



Proposta	n. PDET-2024-731 del 20/09/2024
Determinazione dirigenziale	n. DET-2024-702 del 23/09/2024
Oggetto	Direzione Tecnica. Approvazione tirocinio curriculare della dott.ssa Elisabetta Pigni presso il Servizio Osservatorio Energia, Rifiuti e Siti Contaminati della Direzione Tecnica.
Dirigente adottante	Direzione Tecnica - De Munari Eriberto
Dirigente proponente	Servizio Osservatorio Energia Rifiuti E Siti Contaminati - Palumbo Leonardo
Responsabile del procedimento	Lussu Francesca

Questo giorno *23/09/2024* Il Direttore Tecnico, De Munari Eriberto, ai sensi del Regolamento Arpae per l'adozione degli atti di gestione delle risorse dell'Agenzia, approvato con D.D.G. n. 114 del 23/10/2020 e dell'art. 4, comma 2 del D.Lgs. 30 marzo 2001, n. 165 determina quanto segue.

VISTI:

- la L. n. 196/1997 “Norme in materia di promozione dell’occupazione” e in particolare l’art. 18 recante disposizioni in materia di tirocini formativi e di orientamento;
- il D.M. n. 142/1998 “Regolamento recante norme di attuazione dei principi e dei criteri di cui all’art.18 della L. 24 giugno 1997, n. 196 sui tirocini formativi e di orientamento”;
- la Circolare n. 52/1999 in cui vengono chiarite le definizioni di stage e di tirocinio formativo;
- la L. n. 53/2003 “Delega al Governo per la definizione delle norme generali sull’istruzione e dei livelli essenziali delle prestazioni in materia di istruzione e formazione professionale” con particolare riferimento all’art. 4 “alternanza scuola-lavoro”;
- il D.M. n. 270/2004 “Modifiche al regolamento recante norme concernenti l’autonomia didattica degli atenei, approvato con decreto del Ministro dell’Università e della ricerca scientifica e tecnologica 3 novembre 1999, n. 509”;
- la L.R. n. 17/2005 “Norme per la promozione dell’occupazione, della qualità, sicurezza e regolarità del lavoro” (artt. 24-26);
- il D.Lgs. n. 77/2005 “Definizione delle norme generali relative all’alternanza scuola-lavoro, a norma dell’articolo 4 della legge 28 marzo 2003, n. 53”;
- la L.R. n. 12/2003, art. 9 “Norme per l’uguaglianza delle opportunità di accesso al sapere, per ognuno e per tutto l’arco della vita, attraverso il rafforzamento dell’istruzione e della formazione professionale, anche in integrazione tra loro”;
- il D.L. n. 138/2011 “Ulteriori misure urgenti per la stabilizzazione finanziaria e per lo sviluppo”;
- la Circolare ministeriale n. 24/2011 contenente i primi indirizzi operativi ai fini della corretta applicazione dell’art. 11 del decreto-legge 13 agosto 2011, n. 138 che ha innovato la disciplina in materia di tirocini formativi e di orientamento;
- la L. n. 92/2012 art. 1, comma 34, “Disposizioni in materia di riforma del mercato del lavoro in una prospettiva di crescita”;
- la L. n. 107/2015 recante “Riforma del sistema nazionale di istruzione e formazione e delega per il riordino delle disposizioni legislative vigenti;
- l’Accordo del 25 maggio 2017 tra il Governo, le Regioni e Province Autonome di Trento e Bolzano sul documento recante “Linee guida in materia di tirocini formativi e di orientamento”;
- il D. Interm. n. 195/2017 “Regolamento recante la Carta dei diritti e dei doveri degli studenti in alternanza scuola-lavoro e le modalità di applicazione della normativa per la tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro agli studenti in regime di alternanza scuola-lavoro”;

- la Circolare n. 8 del 18/4/2018 dell'Ispettorato Nazionale del Lavoro avente ad oggetto "Tirocini formativi e di orientamento - indicazioni operative per il personale ispettivo";
- la L.R. n. 1/2019 "Disposizioni in materia di tirocini. Modifiche alla Legge Regionale 1 Agosto 2005, n. 17 (Norme per la promozione dell'occupazione, della qualità, sicurezza e regolarità del lavoro)";
- il DM 351 del 09/04/2022, che decreta l'attribuzione di 85 borse di dottorato (interamente erogate dall'Ateneo con il contributo dei fondi PNRR) a valere sul PNRR, Missione 4, componente 1 "Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido all'Università" - Investimento 4.1 "Estensione del numero di dottorati di ricerca e dottorati innovativi per la pubblica amministrazione e il patrimonio culturale", prevedendo obbligatoriamente un periodo di studio e ricerca in imprese o centri di ricerca o Pubbliche Amministrazioni da un minimo di 6 mesi ad un massimo di 12 mesi;

RICHIAMATI:

- il Regolamento Arpae per l'adozione degli atti di gestione delle risorse dell'Agenzia (R53001/ER) approvato con D.D.G. n. 114/2020;
- la "Disciplina delle frequenze temporanee presso le strutture di Arpae Emilia-Romagna" approvata con D.D.G. n. 37/2021;

PREMESSO:

- che con D.D.G. 27/2020 è stato approvato il Protocollo d'intesa tra Arpae e l'Università degli Studi di Bologna (UNIBO) per la collaborazione su tematiche di comune interesse definendo gli ambiti di reciproca collaborazione, per la realizzazione di iniziative, progetti specifici, scambi di esperienze, proposte di stage, corsi formativi, collaborazioni nella didattica;
- che con D.D.G. 112/2022 è stata approvata la Convenzione tra Arpae e UNIBO per lo svolgimento di tirocini curriculari e professionalizzanti;
- che, sulla base della Disciplina approvata con D.D.G. n. 37/2021, sono attivabili presso Arpae: tirocini curriculari, tirocini non curriculari, borse di studio;
- che le offerte di tirocinio sono programmate annualmente con atto del Direttore Generale come riportato all'art. 5 della citata Disciplina;
- che con D.D.G. n. 9/2024 è stata approvata la programmazione del numero delle frequenze esterne presso le strutture di Arpae per l'anno 2024;
- che, con lettera prot. PG/2024/64563 dell'8/4/2024, è stata inviata una richiesta di integrazione alle frequenze esterne presso Arpae per il secondo semestre 2024;

