiettivo Operativo

**Costo totale dell'obiettivo:** 533.345,00

## Eventuale documentazione Aggiuntiva

- Upload:**  File non trovato  
**Upload:**  File non trovato  
**Upload:**  File non trovato

## OBIETTIVO OPERATIVO N. 4

Obiettivi operativi del progetto: verranno inseriti dal Capofila, ma dovranno necessariamente riferirsi alle attività dei singoli partner. Il Capofila, infatti, in relazione a ciascun obiettivo operativo (da un minimo di 1 ad un massimo di 5) deve obbligatoriamente specificare quali attività verranno svolte dai partner.

**Denominazione:** Implementazione del sistema avanzato di diagnostica predittiva

**Responsabile dell'obiettivo:** S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.

### Descrizione dell'obiettivo operativo

Descrivere le attività svolte, anche in relazione ai partner e alle risorse coinvolte. Indicare quale partner è responsabile del presente Obiettivo. L'obiettivo operativo 4 prevede l'implementazione del sistema di diagnostica predittiva. L'implementazione del sistema è realizzata attraverso 4 linee di attività, la cui responsabilità è assegnata ad SDI e alle quali partecipano altri partner: 1. Linea di attività 4.1: Definizione dell'architettura hardware e software del sistema di diagnostica predittiva 2. Linea di attività 4.2: Realizzazione del sistema di diagnostica predittiva 3. Linea di attività 4.3: Integrazione, sul sistema di diagnostica predittiva, di modelli prognostici 4. Linea di attività 4.4: Integrazione, sul sistema di diagnostica predittiva, di interfacce utente avanzate La linea di attività 4.1 è costituita dalla definizione dell'architettura hardware e software del sistema di diagnostica predittiva. L'architettura hardware e software sarà definita tenendo conto dall'attuale sistema di telesupervisione già presente nell'impianto che ospiterà il dimostratore, e più in generale nella totalità degli impianti geotermici di ENEL, delle politiche di sicurezza informatica adottate da ENEL, ed accogliendo i requisiti definiti negli obiettivi operativi 1,2 e 3. L'attività sarà svolta con il contributo di tutti i partner. L'architettura sarà descritta in una specifica tecnica del sistema avanzato di diagnostica predittiva, la cui emissione è prevista in due revisioni: la prima revisione preliminare, deliverable D4.1.1 al mese M12, in corrispondenza del milestone M3 di Rilascio della prima versione dell'architettura, algoritmi e sensori, e la seconda revisione finale, deliverable D4.1.2, al mese M19. La linea di attività 4.2 è costituita dalla realizzazione della piattaforma del sistema di diagnostica predittiva. La realizzazione del sistema è prevista prima

in versione replica presso il laboratorio di SDI, e poi in linea sull'impianto che sarà individuato per la dimostrazione. La realizzazione del sistema prevede una prima fase l'acquisizione, l'installazione e la configurazione di hardware e software. Le funzionalità richieste dalla specifica tecnica fornita come uscita dalla linea di attività 4.1 saranno per quanto possibile implementate a partire da piattaforme hardware e software di tipo commerciale disponibili sul mercato, limitando al minimo le attività di personalizzazione software. La piattaforma finale del sistema di diagnostica predittiva dovrà consentire l'integrazione sul sistema stesso di modelli di diagnostica predittiva e di interfacce innovative in una modalità che potremmo definire plug-in: saranno in fatti definite delle regole di interfaccia che rendano possibile una facile integrazione. L'implementazione sarà inoltre realizzata tenendo conto della prospettiva di replicare il sistema di diagnostica predittiva, dopo la dimostrazione sul sito pilota, su un certo numero di altri impianti geotermici di ENEL. Sarà quindi curata la descrizione della fase di installazione e configurazione del sistema. L'attività sarà svolta con il contributo di SDI ed ENEL. La linea di attività 4.2 di implementazione prevede al mese M21, in corrispondenza del Milestone M5 di "Integrazione e verifica interazione finale del sistema", il rilascio del deliverable D4.2.1 "Manuale as built del sistema di diagnostica predittiva". In corrispondenza della stessa mese M21 e della stessa Milestone M5 sono previsti anche 2 deliverable di linee guida per l'integrazione, il deliverable D4.2.2 "Manuale utente di integrazione di modelli sul sistema di diagnostica predittiva" ed il deliverable D4.2.3 "Manuale utente di integrazione di interfacce utente sul sistema di diagnostica predittiva". La linea di attività 4.3 è costituita dall'integrazione, sul sistema di diagnostica predittiva, dei modelli prognostici sviluppati nel corso dell'obiettivo operativo 2. L'integrazione avverrà secondo le direttive descritte nel deliverable D4.2.2 di "Manuale utente di integrazione di modelli sul sistema di diagnostica predittiva". In questa fase preliminare del progetto non è ancora definita la modalità di integrazione, che potrebbe prevedere attività di traduzione del modello dall'ambiente originario di sviluppo ad un linguaggio che ne consenta l'integrazione, oppure la realizzazione di funzionalità di interfacciamento che consentano il plug-in del modello originario. L'attività sarà svolta con il contributo di SDI, SSSA, ISE ed ENEL. La linea di attività 4.3 di integrazione dei modelli prevede al mese M23, in corrispondenza del Milestone M6 di "Completamento fase sperimentale (sperimentazione, analisi costi)", il rilascio del deliverable D4.3.1 "Libreria modelli su sistema di diagnostica predittiva". La linea di attività 4.4 è costituita dall'integrazione, sul sistema di diagnostica predittiva, delle interfacce innovative studiate nel corso dell'obiettivo operativo 3. L'integrazione avverrà secondo le direttive descritte nel deliverable D4.2.4 di "Manuale utente di integrazione di interfacce utente sul sistema di diagnostica predittiva". L'attività sarà svolta con il contributo di SDI ed ENEL. La linea di attività 4.4 di integrazione di interfacce utente prevede al mese M23, in corrispondenza del Milestone M6 di "Completamento fase sperimentale (sperimentazione, analisi costi)", il rilascio del deliverable D4.3.1 "Libreria interfacce utente su sistema di diagnostica predittiva".

#### **Output dell'Obiettivo operativo e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso del singolo obiettivo operativo, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable ● D4.1.1 "Revisione preliminare specifica tecnica del sistema di diagnostica predittiva" Mese 12 Milestone M3. ● D4.1.2 "Revisione finale specifica tecnica del sistema di diagnostica predittiva" Mese 19. ● D4.2.1 "Documentazione as built del sistema di diagnostica predittiva" Mese 21 Milestone M5 ● D4.2.2 "Manuale utente di integrazione di modelli sul sistema di diagnostica predittiva" Mese 21 Milestone M5 ● D4.2.3 "Manuale utente di integrazione di interfacce utente sul sistema di diagnostica predittiva" Mese 21 Milestone M5 ● D4.3.1 "Libreria modelli su sistema di diagnostica predittiva" Mese 23 Milestone M6 ● D4.4.1 "Libreria interfacce utente su sistema di diagnostica predittiva" Mese 23 Milestone M6 Milestone ● M3 "Rilascio prima versione dell'architettura, algoritmi e sensori" ● M5 "Integrazione e verifica interazione finale del sistema" ● M6 "Completamento fase sperimentale (sperimentazione, analisi costi)"

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Per la realizzazione delle attività è previsto l'uso delle seguenti attrezture: ● Sistema di sviluppo ● Licenze sistema di sviluppo ● Sistema di Presentazione ● Notebook di sviluppo ● Software di controllo di versione ● Server di controllo di versione ● Server di backup

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 10 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 6 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 10,18 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 10,38 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 5,23 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 24,81 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 13,17 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Contributo di UNIFI: per lo sviluppo dell'attività il gruppo di UNIFI sarà costituito da: Professori ordinari impianti industriali meccanici, professori associati di analisi numerica, ricercatori universitari di ruolo di impianti industriali meccanici e assegnisti di ricerca in impianti industriali meccanici, per un impegno totale equivalente a 4,01 mesi-uomo

## **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo In questo obiettivo operativo ISE si avvarrà della consulenza della Process Automation Solutions ed in particolare dell'ing. Fulvio Roveta, esperto nel campo del monitoraggio remoto.

### Attività 4.1

Denominazione *Definizione dell'architettura hardware e software del sistema di diagnostica predittiva (SDI-ENEL-UNIFI-SSSA-ISE)*

#### **Descrizione dell'attività**

La linea di attività 4.1 è costituita dalla definizione dell'architettura hardware e software del sistema di diagnostica predittiva. L'architettura hardware e software sarà definita tenendo conto dall'attuale sistema di telesupervisione già presente nell'impianto che ospiterà il dimostratore, e più in generale nella totalità degli impianti geotermici di ENEL, ed accogliendo i requisiti definiti negli obiettivi operativi 1,2 e 3. L'architettura tipica degli attuali sistemi di telesupervisione presenti in Enel Green Power è descritta nella figura riportata in allegato al presente Obiettivo Operativo ("OO4\_Immagine 1"). L'attuale sistema di telesupervisione si basa sulla piattaforma PI di OSisoft. L'architettura prevede 2 server (in configurazione ridondante) che raccolgono ed archiviano i dati real-time provenienti dagli impianti. Affiancata a questa macchina esiste un database server (SQL server) su cui sono archiviate invece le informazioni strutturate. Sono poi presenti dei server che ospitano l'implementazione delle procedure per il calcolo complesso real-time. Tali calcoli utilizzano i dati provenienti dal database server e dal server PI e scrivono i risultati delle elaborazioni negli stessi server. Infine la parte di presentazione è demandata ad una macchina che fornisce i risultati con un'interfaccia anch'essa basata sui prodotti OSI soft (PI processbook). La macchina di interfaccia è accessibile dai normali computer posti nella rete ENEL. Le comunicazioni tra apparati, gli accessi di varie tipologie di utenti al sistema sono regolate da stringenti politiche di sicurezza informatica in vigore in tutti gli impianti ENEL, e a dette politiche dovrà uniformarsi anche l'estensione all'attuale configurazione che sarà costituita dal sistema di diagnostica predittiva. SDI, partner industriale del progetto e responsabile dell'obiettivo operativo, si occuperà della definizione vera e propria dell'architettura e della stesura della specifica tecnica, in termini di identificazione degli apparati da prevedere, della loro configurazione hardware, del software e dei dati che sono destinati ad ospitare, delle interazioni tra apparati e di protocolli di comunicazione ad esse relativi. La definizione dell'architettura avverrà con il contributo di tutti i partner. ENEL si occuperà di indirizzare la definizione verso una completa integrazione con i sistemi preesistenti, il rispetto delle politiche aziendali di sicurezza informatica, ed una piena rispondenza ai requisiti finali del sistema di diagnostica. I partner scientifici UNIFI e SSSA indirizzeranno la definizione dell'architettura verso una piena integrabilità all'interno del sistema dei vari modelli di diagnostica predittiva che verranno sviluppati nel progetto e delle interfacce utente di tipo avanzate che saranno progettate per visualizzare in maniera ergonomica ed innovativa i risultati delle elaborazioni. ISE, l'altro partner industriale del progetto, darà il suo contributo curando l'interfacciabilità del sistema di diagnostica predittiva con le reti di sensori intelligenti e wireless sviluppati nell'obiettivo operativo 3.