PREMESSO INOLTRE:

- che, con comunicazione prot. PG/2022/189934 del 18/08/2022, il Direttore Tecnico di Arpae si

impegnava a sottoscrivere apposita Convenzione con l'Università di Bologna per accogliere presso la propria sede, per un periodo di 6 mesi, un dottorando selezionato per attività di studio e ricerca relativamente al Progetto "Proposal of a Hybrid LCA Framework for Policy Making Support" da svilupparsi all'interno del Corso di dottorato "Il futuro della terra, cambiamenti climatici e sfide sociali", nell'ambito del DM 351 del 09/04/2022, Missione 4 del PNRR, componente 1 "Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido all'Università" - Investimento 4.1 "Estensione del numero di dottorati di ricerca e dottorati innovativi per la pubblica amministrazione e il patrimonio culturale";

- che la Professoressa Serena Righi, Direttrice del Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali del Dipartimento di Fisica e Astronomia (DIFA) dell'Università di Bologna (UNIBO), ha presentato richiesta ad Arpae per l'attivazione di un tirocinio curriculare di studio e ricerca di 6 mesi per la dottoranda Elisabetta Pigni, iscritta al Corso di dottorato in "Il futuro della Terra, cambiamenti climatici e sfide sociali" e dedicata al progetto "Proposal of a Hybrid LCA Framework for Policy Making Support", alla quale è stata attribuita una borsa di dottorato ai sensi DM 351/2022;

CONSIDERATO:

- che, pertanto, è stato concordato tra i due Enti uno schema di Convenzione, che si allega sub A) al presente atto quale parte integrante e sostanziale, per lo svolgimento di un periodo di studio e ricerca di 6 mesi presso la Direzione Tecnica di Arpae per la Dott.ssa Elisabetta Pigni, sulla base del progetto formativo/programma tecnico-scientifico, agli atti;

- che il Servizio Osservatorio Energia, Rifiuti e Siti Contaminati della Direzione Tecnica di Arpae è disponibile ad accogliere la Dott.ssa Elisabetta Pigni, consentendole di svolgere il periodo di studio e ricerca secondo le modalità e gli obiettivi descritti nel progetto formativo/programma tecnico-scientifico, agli atti;

- che l'UNIBO ha assicurato la tirocinante ai sensi della normativa vigente, per la responsabilità civile verso terzi e con INAIL a proprio carico;

ATTESO:

- che, così come concordato con l'UNIBO, il periodo di studio e ricerca avrà le seguenti caratteristiche:

- Ente ospitante: Arpae - Direzione Tecnica - Largo Caduti del Lavoro 6 - 40122 Bologna BO (Servizio Osservatorio Energia, Rifiuti e Siti Contaminati - OE);
- periodo di studio e ricerca: dal 07/01/2025 al 07/07/2025 - il periodo effettivo di inizio/fine è quello autorizzato dalla Commissione Tirocini e riportato sul Registro Presenze;
- Tutor Universitario: Dott.ssa Serena Righi;

- Tutor Aziendale: ing. Francesca Lussu;
- Referente amministrativo Arpa: Dott.ssa Olivia Casanova;
- Progetto formativo/Programma tecnico-scientifico:

Sulla base delle tendenze in atto del sistema energetico regionale, sintetizzate nel bilancio energetico regionale predisposto annualmente dall'OE, e sulla base degli scenari pianificati dalla Regione Emilia-Romagna sullo sviluppo delle FER, si identificano gli effetti sulla sostenibilità ambientale derivanti dall'evoluzione conseguente al raggiungimento degli obiettivi di transizione energetica al 2030, con particolare riferimento ad alcune tecnologie adatte al territorio regionale.

B.1 Specificare contenuti, modalità, risultati attesi delle attività di ricerca

Approfondimento sugli scenari proposti con il nuovo decreto sulle aree idonee, che pone in capo alla regione Emilia-Romagna un obiettivo di 6,3 GW al 2030 di potenza, prevalentemente FV innovativo. Gli step di approfondimento previsti nei 6 mesi di frequenza previsti dalla convenzione sono i seguenti:

- analisi del sistema energetico regionale in evoluzione;
- valutazione delle tendenze evolutive in atto e alla luce degli obiettivi regionali di sviluppo del sistema energetico regionale;
- dettaglio del sistema dell'offerta energetica regionale e dei relativi impatti;
- valutazione degli scenari di impatto al 2030 derivanti dalla diffusione di questa tecnologia, secondo il framework e gli strumenti di valutazione individuati nel progetto di dottorato;
- elaborazione di una relazione contenente risultati dello studio;

DATO ATTO:

- che il costituendo rapporto tra Arpa-Direzione Tecnica e la dottoranda Elisabetta Pigni, oltre a non configurarsi in alcun modo come rapporto di lavoro, non comporta alcun vincolo ed onere retributivo a carico di Arpa;
- che la dottoranda Elisabetta Pigni non potrà far valere nei confronti di Arpa alcun diritto di retribuzione, indennità o quant'altro compete a chi è legato da rapporto di lavoro subordinato;

RITENUTO:

- di approvare lo svolgimento del periodo di studio e ricerca della dottoranda Elisabetta Pigni presso il Servizio Osservatorio Energia, Rifiuti e Siti Contaminati della Direzione Tecnica di Arpa;

SU PROPOSTA:

- del Responsabile del Servizio Osservatorio Energia, Rifiuti e Siti Contaminati di Arpa, ing. Leonardo Palumbo, il quale ha espresso il proprio parere favorevole in merito alla regolarità amministrativa del presente provvedimento;

DATO ATTO INOLTRE:

- che si è provveduto a dare preventiva comunicazione al Servizio Prevenzione e Protezione del tirocinio curriculare di cui al presente atto;
- che si è provveduto a nominare responsabile del procedimento, ai sensi del combinato disposto di cui agli artt. 4, 5 e 6 della L. n. 241/1990 e della L. R. n. 32/1993, l'ing. Francesca Lussu del Servizio Osservatorio Energia, Rifiuti e Siti Contaminati di Arpae;

DETERMINA

1. di approvare, sulla base di quanto specificato in premessa, lo schema di Convenzione con l'Università degli Studi di Bologna, che si allega sub A) al presente atto quale parte integrante e sostanziale, per lo svolgimento del periodo di studio e ricerca della dottoranda Elisabetta Pigni secondo le modalità previste nel progetto formativo/Programma tecnico-scientifico, agli atti, e di seguito riportate:

Ente ospitante: Arpae - Direzione Tecnica - Largo Caduti del Lavoro 6 - 40122 Bologna BO (Servizio Osservatorio Energia, Rifiuti e Siti Contaminati - OE);

periodo di studio e ricerca: dal 07/01/2025 al 07/07/2025 - il periodo effettivo di inizio/fine è quello autorizzato dalla Commissione Tirocini e riportato sul Registro Presenze;

Tutor Universitario: Dott.ssa Serena Righi;

Tutor Aziendale: ing. Francesca Lussu;

Referente amministrativo Arpae: Dott.ssa Olivia Casanova;

Progetto formativo/Programma tecnico-scientifico:

Sulla base delle tendenze in atto del sistema energetico regionale, sintetizzate nel bilancio energetico regionale predisposto annualmente dall'OE, e sulla base degli scenari pianificati dalla Regione Emilia-Romagna sullo sviluppo delle FER, si identificano gli effetti sulla sostenibilità ambientale derivanti dall'evoluzione conseguente al raggiungimento degli obiettivi di transizione energetica al 2030, con particolare riferimento ad alcune tecnologie adatte al territorio regionale.

B.1 Specificare contenuti, modalità, risultati attesi delle attività di ricerca

Approfondimento sugli scenari proposti con il nuovo decreto sulle aree idonee, che pone in capo alla regione Emilia-Romagna un obiettivo di 6,3 GW al 2030 di potenza, prevalentemente FV innovativo. Gli step di approfondimento previsti nei 6 mesi di frequenza previsti dalla convenzione sono i seguenti:

- analisi del sistema energetico regionale in evoluzione;
- valutazione delle tendenze evolutive in atto e alla luce degli obiettivi regionali di sviluppo del

sistema energetico regionale;

- dettaglio del sistema dell'offerta energetica regionale e dei relativi impatti;
- valutazione degli scenari di impatto al 2030 derivanti dalla diffusione di questa tecnologia, secondo il framework e gli strumenti di valutazione individuati nel progetto di dottorato;
- elaborazione di una relazione contenente risultati dello studio;

2. di nominare responsabile del procedimento, ai sensi del combinato disposto di cui agli artt. 4, 5 e 6 della L. n. 241/1990 e della L. R. n. 32/1993, l'ing Francesca Lussu del Servizio Osservatorio Energia, Rifiuti e Siti Contaminati di Arpae;

3. di dare atto che il periodo formativo in oggetto, oltre a non configurarsi in alcun modo come rapporto di lavoro, non comporta alcun vincolo ed onere retributivo per Arpae.

IL DIRETTORE TECNICO;

Firmato digitalmente

De Munari Eriberto

Si dichiara che sono parte integrante del presente provvedimento gli allegati riportati a seguire ¹, come file separati dal testo del provvedimento sopra riportato:

¹ L'impronta degli allegati rappresentata nel timbro digitale QRCode in elenco è quella dei file pre-esistenti alla firma digitale con cui è stato adottato il provvedimento

**CONVENZIONE PER LA DISCIPLINA DI PERIODI DI STUDIO E RICERCA DEI
DOTTORANDI ASSEGNATARI DI BORSE DI DOTTORATO AI SENSI DEL D.M. 351/2022**

- 38° CICLO - A.A. 2022/2023

TRA

L'Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna (Arpae), con sede legale in Bologna, alla Via Po, 5, C.F./P.IVA n. 04290860370, rappresentata dal Direttore Tecnico, dott. Eriberto de' Munari, debitamente autorizzato dal Regolamento per l'adozione degli atti di gestione delle risorse dell'Agenzia,

(di seguito indicata come **"Ente Ospitante"**)

E

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, con sede legale in Bologna (Italia), alla Via Zamboni n. 33, C.F. 80007010376, P.IVA n. 01131710376, attraverso il Dipartimento di Fisica e Astronomia "Augusto Righi" con sede in Bologna (Italia), alla Via Berti Pichat, 6/2, rappresentato dal Direttore del Dipartimento Prof. Andrea Cimatti, autorizzato alla stipula del presente Contratto;

(di seguito indicata come **"Università"**)

(entrambe di seguito collettivamente indicate come le **"Parti"**)

VISTI

- il DM 351 del 09/04/2022, che decreta l'attribuzione della dotazione del PNRR, Missione 4, componente 1 "Potenziamento dell'offerta dei servizi di istruzione: dagli asili nido all'Università" - Investimento 3.4 "Didattica e competenze universitarie avanzate" e investimento 4.1 "Estensione del numero di dottorati di ricerca e dottorati innovativi per la pubblica amministrazione e il patrimonio culturale";
- il "Regolamento in materia di corsi di dottorato" dell'Università;
- il Bando di concorso 38° ciclo relativo alle borse cofinanziate ex DM 351/2022, pubblicato dall'Alma Mater Studiorum – Università di Bologna attraverso il quale l'Università ha attivato borse di studio per il 38° ciclo di dottorato;