#### **Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Il risultato dell'attività è costituito dalla specifica tecnica del sistema di diagnostica predittiva. La specifica tecnica conterrà l'identificazione degli apparati da utilizzare, la loro configurazione hardware, il software e dei dati che sono destinati ad ospitare, le interazioni tra apparati ed i protocolli di comunicazione ad esse relativi. Saranno inoltre descritte le azioni atte ad uniformarsi alle politiche di sicurezza informatiche adottate negli impianti ENEL. Una prima revisione della specifica sarà rilasciata al mese 12 e a partire da essa sarà possibile eseguire le attività 4.2, 4.3, 4.4, mentre la revisione finale sarà disponibile al mese 19. Deliverable ● D4.1.1 "Revisione preliminare specifica tecnica del sistema di diagnostica predittiva" Mese 12 Milestone M3. ● D4.1.2 "Revisione finale specifica tecnica del sistema di diagnostica predittiva" Mese 19. Milestone ● M3 "Rilascio prima versione dell'architettura, algoritmi e sensori"

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzi che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Per la realizzazione dell'attività 4.1 non sono previsti particolari strumenti o attrezzi.

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 2 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 2 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 7,18 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 5,19 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 3,18 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3,534972122 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

Contributo di UNIFI: per lo sviluppo dell'attività il gruppo di UNIFI sarà costituito da: Professori ordinari impianti industriali meccanici, professori associati di analisi numerica, ricercatori universitari di ruolo di impianti industriali meccanici e assegnisti di ricerca in impianti industriali meccanici, per un impegno totale equivalente a 4,01 mesi-uomo

### Subcontratti

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo In questa attività ISE si avverrà della consulenza della Process Automation Solutions ed in particolare dell'ing. Fulvio Roveta, esperto nel campo del monitoraggio remoto

Costo Totale Attività 146497

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 20772

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 31826

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 41220

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 22918

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 29760

### Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																	
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

#### Attività 4.2

Denominazione *Realizzazione della piattaforma del sistema di diagnostica predittiva (SDI-ENEL)*

### Descrizione dell'attività

La linea di attività 4.2 è costituita dalla realizzazione della piattaforma del sistema di diagnostica predittiva. La realizzazione del sistema è prevista prima in versione replica presso il laboratorio di SDI, e poi in linea sull'impianto che sarà individuato per la dimostrazione. La realizzazione del sistema prevede una prima fase l'acquisizione, l'installazione e la configurazione di hardware e software. Le funzionalità richieste dalla specifica tecnica fornita come uscita dalla linea di attività 4.1 saranno per quanto possibile implementate a partire da piattaforme hardware e software di tipo commerciale disponibili sul mercato, limitando al minimo le attività di personalizzazione software. La piattaforma finale del sistema di diagnostica predittiva dovrà consentire l'integrazione sul sistema stesso di modelli di diagnostica predittiva e di interfacce innovative in una modalità che potremmo definire plug-in: saranno in fatti definite delle regole di interfaccia che rendano possibile una facile integrazione. L'implementazione sarà inoltre realizzata tenendo conto della prospettiva di replicare il sistema di diagnostica predittiva, dopo la dimostrazione sul sito pilota, su un certo numero di altri impianti geotermici di ENEL. Sarà quindi curata la descrizione della fase di installazione e configurazione del sistema. L'attività di implementazione sarà svolta da SDI, responsabile dell'obiettivo operativo, e da ENEL, alla quale spetterà anche curare l'integrazione col sistema esistente e la rispondenza di quanto implementato con i requisiti dei fruitori finali del sistema. Per la parte di sviluppo di software relativo all'integrazione tra apparati, allo scambio dati, l'accogliimento di plug-in di modelli e interfacce, ecc. è previsto l'utilizzo di procedure di controllo di versione, facendo uso di commerciali presenti sul mercato. SDI fa attualmente uso dello strumento Microsoft Team System.

### Output dell'attività e sua verifica:

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Il risultato atteso dell'attività 4.2 è la realizzazione della piattaforma del sistema di diagnostica predittiva. La piattaforma dovrà avere le seguenti caratteristiche: ● integrabilità come plug-in di modelli di diagnostica predittiva ● integrabilità come plug-in di interfacce utente innovative ● replicabilità su altri impianti geotermici ENEL simili all'impianto scelto per la dimostrazione Deliverable ● D4.2.2 "Manuale utente di integrazione di modelli

sul sistema di diagnostica predittiva" Mese 21 Milestone M5 ● D4.2.3 "Manuale utente di integrazione di interfacce utente sul sistema di diagnostica predittiva" Mese 21 Milestone M5 Milestone ● M5 "Integrazione e verifica interazione finale del sistema"

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigarsi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### Strumenti/attrezzature

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Per la realizzazione delle attività è previsto l'uso delle seguenti attrezzature: ● Sistema di sviluppo ● Licenze sistema di sviluppo ● Sistema di Presentazione ● Notebook di sviluppo ● software di controllo di versione ● Server di controllo di versione ● Server di backup

#### Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 4 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 5,64 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

#### Subcontratti

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo Per questa linea di attività non sono previsti subcontratti.

Costo Totale Attività 65402

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 19862

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 0

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 0

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 0

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 45540

#### Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																									

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

#### Attività 4.3

Denominazione *Integrazione di modelli sul sistema di diagnostica predittiva realizzato (SDI-ENEL-SSSA-ISE)*

#### Descrizione dell'attività

La linea di attività 4.3 è costituita dall'integrazione, sul sistema di diagnostica predittiva, dei modelli prognostici sviluppati nel corso dell'obiettivo operativo 2. L'integrazione avverrà secondo le direttive descritte descritte nel deliverable D4.2.2 di "Manuale utente di integrazione di modelli sul sistema di diagnostica predittiva". In questa fase preliminare del progetto non è ancora definita la modalità di integrazione, che potrebbe prevedere attività di traduzione del modello dall'ambiente originario di sviluppo ad un linguaggio che ne consenta l'integrazione, oppure la realizzazione di funzionalità di interfacciamento che consentano il plug-in del modello originario. L'attività sarà curata da SDI, responsabile dell'obiettivo operativo, e dai partner scientifici SSSA e ISE, autori dei modelli di prognostica da sviluppare, con l'apporto di ENEL. Anche per lo sviluppo di software legato all'integrazione di modelli è previsto è previsto l'utilizzo di procedure di controllo di versione. La linea di attività 4.3 di integrazione dei modelli prevede al mese M23, in corrispondenza del Milestone M6 di "Completamento fase sperimentale (sperimentazione, analisi costi)", il rilascio del deliverable D4.3.1 "Libreria modelli su sistema di diagnostica predittiva".

#### Output dell'attività e sua verifica:

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. I risultati attesi dall'attività 4.3 sono l'integrazione in modalità plug-in, sulla piattaforma del sistema di diagnostica predittiva, di modelli prognostici. I modelli integrati andranno a costituire una libreria ordinata, e potranno essere utilizzati più volte sullo stesso impianto e più in generale sui vari impianti geotermici ENEL per i quali è prevista in seguito l'installazione del sistema di diagnostica predittiva. Deliverable ● D4.3.1 "Libreria modelli su sistema di diagnostica predittiva" Mese 23 Milestone M6 Milestone ● M6 "Completamento fase sperimentale (sperimentazione, analisi costi)"

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Per la realizzazione delle attività è previsto l'uso delle seguenti attrezzature: ● Sistema di sviluppo ● Licenze sistema di sviluppo ● Notebook di sviluppo ● software di controllo di versione ● Server di controllo di versione ● Server di backup

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 2 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 2 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 5,19 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 2,05 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 9,073 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 4,94 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

#### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo In questa attività ISE si avverrà della consulenza della Process Automation Solutions ed in particolare dell'ing. Fulvio Roveta, esperto nel campo del monitoraggio remoto

Costo Totale Attività 154920

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 20772

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 13042

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 38365

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 0

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 82740

#### **Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																												
2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																												
3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																												
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																												

#### **Legenda**

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

#### **Attività 4.4**

Denominazione *Integrazione di interfacce utente sul sistema di diagnostica predittiva realizzato (SDI-ENEL)*

#### **Descrizione dell'attività**

La linea di attività 4.4 è costituita dall'integrazione, sul sistema di diagnostica predittiva, delle interfacce innovative studiate nel corso dell'obiettivo operativo 3. L'integrazione avverrà secondo le direttive descritte descritte nel deliverable D4.2.4 di "Manuale utente di integrazione di interfacce utente sul

sistema di diagnostica predittiva". L'attività sarà curata da SDI, responsabile dell'obiettivo operativo, e da ENEL, incaricata di curare la fruibilità delle interfacce implementate da parte degli utenti finali. Anche per lo sviluppo di software legato all'integrazione di interfacce utente è previsto l'utilizzo di procedure di controllo di versione.

#### **Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. I risultati attesi dall'attività 4.4 sono l'integrazione in modalità plug-in, sulla piattaforma del sistema di diagnostica predittiva, di interfacce utente innovative. Le interfacce integrate andranno a costituire una libreria ordinata, e potranno essere utilizzate più volte sullo stesso impianto e più in generale sui vari impianti geotermici ENEL per i quali è prevista in seguito l'installazione del sistema di diagnostica predittiva. Deliverable ● D4.4.1 "Libreria interfacce utente su sistema di diagnostica predittiva" Mese 23 Milestone M6 Milestone ● M6 "Completamento fase sperimentale (sperimentazione, analisi costi)"

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzaure che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Per la realizzazione delle attività è previsto l'uso delle seguenti attrezzaure: ● Sistema di sviluppo ● Licenze sistema di sviluppo ● SIstema di Presentazione ● Notebook di sviluppo ● software di controllo di versione ● Server di controllo di versione ● Server di backup

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 2 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 2 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 6,57 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 8,23 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

#### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo Per questa linea di attività non sono previsti subcontratti.

Costo Totale Attività 103512

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 20772

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 0

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 0

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 0

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 82740

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																												
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>							

Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

Attività 4.5

Denominazione

#### **Descrizione dell'attività**

#### **Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto.

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività.

#### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo

Costo Totale Attività

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 0

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 0

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 0

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 0

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 0

#### **Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

#### **Tempistica**

Indicare i mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'Obiettivo Operativo.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																											

#### **Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'Obiettivo Operativo.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																											
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																											
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																											
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																											
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																											

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

## **Costo totale dell'obiettivo**

Indicare il costo complessivo dell'obiettivo Operativo

**Costo totale dell'obiettivo:** 470.331,00

## **Eventuale documentazione Aggiuntiva**

**Upload:** OO4\_Immagine 1.pdf

**Upload:** File non trovato

**Upload:** File non trovato

### **OBIETTIVO OPERATIVO N. 5**

Obiettivi operativi del progetto: verranno inseriti dal Capofila, ma dovranno necessariamente riferirsi alle attività dei singoli partner. Il Capofila, infatti, in relazione a ciascun obiettivo operativo (da un minimo di 1 ad un massimo di 5) deve obbligatoriamente specificare quali attività verranno svolte dai partner.

**Denominazione:** Dimostrazione

**Responsabile dell'obiettivo:** Enel Green Power S.p.A.

#### **Descrizione dell'obiettivo operativo**

Descrivere le attività svolte, anche in relazione ai partner e alle risorse coinvolte. Indicare quale partner è responsabile del presente Obiettivo. Saranno selezionati in questo Obiettivo Operativo tutti i siti per l'installazione dei prototipi realizzati, in base alle opportune modalità concordate. A seguito del completamento delle attività precedenti verranno installate le apparecchiature, dopodiché sarà prevista un'attività di configurazione/messa a punto delle stesse. A questo seguirà una fase di taratura e validazione dei prototipi realizzati. Infine, a conclusione del progetto, verranno analizzati i costi sostenuti ed i benefici conseguiti nel breve termine e conseguibili nel medio - lungo termine.