CONSIDERATO CHE

- il DM 351/2022 stabilisce che le borse di studio dedicate alla Pubblica Amministrazione e al Patrimonio Culturale debbano prevedere obbligatoriamente periodi di studio e ricerca in impresa o Centri di ricerca o Pubbliche Amministrazioni da un minimo di 6 mesi ad un massimo di 12 mesi;
- l'Ente Ospitante si è reso disponibile, tramite trasmissione di apposita lettera di intenti prot. PG/2022/189934 del 18/11/2022, recepita dall'Università di Bologna con prot. 2519 del 23/11/2022, ad ospitare la

Dottoranda selezionata dall'Università e a stipulare una convenzione al fine di disciplinare la collaborazione nell'ambito di tale borsa di dottorato;

- il verbale del Collegio Docenti del Corso di dottorato in Il Futuro della Terra, Cambiamenti Climatici e Sfide Sociali ha approvato l'assegnazione di una borsa dedicata al Progetto "Proposal of a Hybrid LCA Framework for Policy Making Support" a cura della prof.ssa Serena Righi;
- L'Ente Ospitante esercita attività di tutela ambientale, di autorizzazione, concessione, monitoraggio dello stato ambientale, vigilanza e controllo e analisi analitiche nonché attività rivolte al campo dell'energia, garantendo un presidio diretto sul territorio e ha interesse specifico nella tematica di studio e ricerca relativa al Progetto;
- l'Ente Ospitante ha ben compreso i contenuti e le finalità del Progetto di ricerca "Proposal of a Hybrid LCA Framework for Policy Making Support" ed è suo interesse collaborare;

SI CONVIENE E STIPULA QUANTO SEGUE

Definizioni

Ai fini della presente Convenzione, i termini successivamente indicati, ove riportati con lettera iniziale maiuscola, avranno il seguente significato, con la precisazione che i termini definiti al singolare devono intendersi come riferiti anche al plurale e viceversa:

- "Dottoranda": la/le dottoranda/e che svolgerà/anno una parte della propria attività di studio e ricerca presso i locali dell'Ente Ospitante, come indicato al successivo art. 1;
- "Progetto": il progetto di studio e ricerca di cui all'Allegato 1, parte del quale dovrà essere svolto presso i locali dell'Ente Ospitante;
- "Programma Tecnico-Scientifico": le attività di cui all'Allegato 2, che verranno svolte dalla Dottoranda presso i locali dell'Ente Ospitante;
- "Background": opere dell'ingegno e altri materiali oggetto di protezione ai sensi della legge n. 633/1941 e ss.mm.ii., disegni e modelli, invenzioni, modelli di utilità, topografie di prodotti a semiconduttori, segreti commerciali e industriali, varietà vegetali e ogni altro bene immateriale protetto o proteggibile ai sensi del d.lgs. n. 30/2005 e ss.mm.ii., nonché ogni ulteriore bene immateriale protetto o proteggibile ai sensi della normativa nazionale, comunitaria e internazionale in materia di proprietà intellettuale e industriale, dei cui diritti una Parte sia titolare o contitolare prima dell'avvio dell'attività di studio e ricerca oggetto della presente Convenzione;
- "Sideground": opere dell'ingegno e altri materiali oggetto di protezione ai sensi della legge n. 633/1941 e ss.mm.ii., disegni e modelli, invenzioni, modelli di utilità, topografie di prodotti a semiconduttori, segreti commerciali



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



e industriali, varietà vegetali e ogni altro bene immateriale protetto o proteggibile ai sensi del d.lgs. n. 30/2005 e ss.mm.ii., nonché ogni ulteriore bene immateriale protetto o proteggibile ai sensi della normativa nazionale, comunitaria e internazionale in materia di proprietà intellettuale e industriale, se realizzati o comunque conseguiti da una Parte durante il periodo di efficacia della presente Convenzione ma non in esecuzione della stessa, e ciò anche se rientranti nel medesimo settore tecnico o scientifico oggetto della presente Convenzione;

-“Foreground”: opere dell’ingegno e altri materiali protetti ai sensi della legge n. 633/1941 e ss.mm.ii., disegni e modelli, invenzioni, modelli di utilità, topografie di prodotti a semiconduttori, segreti commerciali e industriali, varietà vegetali e ogni altro bene immateriale protetto ai sensi del d.lgs. n. 30/2005 e ss.mm.ii., nonché ogni ulteriore bene immateriale protetto ai sensi della normativa nazionale, comunitaria e internazionale in materia di proprietà intellettuale e industriale, realizzati o comunque conseguiti in occasione dell’attuazione del rapporto oggetto della presente Convenzione e in ragione di essa;

- “Informazioni Riservate”: qualunque informazione, dato o conoscenza di natura tecnico-scientifica, commerciale o finanziaria, che abbiano valore economico in quanto riservati, in qualsiasi forma espressi e/o su qualsiasi supporto memorizzati, che siano stati comunicati da una Parte all’altra nell’ambito del rapporto oggetto della presente Convenzione e in ragione di essa, anche quando non specificamente e visibilmente qualificati come “riservati” o “segreti”.

Art. 1 – Oggetto della Collaborazione

Con la stipula della presente Convenzione l’Ente Ospitante si rende disponibile ad accogliere presso i propri locali la Dottoranda Elisabetta Pigni assegnataria di una borsa di dottorato nell’ambito del corso di dottorato in Il Futuro della Terra, Cambiamenti Climatici e Sfide Sociali per lo svolgimento del periodo di studio e ricerca della durata di mesi 6 (sei), secondo le modalità ed i criteri stabiliti dalla normativa vigente.

Il periodo di studio e ricerca svolto presso l’Ente Ospitante sarà dedicato allo sviluppo del Programma Tecnico-Scientifico di cui all’Allegato 2 concordato tra Università e Ente Ospitante.

Art. 2 – Impegni delle Parti

L’Università si impegna ad erogare le borse di studio e ad adempiere a tutte le ulteriori disposizioni contenute nel DM 351/2022.

L’Ente Ospitante si impegna ad ospitare la Dottoranda per i periodi di studio e ricerca come indicato nell’Art. 1 e dettagliato nel Programma Tecnico-Scientifico in Allegato 2 e a mettere a disposizione della Dottoranda qualificate e specifiche strutture operative e scientifiche per lo svolgimento delle attività del Programma Tecnico-Scientifico che avranno luogo presso i locali dell’Ente stesso.

La Dottoranda, che svolgerà il periodo di studio e ricerca presso l’Ente



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



Ospitante, sarà affiancata da un co-supervisore scelto dall'Ente Ospitante oltre che dal supervisore individuato dal Collegio dei docenti del corso di dottorato.

L'Ente Ospitante designa quale co-supervisore l'Ing. Francesca Lussu, flussu@arpae.it.

L'Università designa quale supervisore la Prof.ssa Serena Righi serena.righi2@unibo.it.

Il supervisore e il co-supervisore dovranno supportare congiuntamente la Dottoranda durante lo svolgimento delle attività formative, di ricerca e di redazione della tesi.

Art. 3 – Svolgimento delle attività

La Dottoranda è tenuta ad uniformarsi ai regolamenti e alle disposizioni in materia di sicurezza vigenti presso le sedi di svolgimento delle attività del dottorato, osservando quanto previsto dal D. Lgs. n. 81/2008 e ss.mm.ii., in particolare gli obblighi dell'art. 20 del citato decreto.

L'Università garantisce alla Dottoranda la copertura assicurativa contro gli infortuni che dovesse subire durante lo svolgimento delle attività connesse al corso di dottorato, nonché per responsabilità civile per i danni che dovesse involontariamente causare a terzi (persone e/o cose) durante l'effettuazione delle predette attività.

In caso di infortunio l'Ente Ospitante si impegna a dare tempestiva comunicazione all'Università affinché questa possa procedere agli adempimenti previsti dalla normativa vigente.

Art. 4 – Diritti di proprietà intellettuale e industriale

Ciascuna Parte è titolare dei diritti di proprietà intellettuale e industriale relativi al proprio Background e Sideground. Niente di quanto previsto nella presente Convenzione deve considerarsi in modo diretto o indiretto come implicante la cessione di alcun diritto in relazione al proprio Background e Sideground.

Le Parti si riconoscono reciprocamente, a titolo gratuito, il diritto non esclusivo di utilizzazione dei rispettivi Background nell'ambito del rapporto oggetto della presente Convenzione e in ragione della sua esecuzione e, comunque, non oltre la sua durata, con espresso divieto di sublicenziare o trasferire a qualunque titolo tale diritto a soggetti terzi. Al contrario, il Sideground di ciascuna Parte non potrà essere utilizzato dall'altra Parte senza espressa autorizzazione scritta del titolare.



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



Al termine del periodo di studio e ricerca svolto all'interno dell'Ente Ospitante, la Dottoranda redigerà una relazione finale sotto la supervisione del supervisore dell'Università.

Tale relazione finale sarà condivisa con l'Ente Ospitante, che potrà utilizzare i dati e le informazioni contenute per finalità interne, non commerciali.

Nel caso in cui, durante il periodo di studio e ricerca che la Dottoranda svolgerà all'interno dell'Ente Ospitante, scaturisca un Foreground ottenuto anche con il contributo finanziario e intellettuale dell'Ente Ospitante, le Parti concorderanno in separato accordo le quote di contitolarità e la strategia di protezione e valorizzazione di tale Foreground. Le Parti dovranno tenere in considerazione la natura di ente pubblico dell'Università e le obbligazioni da essa assunte a monte con l'ente finanziatore.

In tutti gli altri casi (ovvero Foreground ottenuti senza il contributo finanziario e intellettuale dell'Ente Ospitante), la proprietà intellettuale e industriale su tali Foreground sarà dell'Università, che gestirà la strategia di protezione e valorizzazione di tali Foreground.

Art. 5 - Pubblicazioni

L'Università, anche tramite la Dottoranda, si riserva il diritto di pubblicare e/o di presentare, in tutto o in parte, le relazioni e i risultati delle attività svolte dalla Dottoranda durante il periodo di studio e ricerca all'interno dell'Ente Ospitante. L'Ente Ospitante potrà richiedere che sia preventivamente trasmessa in via riservata la bozza della pubblicazione e/o della presentazione, almeno 30 giorni prima dell'invio della stessa a soggetti terzi.

L'Ente Ospitante avrà facoltà di comunicare per iscritto all'Università, entro 15 giorni dal ricevimento della bozza, quali Informazioni Confidenziali debbano essere rese inaccessibili ai terzi.

Ove l'Ente Ospitante ometta di dare riscontro secondo quanto sopra indicato, l'Università, anche tramite la Dottoranda, potrà liberamente procedere, senza ulteriori comunicazioni, all'invio a terzi della bozza della pubblicazione e/o della presentazione.

Art. 6 - Durata

La presente Convenzione decorre dalla data di sottoscrizione della stessa e termina con la conclusione del periodo di studio e ricerca della Dottoranda, fatti salvi i casi di rinuncia, sospensione o esclusione previsti dal Regolamento in materia di corsi di Dottorato dell'Università e dal



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



Regolamento dei procedimenti disciplinari degli studenti.

Art. 7 – Uso dei segni distintivi

Il marchio istituzionale dell'Università è di proprietà esclusiva dell'Alma Mater Studiorum - Università di Bologna. L'Ente Ospitante non può fare uso del marchio e/o della denominazione dell'Università e/o di sue Strutture in funzione distintiva o pubblicitaria, se non previa specifica autorizzazione scritta. Sono fatti salvi gli usi liberi di legge, ex art. 21 del D. Lgs. n. 30/2005, della sola denominazione in funzione descrittiva, purchè resa in forma veritiera e da comunicarsi preliminarmente e comunque prima di ogni azione all'Università.