#### **Output dell'Obiettivo operativo e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso del singolo obiettivo operativo, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable D5.1.1: selezione siti di installazione dell'impianto pilota. (M5) D5.2.1: dimostrazione sul campo del prototipo realizzato e successivo verbale di collaudo in dei sistemi implementati. (M24) D5.3.1 Report di taratura e validazione. (M24) D5.4.1: analisi dei benefici del prototipo realizzato e analisi e rendicontazione dei costi sostenuti. (M24) Milestone M2: Scelta dei siti di interesse e dei sistemi. M6: Completamento fase sperimentale (sperimentazione, analisi costi).

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersì secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività SSSA: a comune con OO2 e OO3 (workstation e laptop). In questa attività verranno utilizzate le strumentazioni e le apparecchiature fornite da Enel Green Power negli obiettivi operativi OO3 e OO4.

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 10 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 8 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 64 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 8 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 4,8 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 6,42 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 1,65 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Per lo sviluppo dell'attività il gruppo di UNIFI sarà costituito da: Professori ordinari impianti industriali meccanici, professori associati di analisi numerica, ricercatori universitari di ruolo di impianti industriali meccanici e assegnisti di ricerca in impianti industriali meccanici, per un impegno totale equivalente a 12,70 mesi-uomo

#### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo: 15 giornate-uomo.

## Attività 5.1

Denominazione *Selezione siti di installazione dell'impianto pilota (ENEL)*

### **Descrizione dell'attività**

In questa attività verranno selezionati i siti per l'installazione dei prototipi realizzati. In relazione agli strumenti prognostici creati saranno decise le modalità e i luoghi di installazione delle varie strumentazioni necessarie all'analisi diagnostica scopo di tale progetto. I siti di interesse riguardereanno:

- Pozzi di produzione
- Pozzi di reiniezione
- Reti di trasporto fluido (vapordotti, bifasedotti e acquedotti)
- Impianti di trattamento upstream del fluido
- Macchinario principale
- Macchinario ausiliare
- Impianto di trattamento downstream del fluido (impianto AMIS)

### **Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable D5.1.1: selezione siti di installazione dell'impianto pilota. (M5) Milestone M2: Scelta dei siti di interesse e dei sistemi.

*I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.*

### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Nessuno

### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 2 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo Nessuno

Costo Totale Attività 9931

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 9931

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 0

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 0

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 0

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 0

### **Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						

### **Legenda**

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

## Attività 5.2

Denominazione *Installazione e dimostrazione prototipo (ENEL-SSSA-ISE-SDI)*

### **Descrizione dell'attività**

A seguito del completamento delle attività precedenti, all'interno del perimetro afferente alla centrale geotermoelettrica di Rancia 2, situata nel comune di Radicondoli (SI), verranno installate dal personale operativo di Enel Green Power le apparecchiature necessarie (sensori, sistemi, software): a valle dell'installazione sarà prevista un'attività di configurazione/messa a punto delle stesse apparecchiature.

Infine partirà la fase di dimostrazione del prototipo, eseguendo simulazioni di possibili scenari che potrebbero presentarsi in impianto.

#### **Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable D5.2.1: dimostrazione sul campo del prototipo realizzato e successivo verbale di collaudo in dei sistemi implementati (M24) Milestone M6: Completamento fase sperimentale (sperimentazione, analisi costi).

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività In questa attività verranno utilizzate le strumentazioni e le apparecchiature fornite negli obiettivi operativi OO3 e OO4.

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 0 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 64 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 2,23 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 5,009478521 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 1,65 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

#### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo Nessuno

Costo Totale Attività 743975

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 621727

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 39065

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 42263

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 0

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 40920

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																											
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

Attività 5.3

Denominazione *Taratura e validazione (UNIFI-ENEL-ISE-SDI)*

#### **Descrizione dell'attività**

Questa attività si dividerà in due fasi: la prima di taratura e la seconda di validazione. Lo scopo è quello di rendere impiegabili ed operativi, con adeguata fiducia, i modelli diagnostici e prognostici individuati nelle precedenti attività (in particolar modo quelle svolte all'interno dell'OO2 e OO3) sul Sistema di Supervisione di Enel Green Power. Nella prima parte (taratura) sarà necessario riprendere in considerazione tutti gli elementi variabili dei modelli (addestramenti delle reti, parametri non fissi ma tarabili dei modelli), per fare in modo che funzionino correttamente una volta che saranno implementati

"on line" nel sistema diagnostico e prognostico. In questa fase sarà molto significativo il coinvolgimento di chi ha curato lo sviluppo modellistico e la messa a punto degli strumenti di soft computing. La seconda fase (validazione) costituisce la delibera dello strumento, ovvero la verifica del suo funzionamento in relazione alle prestazioni attese. Saranno perciò analizzati gli errori di prima e seconda specie, sensibilità e capacità predittiva. L'attività nel suo complesso richiederà sia la presenza "in loco" che un accesso remoto al sistema dimostrativo, in modo da permettere, con la collaborazione dei tecnici di Enel Green Power, una corretta e completa messa a punto operativa dei modelli e la loro delibera per l'utilizzo sistematico sugli impianti.

#### **Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable D5.3.1 Report di taratura e validazione (M24) Milestone M6 Completamento fase sperimentale (sperimentazione, analisi costi)

I *milestone* e i *deliverable* devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività SSSA: a comune con OO2 e OO3 (workstation e laptop). In questa attività verranno utilizzate le strumentazioni e le apparecchiature fornite da Enel Green Power negli obiettivi operativi OO3 e OO4.

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 1 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 1 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 5 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 2,57 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 1,41 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Per lo sviluppo dell'attività il gruppo di UNIFI sarà costituito da: Professori ordinari impianti industriali meccanici, professori associati di analisi numerica, ricercatori universitari di ruolo di impianti industriali meccanici e assegnisti di ricerca in impianti industriali meccanici, per un impegno totale equivalente a 12,70 mesi-uomo

#### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo: 15 giornate-uomo.

Costo Totale Attività 223845

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 98470

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 0

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 52809

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 61406

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 11160

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																					
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																									
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																									
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																									

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

**Descrizione dell'attività**

Come ultima attività, a conclusione del progetto, verrà svolta un'analisi dei costi complessivi (personale, strumentazioni,...) sostenuti dai vari partners, suddivisi per attività. Al contempo verrà svolta un'analisi dei benefici conseguiti/conseguibili in termini di incremento di produttività, di affidabilità del sistema e di disponibilità.

**Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable D5.4.1: analisi dei benefici del prototipo realizzato e analisi e rendicontazione dei costi sostenuti (M24) Milestone M6: Completamento fase sperimentale (sperimentazione, analisi costi)

*I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigarsi secondo il modello presente sulla piattaforma.*

**Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Nessuno

**Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 7 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 7 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

**Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo Nessuno

Costo Totale Attività 237989

Capofila - Partner 1 Enel Green Power S.p.A. Costo 72703

Partner 2 SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA  
Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO Costo 0

Partner 3 I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA Costo 0

Partner 4 UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale Costo 0

Partner 5 S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A. Costo 0

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																												
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										

**Legenda**

Capofila - Partner 1 Nome: Enel Green Power S.p.A.

Partner 2 Nome: SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA  
Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO

Partner 3 Nome: I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA

Partner 4 Nome: UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale

Partner 5 Nome: S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.

Attività 5.5

Denominazione

**Descrizione dell'attività****Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non

possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto.

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività.

#### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo

Costo Totale Attività

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 0

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 0

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 0

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 0

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 0

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

#### **Tempistica**

Indicare i mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'Obiettivo Operativo.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<input checked="" type="checkbox"/>																													

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'Obiettivo Operativo.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	<input checked="" type="checkbox"/>																														
2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>						
5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

## **Costo totale dell'obiettivo**

Indicare il costo complessivo dell'obiettivo Operativo

**Costo totale dell'obiettivo:** 1.050.459,00

## **Eventuale documentazione Aggiuntiva**

**Upload:**  File non trovato

**Upload:**  File non trovato

**Upload:**  File non trovato

(4) Deliverable: punti di verifica dei risultati di progetto

(5) Milestone: risultati di progetto misurabili e verificabili

## **SEZIONE 4: CRONOPROGRAMMA DEL PROGETTO**

### **OBIETTIVI / MESI**

Descrizione		Mesi																													
00	None 00 / Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
00 1	Assessment e definiz.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Capofilia - Partner 1	Enel Green Power S.p.A.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 2	SCUOLA SUPERIORE DI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 3	I.S.E. - SOCIETÀ A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 4	UNIVERSITÀ DEGLI ST	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 5	S.O.I. - AUTOMAZIONE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
00 2	Analisi dati & Modeli	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Capofilia - Partner 1	Enel Green Power S.p.A.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 2	SCUOLA SUPERIORE DI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 3	I.S.E. - SOCIETÀ A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 4	UNIVERSITÀ DEGLI ST	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 5	S.O.I. - AUTOMAZIONE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
00 3	Sensoristica Innovat.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Capofilia - Partner 1	Enel Green Power S.p.A.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 2	SCUOLA SUPERIORE DI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 3	I.S.E. - SOCIETÀ A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 4	UNIVERSITÀ DEGLI ST	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 5	S.O.I. - AUTOMAZIONE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
00 4	Implementazione del	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Capofilia - Partner 1	Enel Green Power S.p.A.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 2	SCUOLA SUPERIORE DI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 3	I.S.E. - SOCIETÀ A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 4	UNIVERSITÀ DEGLI ST	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 5	S.O.I. - AUTOMAZIONE	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
00 5	Dimostrazione	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Capofilia - Partner 1	Enel Green Power S.p.A.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 2	SCUOLA SUPERIORE DI							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 3	I.S.E. - SOCIETÀ A							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 4	UNIVERSITÀ DEGLI ST							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Partner 5	S.O.I. - AUTOMAZIONE							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

## SEZIONE 5: ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DEL PROGETTO

### CRITERI DI SELEZIONE

**Per quanto riguarda i criteri da S.1 a S.8 e F.1 e F.2 il proponente ha la facoltà, ma non l'obbligo di compilare** le sezioni. La compilazione dei punti è utile al fine di evidenziare e dare particolare rilievo ad elementi già descritti nelle precedenti schede del progetto, ma che si ritengono particolarmente importanti per l'attribuzione del punteggio in relazione allo specifico criterio.