Art. 8 – Riservatezza

Con la sottoscrizione della presente Convenzione, le Parti si impegnano espressamente, per sé e per i propri dipendenti e/o collaboratori (con ciò promettendo anche il fatto del terzo ai sensi e per gli effetti dell'art. 1381 cod. civ.), per tutta la durata della presente Convenzione e per un periodo di 5 (cinque) anni successivo al termine o alla risoluzione dello stesso:

(a) a non divulgare le Informazioni Riservate e a non renderle in alcun modo accessibili a Soggetti Terzi;

(b) ad impiegare ogni mezzo idoneo, e a porre in essere ogni e qualsiasi atto o attività ragionevolmente necessari, al fine di garantire che le Informazioni Riservate non siano liberamente accessibili a Soggetti Terzi;

(c) a non utilizzare in alcun modo le Informazioni Riservate per finalità diverse e ulteriori rispetto a quelle connesse con l'esecuzione della presente Convenzione;

(d) a non duplicare, copiare, riprodurre, registrare o diversamente rappresentare, salve le necessità che discendano dall'esecuzione della presente Convenzione, o salvo consenso espresso della Parte che ne abbia diritto, con ogni e qualunque mezzo a tali fini idoneo, in tutto o in parte, file, atti, documenti, elenchi, registri, rapporti, note, disegni, schemi, schede, corrispondenza e ogni altro materiale contenente una o più Informazioni Riservate;

(e) a restituire o distruggere immediatamente, dietro richiesta scritta della Parte che ne abbia diritto, ogni e qualsiasi file, atto, documento, elenco, registro, rapporto, nota, disegno, schema, scheda, lettera ed ogni altro materiale, comprese le loro eventuali copie o riproduzioni, contenenti una o

più Informazioni Riservate, sempre che non vi sia un obbligo di legge che ne prescriva la conservazione;

(f) a restituire o distruggere immediatamente, al termine o alla risoluzione della presente Convenzione, ogni e qualsiasi file, atto, documento, elenco, registro, rapporto, nota, disegno, schema, scheda, lettera ed ogni altro materiale, comprese le loro eventuali copie o riproduzioni, contenenti una o più Informazioni Riservate, sempre che non vi sia un obbligo di legge che ne prescriva la conservazione.

Sono fatte salve, rispetto a quanto disposto nel paragrafo precedente:

(a) le informazioni, i dati e le conoscenze comunicati da una Parte all'altra che siano espressamente destinati dalle Parti alla pubblicazione o comunque alla diffusione tra il pubblico;

(b) le informazioni, i dati e le conoscenze comunicati da una Parte all'altra che siano già di pubblico dominio o siano comunque già liberamente accessibili da parte di Soggetti Terzi;

(c) le informazioni, i dati e le conoscenze che, in qualunque momento, divengono di pubblico dominio o comunque liberamente accessibili da parte di Soggetti Terzi, a condizione che la loro divulgazione o la loro accessibilità non siano causati da fatto illecito o non siano stati comunque espressamente vietati dalla Parte che li abbia comunicati, e a partire dal momento in cui esse divengono effettivamente di pubblico dominio o liberamente accessibili;

(d) le informazioni, i dati e le conoscenze in relazione ai quali la Parte che ne abbia diritto fornisca il consenso scritto alla loro diffusione o alla loro libera accessibilità e solo nei limiti, nei termini e alle condizioni a cui tale consenso viene effettivamente prestato;

(e) le informazioni, i dati e le conoscenze che una Parte possa dimostrare di essere stati in suo legittimo possesso in un momento antecedente a quello in cui gli sono state comunicate dall'altra Parte o in cui essa ne sia venuta comunque a conoscenza nel corso ed in virtù del rapporto di collaborazione;

(f) le informazioni che una Parte possa dimostrare essere in suo legittimo possesso indipendentemente dal rapporto di collaborazione;

(g) le informazioni che una Parte sia tenuta a comunicare o a rendere accessibili in adempimento di norme di legge o regolamento nonché di un ordine impartito dalla pubblica Autorità, nei limiti, nei termini, nelle forme e in relazione ai soli destinatari cui la Parte stessa sia effettivamente tenuta a



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



comunicarle o a renderle accessibili.

Ai fini dell'applicazione del presente articolo, per Soggetti Terzi devono intendersi tutti i soggetti diversi dalle Parti che non siano rappresentanti, dipendenti, collaboratori o consulenti delle Parti stesse. Devono comunque considerarsi Soggetti Terzi, in relazione alle singole Informazioni Riservate che vengano di volta in volta in rilievo, anche i soggetti sopra indicati nei casi in cui essi, per la natura del rapporto che li lega alle Parti, non abbiano ragione o necessità di conoscere una o più Informazioni Riservate o nel caso in cui la Parte che ne abbia diritto abbia espressamente vietato la comunicazione di Informazioni Riservate al loro indirizzo.

Art. 9 - Trattamento dei dati personali

Ai sensi di quanto previsto dal d.lgs. 30 giugno 2003 n. 196, così come modificato dal decreto legislativo 10 agosto 2018 n. 101, per l'adeguamento alle disposizioni del Regolamento UE n. 679/16 del 27 aprile 2016, relativo alla protezione delle persone fisiche con riguardo al trattamento dei dati personali nonché alla libera circolazione di tali dati, e tutta la normativa nazionale in materia di trattamento dei dati personali, le Parti dichiarano di essere state informate circa le modalità e le finalità dell'utilizzo dei dati personali nell'ambito di trattamenti automatizzati o cartacei di dati ai fini della esecuzione della presente Convenzione. Le Parti dichiarano, altresì, che i dati forniti con il presente atto sono esatti e corrispondono al vero, esonerandosi reciprocamente da ogni e qualsivoglia responsabilità per errori materiali di compilazione ovvero per errori derivanti da una inesatta imputazione negli archivi elettronici o cartacei di detti dati.

Ai sensi della normativa di cui al comma precedente, tali trattamenti saranno improntati ai principi di correttezza, liceità e trasparenza e nel rispetto di norme di sicurezza.

Sottoscrivendo la presente Convenzione le Parti dichiarano di essersi reciprocamente comunicate tutte le informazioni previste dalla richiamata normativa, ivi comprese quelle relative ai nominativi del titolare e del responsabile del trattamento.

Art. 10 – Foro competente

Le Parti concordano di definire amichevolmente qualsiasi controversia che dovesse nascere dall'interpretazione o dall'esecuzione della presente Convenzione. Nel caso in cui le Parti non pervengano ad un accordo bonario di composizione della controversia, competente per decidere qualsiasi controversia relativa all'interpretazione, all'esecuzione e/o alla validità della

presente Convenzione sarà esclusivamente e inderogabilmente il Foro di Bologna.

Art. 11 – Registrazione e spese

La presente Convenzione è sottoscritta in forma digitale e sarà registrata in caso d'uso e tassa fissa ai sensi degli artt. 5 e 39 del D.P.R. n. 131 del 26.04.1986 a carico della parte interessata.

L'imposta di bollo, pari a € 64,00, è a carico dell'Università che provvede al suo versamento con modalità virtuale in base all'autorizzazione dell'Agenzia delle Entrate n. 140328 del 13 dicembre 2018.

Per l'Università

Per l'ARPAE

Il Direttore del Dipartimento

Il Direttore Tecnico

Prof. Andrea Cimatti

Dott. Eriberto de' Munari

Documento sottoscritto con firma digitale ai sensi del D.Lgs. 7 marzo 2005, n. 82 e del D.P.C.M. 22 febbraio 2013 e ss.mm.ii.

La data di stipula coincide con la data di apposizione dell'ultima firma digitale.



ALLEGATO 1 – PROGETTO DI STUDIO E RICERCA

Il tema di ricerca del dottorato riguarda l'Applicazione dell'approccio di ciclo di vita all'implementazione di politiche e tecnologie innovative, nell'ambito della decarbonizzazione e dello sviluppo sostenibile, tramite modelli dinamici e consequenziali. Il dottorato fa parte della scuola di dottorato "Il futuro della terra, cambiamenti e sfide sociali" del dipartimento di Fisica e Astronomia "Augusto Righi" dell'Università di Bologna.

Obiettivo del progetto

L'obiettivo generale del progetto consiste nell'ottimizzazione di una metodologia recentemente proposta da Porcelli e coautori (2023) per la valutazione dell'impatto ambientale a medio e lungo termine di tecnologie emergenti. Con "impatto ambientale" si intendono gli effetti prodotti dalla tecnologia in termini di contributo ai potenziali di riscaldamento globale (GWP), acidificazione (AP), eutrofizzazione (EP), formazione di ozono fotochimico (POCP) e tossicità umana (HTP). Il fine è quello di fornire uno strumento utile ai decisori politici per formulare politiche, sviluppare strategie e prendere decisioni informate su azioni indirizzate allo sviluppo sostenibile.

L'obiettivo specifico è quello di realizzare una metodologia "generale", che possa essere applicata ad un gruppo di tecnologie emergenti. Come anticipato, la metodologia da ottimizzare è quella descritta nella tesi di dottorato di Roberto Porcelli e nell'articolo di Porcelli et al. (2023), il quale ha creato un framework per calcolare gli impatti ambientali di tecnologie emergenti ed ha utilizzato il sistema To-Syn-Fuel (TSF) quale caso di studio (<https://www.tosynfuel.eu/>). La metodologia prevede l'integrazione di 3 strumenti operativi:

- la valutazione consequenziale del ciclo di vita,
- l'analisi input-output,
- e la dinamica dei sistemi.

Durante il primo anno e mezzo del dottorato ci si è concentrati sullo studio della metodologia presentata da Roberto Porcelli e sull'apprendimento di concetti legati alla valutazione consequenziale del ciclo di vita e dell'analisi input-output. Inoltre, si è sviluppato l'apprendimento di basi di programmazione con il linguaggio di programmazione Python al fine di creare un modello che permetta non solo di eseguire una valutazione di impatto ambientale, ma anche un'analisi dell'incertezza dei risultati ottenuti.

Con la valutazione consequenziale del ciclo di vita (CLCA), si vuole rispondere alla domanda "Quali sono gli impatti ambientali relativi all'intera quota di attività che si prevede cambieranno durante la produzione, il consumo e lo smaltimento di un prodotto?" (Consequential-LCA, 2021).

Un vantaggio della CLCA è che tiene conto dei cambiamenti a lungo termine. Nello specifico, gli effetti marginali a lungo termine sono cambiamenti nella capacità produttiva. Questi includono la costruzione di nuovi impianti di



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



produzione, o l'espansione o la chiusura di impianti di produzione esistenti.

L'analisi ambientale input-output

L'analisi input-output è il nome dato a un quadro analitico sviluppato dal professor Wassily Leontief alla fine del 1930. Lo scopo fondamentale dell'analisi input-output è quello di analizzare l'interdipendenza delle industrie in un'economia. In generale, viene utilizzata per il calcolo di indicatori economici a livello nazionale (es. PIL). Un modello input-output consiste in un sistema di equazioni lineari, ciascuna delle quali descrive la distribuzione del prodotto di un'industria/attività nell'economia (Miller and Blair, 2009).

Queste tavole rappresentano una nazione in un preciso arco temporale (solitamente 1 anno) e sono generalmente espresse in valore monetario (M€). Le tavole possono essere “estese” includendo informazioni ambientali (come le emissioni di inquinanti o il consumo di risorse naturali) per ogni settore (Joint Research Centre 2006). Come risultato dell'analisi si ottiene un vettore di impatto ambientale. Esistono diversi database che forniscono queste matrici e permettono di fare analisi ambientali a scala europea perché raggruppano e uniformano le tavole input-output di diverse nazioni. Esempi di questi database sono GLORIA (Global Resource Input-Output Assessment), Eora o Exiobase (Exiobase, 2024).