#### A. Grado di novità del progetto

S.1 - Capacità del nuovo prodotto /processo di rispondere meglio all'offerta del mercato e/o aprire nuovi mercati e/o incrementare la produttività aziendale. Il progetto Smart Geo si pone come obiettivo cardine quello di sviluppare nuovi strumenti di diagnostica predittiva sugli impianti geotermici di Enel Green Power (EGP) presenti in Toscana. Tutto ciò verrà realizzato mediante l'utilizzo e lo sviluppo da parte del gruppo di lavoro di nuove tecnologie prognostiche, ma anche attraverso lo sfruttamento ed il

miglioramento delle tecnologie già in uso, ad oggi non ancora applicate al settore geotermico. Questo porterà ad un incremento della produttività di energia elettrica degli impianti di EGP. Il progetto si inserà inoltre in un nuovo campo di applicazione, ad oggi non ancora sviluppato, con potenziali riflessi nell'industria di processo. Gli strumenti realizzati, che saranno sviluppati da un team con competenze specialistiche nei propri settori, potranno essere esportati su gli impianti geotermici presenti nel mondo. Le tecnologie che sono e che verranno utilizzate sono quasi completamente italiane; oltre alle competenze specifiche di ogni partners, il profilo aziendale di Enel Green Power consentirà una visibilità mondiale ai prodotti sviluppati. ISE srl, azienda che si occupa di manutenzione predittiva e diagnostica impianti, acquisirà dal progetto nuove competenze, che permetteranno di approcciare più ampiamente il mercato degli impianti di produzione di energia, sia rivolgendosi ad aziende di produzione di energia in Italia e all'estero, sia per aziende di produzione di impianti, che possano desiderare di migliorare i propri prodotti con l'aggiunta di sensoristica adeguata alle necessità dei clienti. I sensori o le reti di sensori che potranno essere sviluppate all'interno del progetto, potranno costituire una base utile per creare applicazioni totalmente diverse, pur se basate sulla tecnologia sviluppata. In particolare la sensoristica wireless sviluppata dalla Scuola Superiore san'Anna di Pisa, e basata sui protocolli aderenti al concetto dell'Internet delle cose potrà essere impiegata in sistemi domotici, o a supporto di sistemi intelligenti di trasporto di nuova generazione nello scenario delle Smart Cities. I modelli sviluppati dall'Università di Firenze, in caso di assenza di modelli adeguati esistenti in letteratura, saranno di per sé un elemento di novità. Inoltre, molti modelli di letteratura non hanno avuto alcuna applicazione pratica, mentre l'obiettivo del progetto è proprio l'applicazione su un vero sistema e la valutazione della loro efficacia reale. Sdi Automazione Industriale, azienda che opera nel settore della supervisione e del controllo dei processi industriali, potrà acquisire conoscenze e metodologie utili ad implementare funzioni di manutenzione predittiva anche in contesti analoghi a quelli del progetto. La possibilità di integrare metodologie di manutenzione predittiva nel proprio ambiente di supervisione e controllo consentirà a Sdi di arricchire la propria offerta di sistemi di supervisione e controllo nell'ambito di sistemi di produzione energia convenzionale e rinnovabili. S.2 - Contributo del Progetto proposto all'avanzamento delle conoscenze, delle competenze e delle tecnologie nello specifico settore produttivo o ambito applicativo di interesse. Tradizionalmente la geotermia di Enel Green Power è caratterizzata da impianti di generazione di energia elettrica non presidiati, impianti con elevato grado di automazione, il tutto pensato e realizzato grazie allo sfruttamento delle competenze interne. Nel corso degli anni all'interno di EGP si è consolidata la consapevolezza che esistono ulteriori novità per migliorare l'efficienza dei propri impianti, necessitando di competenze specifiche in altri settori tecnologici, potenzialmente sinergici con le competenze specifiche nel settore dell'esercizio e costruzione di impianti geotermici. L'intento è quindi quello di accelerare il processo di crescita e sviluppo esplorando nuove possibilità per migliorare sia l'efficienza degli impianti che l'impatto ambientale. La collaborazione tra i vari partners del gruppo di lavoro consentirà di completare le conoscenze di Enel Green Power in ambito diagnostico, nel campo dell'automazione e nella trasmissione dei dati verso un ambito industriale. E' la prima volta che in ambito geotermico viene approcciato l'utilizzo delle tecniche prognostiche da una compagnia di soggetti con competenze complementari. Dal punto di vista della sensoristica in genere, il progetto contribuirà a differenziare l'utilizzo di sensori esistenti, proponendo nuove applicazioni e metodologie di misura fino ad oggi non applicate o non reperibili sul mercato.

## B. Validità tecnica

S.3- Livello di chiarezza e dettaglio della proposta progettuale, con particolare riferimento alle attività previste, ai tempi, agli obiettivi, ai risultati e all'organizzazione Il progetto è strutturato in Obiettivi Operativi (OO) tra loro organicamente interconnessi, chiaramente definiti nei contenuti e nelle finalità. All'interno di ogni Obiettivo Operativo vengono chiaramente definite le attività, i tempi, i milestones, i deliverables e la ripartizione delle responsabilità tra i Partner coinvolti. Tutte le attività si completeranno nell'arco di un periodo temporale di 24 mesi. Per ottimizzare lo sviluppo del progetto il team ha concordato di sviluppare da subito le analisi preliminari previste nell'OO1 in maniera tale da massimizzare le restanti attività previste. S.4 - Livello di appropriatezza della definizione della proposta di miglioramento e dei parametri di performance connessi al Progetto, inclusa la loro misurazione I risultati del progetto vengono chiaramente definiti in termini misurabili e quantitativi (incremento dell'efficienza degli elementi individuati, costituenti l'impianto in oggetto del progetto, in maniera tale da incrementare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili).

## C. Validità economica

S.5 - Pertinenza e congruità delle spese previste in relazione ai risultati da raggiungere Il progetto prevede sia attività di ricerca di carattere teorico che attività sperimentali e dimostrative inerenti le fasi di raccolta, pretrattamento e generazione. Nell'ambito del progetto si prevede la realizzazione di vari sistemi dimostrativi di carattere prototipale. I costi dichiarati e la loro strutturazione sono coerenti con l'entità e la tipologia delle attività proposte. Per quanto riguarda Enel Green Power le spese generali sono rimaste pressoché uguali a quelle della prima fase. Relativamente alle spese del personale, EGP ha una percentuale rilevante poiché, essendo il coordinatore del progetto, parteciperà alla realizzazione di tutte le attività dei cinque Obiettivi Operativi. Inoltre, bisogna tenere conto che EGP è l'unico partner del progetto ad avere una approfondita conoscenza ed una rilevante esperienza operativa in riferimento al processo geotermico e sullo sfruttamento della risorsa ai fini della produzione di energia elettrica; per tale motivo il personale di EGP avrà la necessità di trasferire in vari momenti del progetto la propria conoscenza a tutti i partner in tutte le varie fasi. ISE, rispetto alla proposta iniziale, ha modificato il proprio budget. Le consulenze sono state ridotte circa della metà e una parte è stata riallocata sul personale. Negli ultimi mesi, infatti, è stata assunta una nuova risorsa che è in grado di sostituire in pieno le competenze del consulente, garantendo anche un costo globale minore da allocare sul progetto. Inoltre, dopo una più attenta valutazione delle esigenze progettuali, i costi di esercizio sono stati in parte riallocati sulle attrezzature. Il budget totale di ISE è stato ridotto di circa il 6,7% rispetto al valore della prima fase. L'apporto dell'Università di Firenze è ben calibrato sulla mole di lavoro da svolgere. In particolare sarà necessario svolgere una approfondita attività di

ricerca e modellazione, per la quale saranno necessarie ingenti risorse intellettuali di alto livello. Tali competenze sono già parzialmente in possesso dei ricercatori dell'Ateneo coinvolti, come dimostrano il curriculum e le prestigiose collaborazioni in atto e concluse (come Indesit, Ferrari, Eli Lilly). Le risorse mancanti saranno reperite da una parte tramite l'istituzione di tre assegni di ricerca annuali per laureati magistrali in ingegneria con adeguate competenze. La Scuola Superiore Sant'Anna (SSSA) partecipa al progetto SmartGeo attraverso due unità di ricerca dell'Istituto TeCiP: PERCRO e RETIS. PERCRO sarà prevalentemente impegnato nell'Obiettivo Operativo 2 e RETIS nell'Obiettivo Operativo 3, che sarà coordinato da SSSA. Partecipazioni in misura inferiore sono previste anche negli altri Obiettivi Operativi. Il piano dei costi SSSA è rimasto nei limiti presentati nella domanda di Fase 1. La voce più ingente è quella delle spese di personale che incide sui costi totali per circa l'83%. Il personale è interamente qualificato come tecnico laureato in quanto le attività saranno svolte da competenze interne ad SSSA (tecnici, ricercatori e professori), con grande esperienza nelle attività inerenti gli obiettivi di progetto (in particolare machine learning e visualizzazione dell'informazione, smart sensors e modellazione, simulazione e controllo di macchinari e processi complessi). A questi si aggiungerà nuovo personale selezionato per il progetto tramite assegni di ricerca. Poco meno del 2% dei costi totali per SSSA saranno invece dedicati ad attrezzature, workstation per calcolo avanzato e notebook utilizzati per le attività di progetto delle due unità di ricerca. Il resto delle spese pianificate sarà dedicato ad altri costi di esercizio (circa 3%) e spese generali supplementari (circa il 12%). SDI Automazione Industriale ha da sempre considerato la ricerca e sviluppo parte integrante della propria attività investendo in quest'area una porzione consistente delle proprie risorse. Dispone al proprio interno, in entrambe le sedi operative di Milano e Pisa, di un reparto di ricerca e sviluppo con personale altamente qualificato. Per questo motivo SDI non si avvarrà nel corso del progetto di consulenti esterni. SDI ha già partecipato, in qualità di capofila, a progetti di ricerca nell'ambito della manutenzione predittiva come ENERTEC e FUTURE (progetti di ricerca co-finanziati dalla Regione Lombardia nell'ambito dei METADISTRETTI 2007 e 2009).

#### D. Sfruttamento aziendale

S.6 - Prospettive di mercato in termini di miglioramento dei processi di produzione e di definizione di nuovi prodotti, derivanti dalla realizzazione del Progetto di R&S proposto;

Ricadute per la salvaguardia e/o per incremento occupazionale e per l'aumento della capacità produttiva. La realizzazione di un sistema avanzato di diagnostica predittiva permetterà un aumento della disponibilità degli impianti geotermici almeno dell'1% della produzione attuale, a beneficio della copertura dei consumi della Regione Toscana da fonti rinnovabili ad oggi superiore al 27%. La collaborazione tra i vari partners del gruppo di lavoro consentirà di completare le conoscenze di Enel Green Power in ambito diagnostico, nel campo dell'automazione e nella trasmissione dei dati verso un ambito industriale. La realizzazione di nuove soluzioni nel campo della diagnostica predittiva, immediatamente applicabili alle realtà degli impianti di produzione di energia elettrica e potenzialmente estendibili a settori contigui permetteranno a ISE di ampliare il proprio parco clienti, con un aumento di fatturato stimabile in circa un terzo del fatturato attuale. L'azienda dovrà probabilmente ampliare la propria capacità produttiva assumendo nuovo personale ed aumentando la quantità di servizi acquisiti sul territorio, già dall'anno precedente all'entrata a regime del progetto, in modo da soddisfare al meglio le esigenze provenienti dal nuovo mercato. Dal punto di vista dell'Università di Firenze, come Organismo di Ricerca, la partecipazione al progetto consentirà il trasferimento tecnologico delle competenze modellistiche che verranno ulteriormente arricchite, rendendo ancora più competitivo il Dipartimento di Ingegneria Industriale nel proporsi come organismo di ricerca per altri progetti. Anche la didattica riceverà un giovamento, potendo essere supportata da ulteriori esperienze applicative. L'Istituto di Tecnologie della Comunicazione, dell'Informazione e della Percezione (TeCiP) della Scuola Superiore Sant'Anna avrà la possibilità di applicare ed estendere le competenze nell'ambito del Machine Learning (ML) industriale, potrà validare gli algoritmi già in proprio possesso e svilupparne di nuovi, adattandoli al particolare contesto della geotermia. Le sfide poste dal progetto consentiranno di ampliare la dimensione dei problemi trattati e di adottare metodologie per gestire la complessità del sistema in oggetto. In aggiunta, l'Istituto TeCiP della Scuola Superiore Sant'Anna, avvalendosi della collaborazione con il CNIT (Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni), consoliderà le proprie attività di ricerca sulle reti di sensori wireless, mettendo a punto soluzioni specifiche nel campo della geotermia e potrà dimostrare l'efficacia della tecnologia in relazione ai requisiti di affidabilità e sicurezza richiesti in ambiente industriale. La realizzazione di strumenti di misura e diagnostica predittiva a basso costo su sistemi embedded, permetterà il miglioramento in affidabilità e prestazioni dei dispositivi, consentendo estensioni a diversi campi industriali. SDI Automazione Industriale ritiene di forte interesse la possibilità di realizzare tool automatizzati per la gestione della diagnostica preventiva. Questo sarà possibile sia a partire dalle esperienze pregresse sia sfruttando le competenze acquisite nel corso del progetto

#### E. Competenze ed esperienze del Gruppo di Lavoro proposto

S.7 - Esperienze e competenze delle imprese e degli enti partecipanti al progetto in attività di ricerca industriale e sviluppo sperimentale e loro complementarietà; Il gruppo di lavoro costituitosi per questo progetto racchiude in se tutte le competenze necessarie al raggiungimento degli obiettivi prefissati. Molti dei partners hanno già partecipato a progetti di ricerca e sviluppo in ambito industriale. Enel Green Power, capofila del progetto, nel corso degli anni ha sviluppato attraverso le proprie competenze molta ricerca in ambito di automazione industriale. Infatti negli anni '90 vi è stato un vero e proprio cambio nella filosofia di gestione dei propri impianti, attraverso il telecontrollo da remoto. L'esigenza di non presidiare i propri impianti ha portato allo sviluppo di sistemi di telecontrollo necessari al raggiungimento degli obiettivi preposti dall'azienda. ISE Srl si occupa dal 1997 di manutenzione predittiva e di monitoraggio delle condizioni di impianto. Il personale, altamente specializzato e continuamente formato per mantenere le proprie conoscenze aggiornate allo stato dell'arte, è sempre impegnato nella realizzazione di nuove soluzioni di manutenzione presso i più disparati settori di

produzione e intervento. L'azienda, grazie alle proprie variegate competenze, è il partner ideale per affrontare le complesse problematiche legate alla produzione dell'energia da fonte geotermica. Il Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università degli Studi di Firenze, Organismo di Ricerca nel presente progetto, è sede amministrativa della Scuola di Ingegneria e coordina i Corsi di Laurea e Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica ed Ingegneria Energetica e contribuisce all'offerta formativa relativa a Dottorati e Master di I e II livello. L'attività di ricerca del Dipartimento abbraccia tutti i settori dell'ingegneria industriale coprendone i principali aspetti culturali, scientifici e professionali. A tale scopo, il Dipartimento si articola nelle seguenti sezioni: Analisi Numerica, Chimica e Tecnologia dei Materiali, Costruzioni e Tecnologie Meccaniche, Disegno e Metodi dell'Ingegneria Industriale, Fisica Tecnica e Controllo ambientale, Impianti e Servizi Industriali, Macchine, Meccanica applicata. Obiettivo comune delle ricerche è di conseguire risultati originali e significativi per una reale innovazione tecnologica. Nello specifico del progetto SmartGeo, il Dipartimento può vantare competenze, attestate da pubblicazioni scientifiche di livello internazionale, nel campo degli impianti geotermici, della diagnostica, della manutenzione, dell'efficienza dei sistemi produttivi e dell'analisi numerica. Tra i numerosi partner dell'attività di ricerca applicata ricordiamo tra le altre aziende General Electric, Ely Lilly, Ferrari Gestione Sportiva, Indesit, Fiat. La Scuola Superiore di Studi Universitari e di perfezionamento Sant'Anna partecipa al progetto con due laboratori dell'Istituto TeCIP: il laboratorio PERCRO (Perceptual Robotics) che svolge ricerche nel settore della robotica e della realtà virtuale per l'interazione uomo-macchina sin dal 1991, ed il laboratorio ReTiS (REal-TIme Systems) che si occupa di attività di ricerca e sviluppo nel campo dei sistemi embedded. Per quel che concerne il progetto SmartGeo la Scuola Superiore Sant'Anna può vantare competenze consolidate nell'ambito dell'analisi ed elaborazione di dati provenienti da processi produttivi complessi e/o processi accessori ai fini del monitoraggio, della simulazione e del controllo della produzione, nell'applicazione di tecniche di machine learning, nello sviluppo di sistemi embedded complessi, nello sviluppo di tecniche di signal processing su dispositivi embedded e nello sviluppo di applicazioni avanzate su reti wireless di sensori conformi allo stack protocolare dell'Internet delle cose. SDI Automazione Industriale da sempre opera nei sistemi di supervisione e controllo, nell'ambito della fornitura di questi sistemi ha sempre studiato e fornito funzioni automatizzate per l'accrescimento della disponibilità e dell'efficienza degli impianti. Negli ultimi dieci anni ha inoltre partecipato in diversi progetti in cui le funzioni di diagnostica preventiva erano applicate a impianti di produzione di energia nel campo delle energie rinnovabili. S.8 - Esperienze e competenze professionali dei singoli Componenti del Gruppo di Lavoro in relazione alle funzioni e alle attività assegnate nel Piano di Lavoro.

● PI Luciano Badii: Responsabile Unico del Progetto (EGP): esperienza in progettazione e implementazione dei sistemi di controllo e supervisione degli impianti afferenti al mondo della produzione di energia da fonti geotermiche. Ha svolto nella propria carriera lavorativa attività di ricerca e di guida all'implementazione di sistemi e metodi di prognostica finalizzati all'ottimizzazione dell'intero ciclo produttivo geotrmoelettrico. Ha partecipato ad attività di avviamento degli impianti di produzione di energia elettrica da fonti geotermiche sia in Italia che all'estero. Nell'ambito della teleconduzione da remoto dei sistemi geotrmoelettrici ha svolto attività di sviluppo e progettazione di sistemi di propagazione dell'informazioni.

● Il Prof. Mario Tucci, responsabile scientifico del progetto per il Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Firenze, è ordinario del settore scientifico-disciplinare degli impianti industriali eccanici dal 2000 e titolare del corso di Gestione degli Impianti Industriali. Ha contribuito alla fondazione ed è stato coordinatore del dottorato in Ingegneria dell'affidabilità, della manutenzione e della logistica. Fin dall'inizio della ricerca in Energetica, conseguito nel 1989, si è occupato di monitoraggio, diagnostica e ottimizzazione di impianti produttivi di processo e manifatturieri, sviluppando attività di consulenza in campo affidabilitistico per aziende quali General Electric, Indesit, Ferrari Gestione Sportiva, sviluppando modelli di danno, diagnostici, prognostici e stime affidabilitistiche.

● IL'ing. Carlo Alberto Avizzano è Ricercatore Universitario presso la Scuola Superiore Sant'Anna dove è anche Professore Aggiunto nel settore scientifico disciplinare di Automazione e della Robotica, coordinatore del laboratorio PERCRO dell'Istituto TeCIP e responsabile dell'area Intelligent Automation Systems. La sua ricerca si interessa dello sviluppo di sistemi di controllo intelligente per sistemi robotici sia intesi come robot autonomi ed industriali che come interfacce uomo macchina. È autore di oltre 150 pubblicazioni su riviste e presso conferenze internazionali e titolare di brevetti e software copyright. Ha coordinato e collaborato a numerosi progetti di ricerca e innovazione nell'ambito di programmi europei e nazionali e del POR-FESR della Toscana.

● L'ing. Sandro Berchioli, inizia la propria formazione nell'ambito del Condition Monitoring, parallelamente al proprio curriculum di studi, collaborando anche con studi di ingegneria già specializzati nel settore. Nel 1997 fonda la ISE ed ottiene l'iscrizione come membro ordinario del "The Vibration Institute", organo americano fra i più titolati in materia di Condition Monitoring. A tutt'oggi collabora con varie aziende per la gestione di sistemi predittivi sia in Italia che all'estero. Nel 2006 ha tenuto un corso di 60 ore sulle tecniche di monitoraggio degli impianti per il corso di laurea in Ingegneria Gestionale Specialistica presso l'Università di Pisa.

● L'ing. Massimo Pentolini ha acquisito una plurennale esperienza nella ricerca e sviluppo in ambito Smart Grids, nello sviluppo di sistemi DCS/SCADA, di software di monitoraggio real-time di dati micro-sismici applicato alla geotermia, di software real-time applicato all'automazione di impianto e di modelli matematici di gestione e simulazione d'impianto.

## F. Sostenibilità economico-finanziaria

F.1 - Attrattività del segmento target di mercato in riferimento al tasso di crescita atteso, grado di concentrazione del mercato, grado di competitività, barriere all'ingresso e stadio del ciclo di vita del prodotto, processo. Si rimanda alla Relazione Industriale allegata.

### RelazioneIllustrativa\_Finale.pdf

F.2 - Risultati attesi in termini di redditività e loro attendibilità. Con il progetto Smart Geo Enel Green Power si pone l'obiettivo nel breve periodo di incrementare la produzione di energia elettrica della Centrale geotermoelettrica di Rancia 2 (20MWe installati) utilizzata come impianto pilota nel progetto dell'1% → circa 1,5 GWh/anno. L'energia di questa centrale, impianto qualificato IAFR (Impianto Alimentato da Fonti Rinnovabili), è incentivata mediante la formula dei Certificati Verdi (D.M.18/12/2008). L'investimento necessario per il raggiungimento dell'obiettivo produrrà pertanto un incremento della produzione della centrale che permetterà di passare dagli attuali 1.500.000 kWh annui al valore di 151.500.000 kWh annui, ovvero un incremento annuo flat di 1.500.000 kWh. Tale incremento di produzione, a parità di costi di esercizio e manutenzione, si tradurrà in maggiori ricavi dalla vendita di energia elettrica per un totale di circa 200 k€/anno. Pertanto a fronte di: - un investimento per Enel Green Power pari a circa € 1.700.000; - costi di esercizio e manutenzione pari a circa 100.000 €/anno; - ricavi di energia prima dell'entrata a regime del progetto pilota pari a circa 14.540.000 €/anno; - ricavi di energia dopo l'entrata a regime del progetto pilota pari a circa 14.740.000 €/anno e considerando l'efficacia dell'incentivo pubblico richiesto pari al 25% dell'investimento (circa € 430.000 sul totale di € 1.700.00) senza il quale si sarebbero riscontrati tempi realizzativi più lunghi (stimati in circa 36 mesi, quindi con un ritardo di 12 mesi) e la mancanza di operare attraverso un gruppo integrato e complementare nelle competenze con un riflesso positivo sui costi del progetto, si stima che il beneficio derivante da tale effetto sinergico sia quantificabile per Enel Green Power in una riduzione dei costi complessivi di circa il 5% comportante, come già sopra riportato, un aumento di maggiori ricavi per circa 200.000 €/anno. Alla luce dei valori sopra riportati di investimento, mitigato dall'incentivo pubblico, e dei ricavi annui attesi, sulla base dei valori del conto economico della società Enel Green Power (di cui agli allegati Bilanci 2013, 2014 e previsionale 2017) cui si riportano alcune voci: (valori in Euro) Ricavi anno 2012 1.284.066.099 Ricavi anno 2013 1.274.419.834 Ricavi anno 2014 1.479.048.729 Previsione Ricavi anno 2017 (anno a regime dell'impianto pilota) 1.203.946.000 Costi anno 2012 845.798.081 Costi anno 2013 794.699.080 Costi anno 2014 784.485.376 Previsione Costi anno 2017 (anno a regime dell'impianto pilota) 719.633.000 Utile dell'esercizio 2012 209.743.629 Utile dell'esercizio 2013 289.841.848 Utile dell'esercizio 2014 431.037.201 Utile dell'esercizio 2017 (anno a regime dell'impianto pilota) 202.222.000 si comprende come gli effetti attesi specificatamente derivanti dal progetto presentato, per i valori in gioco siano del tutto marginali e ininfluenti nel conto economico della società. E' indubbio però che la presenza di un incentivo pubblico permetterà ad Enel Green Power di realizzare il progetto nei tempi stabiliti potendo acquisire in tempo breve tutte le informazioni tecnologiche indispensabili per poter poi nel lungo periodo estendere gli strumenti prognostici sviluppati a tutto il proprio parco geotermoelettrico (attualmente 915,5 MWe installati) incrementando la disponibilità degli impianti dell'1% → circa 55 GWh/anno ed incrementando quindi la quota di produzione da fonti rinnovabili a beneficio anche della Regione Toscana. La presenza dell'incentivo pubblico aiuterà inoltre l'azienda a migliorare l'efficacia e la qualità delle attività svolte, favorendo il coinvolgimento anche di altri soggetti presenti nella realizzazione del progetto aventi competenze complementari nel campo degli strumenti prognostici. Si evidenzia inoltre che da un'analisi di fattibilità condotta all'interno del gruppo dei lavori è emerso che ad oggi sono presenti una quantità notevole di informazioni sugli impianti di Enel Green Power che possono essere utilizzate per lo sviluppo dei nuovi sistemi diagnostici. Ogni singolo componente del gruppo di lavoro possiede competenze avanzate nel proprio settore, potenzialmente applicabili al mondo geotermico. Inoltre Enel Green Power ha consolidato negli anni la consapevolezza, basata sulla propria esperienza nella costruzione e gestione degli impianti, di poter migliorare il processo produttivo. Questi elementi rendono confidenti i componenti del team di progetto di poter raggiungere gli obiettivi prefissati. Relativamente ad ISE, nel conto economico previsionale allegato sono state imputate le spese di progetto nella colonna relativa agli anni 2016/2017 e i ricavi attesi negli anni 2018/2019, periodo in cui si presume che il progetto sia a regime. Abbiamo considerato un aumento del 30% del fatturato per ciascuno dei due anni successivi al termine del progetto, ipotizzando di far partire le attività commerciali anche prima della conclusione reale del progetto stesso, ovvero non appena si abbia una ragionevole certezza del raggiungimento dei risultati sperati. Non abbiamo riportato alcun aumento nei costi, negli anni 2018/2019, perché riteniamo ragionevolmente di poter mantenere il personale attuale, nonché di incrementarlo di una o due unità, ma è una previsione molto aleatoria e non ben quantificabile, che dovrà basarsi su quello che sarà il nuovo mercato del lavoro risultante dalle modifiche normative in corso. L'ipotesi di consistente aumento del fatturato si basa sulla convinzione che i servizi che potremo proporre a conclusione del progetto avranno un maggiore valore aggiunto e garantiranno, a parità di ore di consulenza erogata, un fatturato più elevato. Si valuta quindi che le spese sostenute per il progetto possano essere recuperate entro la fine del secondo anno dall'entrata a regime dei risultati. SDI Automazione Industriale produce sistemi di automazione e controllo. In questo ambito i propri sistemi acquisiscono misure di impianto per attività di monitoraggio real time il cui processamento consente di ottenere importanti informazioni sul funzionamento dell'impianto monitorato. Tipicamente è possibile rilevare la redditività dell'impianto, lo stato di affidabilità dei componenti o migliorare il grado di sicurezza. Con questo progetto riteniamo di poter migliorare le conoscenze ed acquisire metodologie innovative per: - Aumentare il grado di integrazione del prodotto eXPert software di SDI con metodologie di analisi ed elaborazione di funzioni "smart" - Sviluppare al proprio interno conoscenze tecniche che siano in grado di applicare al meglio ai fini delle funzioni smart le proprie conoscenze nell'ambito dei sistemi scada. In ogni caso la partecipazione al progetto non porterà la SDI direttamente a disporre di un nuovo prodotto pronto per la commercializzazione. Al termine del progetto la SDI avrà le competenze per poter sviluppare un nuovo strumento da poter fornire a corredo della propria suite di supervisione

e controllo. In questo momento risulta estremamente complesso definire quali possano essere le risorse necessarie per poter raggiungere, a fine progetto, un prodotto commercializzabile ma per l'esperienza pregressa, in contesti simili , si può ipotizzare la necessità di dover aggiungere, alle risorse già stanziate per la partecipazione al progetto, risorse complessive per 3-4 anni uomo. Anche per la valutazione dei tempi di rientro da tale investimento è necessario basarsi più sull'esperienza pregressa piuttosto che altre valutazioni; una volta terminato lo sviluppo del nuovo componente per la manutenzione predittiva questo non diventerà un nuovo prodotto, per il quale poter valutare sulla base di un business plan un piano di rientro dell'investimento, ma verrà inserito all'interno della suite eXPert (la suite di supervisione e controllo della SDI). Di conseguenza risulta estremamente complesso ed aleatorio la valutare i tempi di rientro di tale componente svincolato dal resto dei componenti che costituiscono la suite eXPert. La direzione R&D di SDI ritiene comunque strategico, per lo sviluppo della propria suite di supervisione e controllo, l'accrescimento delle funzioni di diagnostica preventiva che potranno essere inserite all'interno del prodotto grazie all'esperienza maturata all'interno del progetto. Per il contesto in cui opera la SDI questa valutazione è basata su valutazioni di tipo qualitativo (rispetto allo sviluppo del proprio prodotto) piuttosto che da valutazioni di tipo quantitativo.

Bilanci e previsionali.zip

## CRITERI DI PREMIALITÀ

**Per quanto riguarda i criteri da P.1 a P.5 il proponente ha l'onere di compilare** quelle sezioni nelle quali aspira ad ottenere il punteggio di premialità, dando evidenza, in particolare, agli elementi oggettivi che danno diritto a punteggio.

**P1. Imprese che assicurano un incremento occupazionale durante la realizzazione del progetto con effetti successivi:**

- per incremento occupazionale si intende l'occupazione aggiuntiva rispetto al totale degli occupati dell'impresa al momento della presentazione della domanda di seconda fase, ovvero il numero espresso in Unità Lavorative Annue (ULA) di nuovi addetti, indipendentemente dalla tipologia di lavoro, come previsto dalla definizione Istat di ULA.

- il punteggio premiale per l' incremento occupazionale sarà attribuito sulla base della seguente tabella:

Dimensione impresa	1-3 ULA	4-6 ULA	7-10 ULA	11-15 ULA	oltre 15 ULA
<b>Micro impresa</b>	4 punti	5 punti	5 punti	5 punti	5 punti
<b>Piccola impresa</b>	3 punti	4 punti	5 punti	5 punti	5 punti
<b>Media impresa</b>	2 punti	3 punti	4 punti	5 punti	5 punti
<b>Grande impresa(solo per il Bando 1)</b>	1 punti	2 punti	3 punti	4 punti	5 punti

Il punteggio relativo alla premialità sarà assegnato automaticamente sulla base di quanto dichiarato dalle singole imprese in sede di presentazione della domanda di seconda fase al punto 14bis.

**P2. Imprese che abbiano assunto nei 12 mesi precedenti alla presentazione della domanda lavoratori iscritti alle liste di mobilità di cui alle Leggi n. 233/1991 e n. 236/1993, inclusa la mobilità in deroga di cui alla DGR n. 831 del 03-10-2011(8): 0,5 punti**

SÌ

NO

Se il campo selezionato è SI, come richiesto dalla scheda tecnica, è obbligatorio l'upload del contratto di assunzione: File non trovato

**P3. Imprese che hanno adottato sistemi di gestione ambientale certificati di processo o di prodotto(9): 0,5 punti**

SÌ

NO

Se il campo selezionato è SI, come richiesto dalla scheda tecnica, è obbligatorio l'upload della certificazione, in corso di validità, conseguita in data antecedente alla presentazione della domanda:

EGP Sistema gestione ambientale.pdf

**P4. Imprese a titolarità femminile(10): 0,5 punti.** Si evidenzia che tale criterio è riferito esclusivamente alle imprese

SÌ

NO

**Se sì, indicare quali imprese**

**P5. Imprese localizzate nelle aree interne come definite nella delibera GRT 289 del 7 aprile 2014 e ss.mm.ii: 0,5 punti.**

SÌ

NO

Aree Interne: PISA - POMARANCE

Nel caso di raggruppamenti di imprese, i punteggi relativi ai singoli criteri di premialità saranno dati dalla somma dei punteggi assegnati a ciascuna impresa del raggruppamento.

Per il criterio di premialità al precedente punto 1), per i raggruppamenti di imprese il punteggio complessivo non può superare il valore di 12 punti.

Nel caso in cui un'impresa non realizzzi l'incremento occupazionale previsto nel progetto esecutivo:

- il punteggio complessivo del progetto sarà ricalcolato tenendo conto della diminuzione dell'incremento occupazionale, con conseguente revisione della posizione del progetto in graduatoria ed eventuale revoca totale del contributo laddove il punteggio medesimo scenda al di sotto della soglia di finanziamento.

- all'impresa che non realizza pienamente l'incremento occupazionale previsto, verrà applicata una sanzione di importo pari al 5% del contributo concesso, per ogni punto di premialità occupazionale decurtato in base alla tabella di cui sopra.

Ai sensi della L.R. 35/2000 art. 8 bis, l'impresa dovrà inoltre mantenere l'incremento occupazionale realizzato per i cinque anni successivi al completamento dell'investimento regolarmente rendicontato, pena la revoca del contributo sulla base della metodologia indicata al paragrafo precedente.

(7) Nota per la compilazione della Sezione 5 della Scheda:

(8) Criterio previsto in attuazione dell'art.5 quaterdecies della LR n. 35/2000 in riferimento alla tutela dei lavoratori.

(9) Criterio previsto in attuazione dell'art.5 quaterdecies della LR n. 35/2000 in riferimento alla sostenibilità ambientale.

(10) Cfr. Allegato B per la definizione di Impresa a titolarità femminile

## ALLEGATO 2

### Attività 2.1

Denominazione *Individuazione modelli razionali per guasti e prestazioni (UNIFI-ENEL-SSSA-ISE)*

#### Descrizione dell'attività

Al fine di aumentare la disponibilità degli impianti geotermici, l'attenzione del gruppo di ricerca sarà focalizzata sui tre ambiti di maggiore interesse: i pozzi, sia produttivi che iniettivi, le reti di trasporto del fluido (vapore/acqua o bifase) e le centrali (soprattutto per gli ausiliari e le torri di refrigerazione). La prima fase del lavoro considererà, perciò, in una attenta ricognizione dell'impianto e nell'analisi di tutti i componenti ed i sistemi "critici", in accordo a quanto emerso dalla attività A1.1 di "Selezione macchinari/sistemi/processi di interesse". Seguirà una accurata ed attenta analisi delle tipologie di misure disponibili nel database storico di Enel (attività A1.2). Per avere un'idea dell'ordine di grandezza della numerosità dei dati, si consideri che esso è attivo da circa dieci anni, raccoglie misure con circa 70000 sensori con acquisizioni mediamente ogni 5 secondi. I dati di sicuro interesse saranno quelli relativi ai rilevi di pressione, di portata, di temperatura, di concentrazione di cloruri e di trascinato, delle vibrazioni. Il log di impianto sarà integrato con le informazioni emerse dall'attività A1.4. In accordo con quanto emerso dall'attività A1.3, e tenuto conto degli esiti delle attività A1.1, A1.2 e A1.4, si procederà alla selezione dei punti di misura ritenuti necessari, ed al successivo trasferimento dei relativi log dai database Enel alla workstation di UNIFI, ove la storia dei guasti e dei parametri selezionati potrà essere accuratamente ricostruita. Saranno, quindi, impiegate opportune tecniche statistiche avanzate per effettuare l'estrazione dei parametri affidabilistici sintetici di ciascun componente e per la valutazione del relativo intervallo di confidenza. Tale studio si basa su un'attenta analisi dei dati, così da verificare le ipotesi di correlazione e dipendenza causale. Non è, quindi, praticabile l'esecuzione in remoto, sui database di ENEL, di tale indagine. Per questo studio, si ritiene necessario l'uso di una macchina provvista di adeguata dotazione in termini di processori, memoria centrale e capacità di storage. Con l'obiettivo di impostare al meglio le attività sopra descritte, sarà condotta, in parallelo, un'indagine sullo stato dell'arte, nella letteratura tecnico-scientifica internazionale, degli approcci diagnostici e prognostici, legati a stress e condizioni di impiego, applicabili ai casi selezionati. È, sin da ora, possibile affermare che saranno di sicuro interesse per il progetto le analisi di affidabilità legate allo stress (stress dependent reliability analysis) e relative a: guasti connessi a processi di corrosione, guasti di macchine rotanti e guasti associati a particolari condizioni di trasporto del fluido. Ulteriori tipologie di guasto, che eventualmente emergessero nelle precedenti attività, saranno incluse nella ricerca dei modelli. In caso di assenza di specifici modelli di degrado o di prestazione, si prevede di svilupparne di nuovi, i quali saranno comunque basati sulla conoscenza delle condizioni di impiego e dei meccanismi chimico-fisici che li generano, in grado di determinare i "soft failure" ed i veri e propri "failure". In questa fase verrà valutato anche il gap relativo ai dati disponibili al fine dell'applicazione di tali approcci, ipotizzando quali tipologie di misura sarebbe opportuno implementare per poter adottare modelli diagnostici e prognostici più efficaci. Le specifiche della strumentazione necessaria ad effettuare questi rilevamenti mirati saranno fornite all'attività A3.1. Al termine delle precedenti fasi, si potrà, così, disporre di un "rationale" che rappresenterà il fondamento su cui costruire il processo di "machine learning" basato su reti bayesiane, che sarà affrontato nella seguente attività (A2.3), in cui verranno sviluppate le inferenze relative allo stato di funzionamento, sia in termini di diagnostici che prognostici. Ogni approccio individuato sarà, infine, presentato in una scheda illustrativa sintetica che ne definirà le potenzialità, i limiti, le informazioni necessarie e le formule o gli algoritmi di calcolo. Ciascun modello sarà, inoltre, valutato in termini sia di adattamento ai dati disponibili che di capacità predittiva. Per tutte quelle aree di interesse per le quali non sia possibile individuare modelli affidabilistici puri o "stress dependent" che siano significativamente applicabili ai dati attualmente disponibili o a quelli di nuovo tipo acquisibili con sensori di nuovo sviluppo, verranno utilizzati apprendimenti di tipo black box (come, ad esempio, le reti neurali, sviluppate nell'attività A2.2 "Metodi di machine learning per la diagnostica"). Questi metodi analizzeranno lo scostamento rispetto alla baseline di funzionamento osservata durante le condizioni di buon funzionamento dell'impianto. A valle della individuazione dei modelli, nel caso in cui esistessero in impianto sistemi diagnostici tipicamente a "soglia", sarà possibile integrare questi ultimi con l'indicazione bayesiana della probabilità di trovarsi in situazioni di guasto, avaria o funzionamento imperfetto (degrado prestazionale).

#### Output dell'attività e sua verifica:

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità, aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable D2.1.1 architettura di analisi dati e di condivisione in OO1 (M3) D2.1.2: relazione intermedia sull'analisi dei dati, sulle tecniche statistiche impiegate e sui parametri affidabilistici desunti. (M6) D2.1.3: relazione finale sull'analisi dei dati, sulle tecniche statistiche impiegate e sui parametri affidabilistici desunti. (M10) D2.1.4: scheda illustrativa sintetica per ciascun modello affidabilistico, che ne definirà le potenzialità, i limiti, le informazioni

necessarie e le formule o gli algoritmi di calcolo. Questa scheda permetterà una più rapida applicazione nelle successive attività e verrà continuamente aggiornata sulla base dell'avanzamento della ricerca (fino all'attività A5.3 di taratura e validazione). Sarà prodotta una scheda ogni due mesi a partire dal M10 (M10, M12, M14, M16, M18) D2.1.5: (M18) relazione finale approfondita per tutti i modelli affidabilistici sulle basi scientifiche, i riscontri sperimentali dell'applicazione allo storico, i primi eventuali risultati dell'applicazione alla nuova configurazione di sensoristica adottata e sulla descrizione di dettaglio dell'algoritmo di stima. Milestone: M4: Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Per lo sviluppo dell'attività è richiesto una workstation di calcolo multiprocessore, con 64 GB di RAM e array di dischi ridondante.

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 8 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3,94 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 5,4 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Contributo di Unifi: Per lo sviluppo dell'attività sono richieste notevoli professionalità nell'ambito dello studio ed applicazione di modelli diagnostici e prognostici. In particolare il gruppo di UNIFI sarà costituito da: Professori ordinari impianti industriali meccanici, professori associati di analisi numerica, ricercatori universitari di ruolo di impianti industriali meccanici e assegnisti di ricerca in impianti industriali meccanici, per un impegno totale equivalente a 34,19 mesi-uomo

#### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo: 30 giornate-uomo.

Costo Totale Attività 262642

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 35604

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 17146

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 28226

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 181666

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 0

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																			

#### **Legenda**

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

#### **Attività 2.2**

Denominazione *Metodi di machine learning per la diagnostica (SSSA-ENEL-UNIFI-ISE-SDI)*

#### **Descrizione dell'attività**

Preliminarmente è opportuno svolgere una pre-elaborazione dei dati finalizzata alla implementazione dei modelli di fault diagnosis e di machine learning. I database industriali, infatti, sono spesso affetti sia da dati anomali (detti anche outliers) che da ridondanza nelle variabili osservate. D'altra parte, l'efficienza e la qualità dei risultati di un qualunque algoritmo di machine learning dipende dalla qualità e dal contenuto informativo dei dati utilizzati. Pertanto verranno implementate sui dati raccolti dei processi di selezione, finalizzati principalmente ad individuare: 1) i dati anomali, da scartare per la costruzione di modelli rappresentativi delle normali condizioni operative del sistema considerato, ma latori di informazione, se sono indicatori di eventi rilevanti (e.g. faults) 2) le variabili più rilevanti rispetto al fenomeno/processo considerato. Le variabili estratte possono essere un sottoinsieme di quelle originariamente misurate (variable selection), ovvero possono derivare da una trasformazione che aggrega le variabili originali e/o ne estrae le caratteristiche salienti e di maggior contenuto informativo (features extraction). Inoltre molte tecniche di machine learning e fault detection si basano sulla assunzione di un modello statistico dei dati misurati, il quale può essere ricavato tramite tecniche di distribution fitting. Tali tecniche verranno implementate sui dati disponibili, in quanto la possibilità di avere stime sempre aggiornate del modello statistico dei dati, adattandolo dinamicamente ai dati stessi, consente sia di evitare di basare la predizione e detezione di anomalie su ipotesi non sempre verificate (e.s. la gaussianità) sia di seguire la evoluzione statistica dei fenomeni considerati nel tempo, traendo indicazioni utili al fine di determinarne le cause e la efficacia di eventuali contromisure. Successivamente verranno sviluppati meccanismi di diagnosi anomali che implementano una analisi di congruenza dei dati basati sulla ridondanza dei dati stessi ed effettuati sia con tecniche statistiche che model-based, ossia basati sullo sviluppo di modelli fisici (eventualmente anche olistici) del processo sviluppati in A2.1. Ad esempio, da un confronto fra valori attesi e valori reali si può evidenziare sia una anomalia nei dati raccolti (es. dovuta al fault di un sensore) che una anomalia (anche incipiente) di funzionamento del processo stesso. A seconda del livello di dettaglio, il modello stesso può anticipare il verificarsi, in particolari condizioni, di una situazione critica da monitorare e controllare. In particolare verranno sperimentati i seguenti approcci ● Tuning dei parametri delle regole esistenti con Algoritmi Genetici sulla base dei dati storici, al fine di minimizzare i falsi allarmi. ● Alberi decisionali ● Introduzione di metodologie avanzate anche basate su tecniche di intelligenza artificiale per la rilevazione e classificazione di eventi rari ● Analisi congruenza dati tramite lo sfruttamento di modelli predittivi ● Sistemi evoluti quali il Case-Based reasoning (CBR) per formalizzare, capitalizzare e sfruttare le scelte pregresse degli operatori esperti relativamente alla diagnosi e la risoluzione di guasti.

#### **Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverables D2.2.1 architettura di analisi dati e di condivisione in OO1 (M3) D2.2.2: Report sulla implementazione di tecniche di distribution fitting sui dati raccolti (M9 SSSA) D2.2.3: report che illustra le procedure di adattamento delle regole esistenti, da cui si evinca il soddisfacimento del criterio C2.1 (M9, SSSA) D2.2.4: Report sulla applicazione di sistemi statistici e model-based per la early detection dei guasti, da cui si evinca il soddisfacimento del criterio C2.2 (M15, SSSA) D2.2.5: Report sulla applicazione di sistemi evoluti per la tesaurizzazione della conoscenza degli esperti , da cui si evinca il soddisfacimento del criterio C2.3 (M18, SSSA) Milestone: M4: Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Nessuno

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 3 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 18 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3,66 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 1,49 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Per lo sviluppo dell'attività il gruppo di UNIFI sarà costituito da: Professori ordinari impianti industriali meccanici, professori associati di analisi numerica, ricercatori universitari di ruolo di impianti industriali meccanici e assegnisti di ricerca in impianti industriali meccanici, per un impegno totale equivalente a 8,02 mesi-uomo

#### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo: 11 giornate-uomo.

Costo Totale Attività 186154

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 23173

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 83132

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 20328

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 48361

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 11160

#### Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

#### Attività 2.3

Denominazione *Modelli bayesiani per diagnostica e prognostica (SSSA-ENEL-UNIFI-SDI)*

#### Descrizione dell'attività

Uno degli approcci che verranno esplorati per l'anomaly detection è quello delle reti bayesiane che ha l'interessante proprietà di esplicitare la struttura delle relazioni tra variabili misurate e non, inserendo distribuzioni a priori, e consentendo una stima probabilistica dei risultati. La struttura della rete è sia realizzabile manualmente, che, in taluni casi apprendibile sulla base dei dati a disposizione. Sotto al termine di reti bayesiane sono raccolte soluzioni più diverse che dipendono dalla natura delle variabili coinvolte (discrete, continue o ibride), le dipendenze tra esse presenti (linear e non), e la natura dinamica del processo in analisi. Per realizzare questa attività si andranno ad utilizzare dynamic bayesian networks (DBN) di tipo ibrido ovvero contenenti componenti continue associate a variabili di processo e/o di modello, e variabili discrete associate allo stato di funzionamento ovvero di anomalia del sistema stesso. Il contributo di questa attività è proprio quello di fondere le informazioni di modello di A2.1, di distribution fitting e feature selection di A2.2. La struttura dei processi e dei modelli in oggetto sarà poi espressa dalla DBN attraverso una sua strutturazione generchica/componibile che consente di raggruppare e separare le variabili (OODBN). Per ciascun Target Diagnostico selezionato verranno analizzate le variabili di modello e di dati presenti e le loro distribuzioni. Da queste verrà fatta un'ipotesi di rete dinamica e delle relative dipendenze. Attraverso i dati verrà poi effettuato il tuning delle distribuzioni associate alla rete, e, ove necessario, l'apprendimento delle dipendenze (structure learning). L'attività sarà realizzata utilizzando MATLAB nella fase di tuning e structure learning, passando poi le informazioni ad un framework in C++ già sviluppato da SSSA e migliorato nel contesto dell'attività in oggetto.

#### Output dell'attività e sua verifica:

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverables D2.3.1 Architettura di analisi dati e di condivisione in OO1 (M3) D2.3.2 Prototipo del framework di bayesian processing adattato per il progetto, ed interfacciato con le soluzioni software di A2.2 (M6 SSSA) D2.3.3 Report progressivo sui modelli ricevuti da A2.1 (M10,M12,M14,M18 SSSA) D2.3.4 Report finale sull'insieme dei modelli realizzati per i Target Diagnostici (M18 SSSA) Milestone: M4: Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### Strumenti/attrezzature

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Workstation e quota parte di workstation high-end già acquisita

#### Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività.  
Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 3 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo  
Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 18 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo  
Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 1,4922553 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo  
Per lo sviluppo dell'attività il gruppo di UNIFI sarà costituito da: Professori ordinari impianti industriali meccanici, professori associati di analisi numerica, ricercatori universitari di ruolo di impianti industriali meccanici e assegnisti di ricerca in impianti industriali meccanici, per un impegno totale equivalente a 5,51 mesi-uomo

### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo: 8 giornate-uomo.

Costo Totale Attività 142628

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 23173

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 78255

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 0

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 30040

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 11160

### **Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																		
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

#### Attività 2.4

Denominazione *Benchmarking e selezione dei metodi (SSSA-ENEL-UNIFI-ISE-SDI)*

### **Descrizione dell'attività**

Questa attività ha il compito di convogliare i risultati dei modelli sviluppati in A2.1,A2.2,A2.3 e di fornire delle valutazioni comparative utili all'adozione degli stessi nell'implementazione e nel dimostratore. Pertanto il flusso di lavoro è organizzato acquisendo, per ogni Target Diagnostico, i modelli sviluppati e confrontandoli secondo criteri multipli: qualità diagnostica, prognostica e performance di esecuzione. Un importante fattore aggiuntivo analizzato in questa attività è la capacità di generalizzabilità ed estensibilità del modello sviluppato così che possa agevolare lo sviluppo ulteriore da parte delle altre attività dell'OO2, ovvero per sviluppi futuri. L'aspetto della generalizzabilità verrà valutato in termini dei parametri liberi del modello, di quelli tunabili sulla base di dati e sulla quantità di dati storici necessari alla convergenza dei parametri.

### **Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverables D2.4.1 Scelta dei criteri di selezione e metodi, in relazione all'architettura (M3, SSSA) D2.4.2 Report ricorrente realizzato a partire dai risultati dei modelli prodotti dalle altre attività dell'OO2 (M12,M14,M16,M18). D2.4.3 Report contenente le raccomandazioni finali sulla generalizzabilità (M18, SSSA) Milestone: M4: Completamento fase pre-sperimentale (modelli, reti di sensori, sistemi HW e SW)

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### Strumenti/attrezzature

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività Nessuno

#### Risorse umane

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 3 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 4 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3,14 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 2,24 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 1,62 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Per lo sviluppo dell'attività il gruppo di UNIFI sarà costituito da: Professori ordinari impianti industriali meccanici, professori associati di analisi numerica, ricercatori universitari di ruolo di impianti industriali meccanici e assegnisti di ricerca in impianti industriali meccanici, per un impegno totale equivalente a 4,01 mesi-uomo

#### Subcontratti

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo: 8 giornate-uomo.

Costo Totale Attività 105761

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 23173

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 17390

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 27592

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 26446

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 11160

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

#### Attività 2.5

Denominazione

#### Descrizione dell'attività

#### Output dell'attività e sua verifica:

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto.

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

**Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività

**Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività.

**Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo

Costo Totale Attività

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 0

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 0

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 0

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 0

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 0

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																										

**Legenda**

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

**Tempistica**

Indicare i mesi nel corso dei quali verrà realizzato l'Obiettivo Operativo.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'Obiettivo Operativo.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																												

**Legenda**

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

**Costo totale dell'obiettivo**

Indicare il costo complessivo dell'obiettivo Operativo

**Costo totale dell'obiettivo:** 725.261,00

Infine partirà la fase di dimostrazione del prototipo, eseguendo simulazioni di possibili scenari che potrebbero presentarsi in impianto.

#### **Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable D5.2.1: dimostrazione sul campo del prototipo realizzato e successivo verbale di collaudo in dei sistemi implementati (M24) Milestone M6: Completamento fase sperimentale (sperimentazione, analisi costi).

I milestone e i deliverable devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività In questa attività verranno utilizzate le strumentazioni e le apparecchiature fornite negli obiettivi operativi OO3 e OO4.

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 0 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 64 mesi/uomo Il contributo della SSSA per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 3 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 2,23 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 5,009478521 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 1,65 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo

#### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo Nessuno

Costo Totale Attività 743975

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 621727

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 39065

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 42263

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 0

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 40920

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																										
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																										
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																										
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>					

Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*

Partner 5 Nome: *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.*

#### **Attività 5.3**

Denominazione *Taratura e validazione (UNIFI-ENEL-ISE-SDI)*

#### **Descrizione dell'attività**

Questa attività si dividerà in due fasi: la prima di taratura e la seconda di validazione. Lo scopo è quello di rendere impiegabili ed operativi, con adeguata fiducia, i modelli diagnostici e prognostici individuati nelle precedenti attività (in particolar modo quelle svolte all'interno dell'OO2 e OO3) sul Sistema di Supervisione di Enel Green Power. Nella prima parte (taratura) sarà necessario riprendere in considerazione tutti gli elementi variabili dei modelli (addestramenti delle reti, parametri non fissi ma tarabili dei modelli), per fare in modo che funzionino correttamente una volta che saranno implementati

"on line" nel sistema diagnostico e prognostico. In questa fase sarà molto significativo il coinvolgimento di chi ha curato lo sviluppo modellistico e la messa a punto degli strumenti di soft computing. La seconda fase (validazione) costituisce la delibera dello strumento, ovvero la verifica del suo funzionamento in relazione alle prestazioni attese. Saranno perciò analizzati gli errori di prima e seconda specie, sensibilità e capacità predittiva. L'attività nel suo complesso richiederà sia la presenza "in loco" che un accesso remoto al sistema dimostrativo, in modo da permettere, con la collaborazione dei tecnici di Enel Green Power, una corretta e completa messa a punto operativa dei modelli e la loro delibera per l'utilizzo sistematico sugli impianti.

#### **Output dell'attività e sua verifica:**

deliverable(4) e milestones(5) Occorre illustrare quali sono i risultati quantitativi attesi, mettendo in evidenza criteri oggettivi di verifica e misurabilità; aggettivi qualitativi o definizioni indeterminate non possono essere accettati. Illustrare i risultati attesi nel corso della singola attività, precisando specifici deliverable e milestone per l'attuazione del progetto. Deliverable D5.3.1 Report di taratura e validazione (M24) Milestone M6 Completamento fase sperimentale (sperimentazione, analisi costi)

I *milestone* e i *deliverable* devono essere evidenziati in uno specifico diagramma GANTT da redigersi secondo il modello presente sulla piattaforma.

#### **Strumenti/attrezzature**

Definire quali sono gli strumenti e le attrezzature che si intendono utilizzare per la realizzazione delle attività SSSA: a comune con OO2 e OO3 (workstation e laptop). In questa attività verranno utilizzate le strumentazioni e le apparecchiature fornite da Enel Green Power negli obiettivi operativi OO3 e OO4.

#### **Risorse umane**

Specificare le professionalità e i rispettivi tempi (mesi uomo) necessari alla realizzazione delle attività. Il contributo di Enel Green Power per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 1 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 1 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Il contributo di ISE per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 5 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 2,57 mesi/uomo Il contributo di SDI per l'attività è il seguente: Tecnici laureati (a): 1,41 mesi/uomo - Tecnici con esperienza di 5 anni (b): 0 mesi/uomo - Personale impiegato in attività di produzione (c): 0 mesi/uomo Per lo sviluppo dell'attività il gruppo di UNIFI sarà costituito da: Professori ordinari impianti industriali meccanici, professori associati di analisi numerica, ricercatori universitari di ruolo di impianti industriali meccanici e assegnisti di ricerca in impianti industriali meccanici, per un impegno totale equivalente a 12,70 mesi-uomo

#### **Subcontratti**

Individuare l'eventuale necessità di acquisire competenze tecniche specifiche o brevetti per la realizzazione dell'obiettivo operativo: 15 giornate-uomo.

Costo Totale Attività 223845

Capofila - Partner 1 *Enel Green Power S.p.A.* Costo 98470

Partner 2 *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO* Costo 0

Partner 3 *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA* Costo 52809

Partner 4 *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale* Costo 61406

Partner 5 *S.D.I. - AUTOMAZIONE INDUSTRIALE - S.P.A.* Costo 11160

**Indicare i mesi nel corso dei quali ogni partner realizzerà l'attività.**

Partner	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																					
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																									
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																									
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>																									

#### Legenda

Capofila - Partner 1 Nome: *Enel Green Power S.p.A.*

Partner 2 Nome: *SCUOLA SUPERIORE DI STUDI UNIVERSITARI E DI PERFEZIONAMENTO SANT'ANNA Istituto TeCIP - Laboratorio PERCRO*

Partner 3 Nome: *I.S.E. - SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA*

Partner 4 Nome: *UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI FIRENZE Dipartimento di Ingegneria Industriale*