Ai fini del progetto si è scelto di utilizzare il database europeo Exiobase.

LCA dinamica

La LCA dinamica è un approccio LCA che incorpora la modellazione dinamica dei processi in termini di variazioni spaziali e temporali dei sistemi industriali e ambientali circostanti. Nel presente caso vengono valutati cambiamenti nella matrice A (dei coefficienti tecnici) dal 2011 al 2050, ed i cambiamenti nella domanda finale, sempre nello stesso periodo di tempo. In particolare vengono fatti variare i coefficienti di sostituzione dei prodotti della tecnologia innovativa indagata che gradualmente vanno a sostituire i prodotti esistenti. Vengono anche variati i coefficienti di share della produzione e consumo di elettricità da diverse fonti (eolico, solare, geotermico, gas naturale, ecc.) (Porcelli et al., 2023).

Realizzazione del progetto di dottorato

Assunzioni

Sebbene lo scopo del presente progetto di dottorato sia quello di proporre una metodologia con applicazione generale, è stato inizialmente utilizzato il caso studio To-Syn-Fuel (TSF) sia per capire come procedere, sia per identificare alcune criticità da superare. Durante il periodo di lavoro presso Arpae verrà applicata la metodologia proposta alla massiva diffusione di FV innovativo. Con il termine “modello LCA” si intende un insieme di variabili, parametri, equazioni, dati di inventario che vengono utilizzati per calcolare gli impatti ambientali di tecnologie emergenti secondo l'approccio consequenziale

dell’LCA. Nel presente caso il modello LCA è sviluppato utilizzando il linguaggio di programmazione python e i dati di inventario sono relativi sia alla tecnologia TSF e FV innovativo (dati primari e specifici per questi sistemi di prodotto) sia dati ottenuti dal database Exiobase. Prima di procedere alla creazione del modello LCA su python, per la valutazione dell’impatto ambientale, è stato necessario assumere alcune assunzioni su:

- diffusione delle tecnologie nel futuro;
- andamento dei prezzi nel futuro;
- andamento della domanda nel futuro;
- coefficienti di allocazione e di sostituzione;
- attività/processi che cambieranno in conseguenza dell’aumento della domanda dei prodotti della tecnologia;
- quali elementi far variare nel tempo (se si vuole inserire una componente dinamica nel modello).

Per prima cosa, è importante definire come si espanderà la tecnologia indagata. Altre ipotesi riguardano l’andamento dei prezzi nel futuro. Anche la previsione dell’andamento della domanda finale è di fondamentale importanza. Una possibilità consiste nell’ eseguire un’extrapolazione lineare dell’andamento della domanda usando dati storici. Per esempio, nello studio di Porcelli sono stati utilizzati i dati di domanda finale ricavati da Exiobase per gli anni 1995-2022, con i quali è stata creata una retta di regressione con la quale estrapolare i valori di domanda per gli anni successivi (2023-2050).

Per quanto riguarda i coefficienti di sostituzione, essi descrivono il livello di sostituzione tra ogni nuovo prodotto della tecnologia proposte e quelli della concorrenza (presenti nelle matrici di Exiobase). In questo caso è necessario ipotizzare se la sostituzione avvenga in maniera “perfetta”, cioè se 1 unità del nuovo prodotto X vada a sostituire esattamente 1 unità del prodotto concorrente Y. Un’altra assunzione da fare riguarda la funzione dei diversi prodotti. Con una sostituzione perfetta si assume che il prodotto sostitutivo e il prodotto sostituito svolgano la stessa funzione (Tesi Porcelli, 2021).

I coefficienti di allocazione, invece, entrano in gioco quando un processo ha più di un output (nel nostro caso le tecnologie TSF che producono diesel, benzina, fosforo ed elettricità nel caso del FV innovativo). In questo caso è necessario stabilire un criterio per ripartire su ogni prodotto sia gli input di materia ed energia utilizzati dalla tecnologia, sia le emissioni dirette della tecnologia.

I coefficienti di sostituzione e allocazione sono stati calcolati e specificati anche nel caso del FV innovativo.

Per quanto riguarda la scelta delle attività/processi che cambieranno in conseguenza dell’aumento della domanda dei prodotti delle tecnologie TSF e FV innovativo, questa viene fatta assumendo che i processi coinvolti siano gli stessi che sono collegati ai prodotti concorrenti della tecnologia proposte. Infine la decisione sugli elementi che variano nel tempo. Nel caso specifico

del progetto si è deciso di far variare nel tempo almeno 3 elementi:

- la domanda finale
- i coefficienti di sostituzione
- i coefficienti di share per il calcolo degli scenari energetici.

Raccolta dati

Il passo successivo consiste nella raccolta dei dati primari riguardanti il consumo diretto di materiale ed energia richiesti dal sistema di prodotto in esame.

La quantità di dati da raccogliere dipende dall'obiettivo dell'analisi, dalla funzione e dai confini del sistema scelti. Nel caso di TSF l'obiettivo era valutare le conseguenze a livello ambientale della decisione di implementare la tecnologia TSF a scala industriale (TRL = 7) entro il 2050. La funzione (ossia lo "scopo") del sistema è duplice, da un lato riguarda la gestione (smaltimento) dei fanghi di depurazione, dall'altro riguarda la produzione di biocarburanti. I confini del sistema sono di tipo "cradle-to-gate", cioè si considerano gli impatti che vanno dall'estrazione di materie prime sia per la costruzione dell'impianto, sia per il suo funzionamento (es. elettricità) fino al momento in cui i prodotti vengono immessi sul mercato.

I dati raccolti riguardano dunque:

- materiali utilizzati per la costruzione dell'impianto,
- energia utilizzata per il suo funzionamento,
- sostanze chimiche e altri input dell'impianto,
- prodotti in output,
- le emissioni dirette del sistema.

I dati raccolti, ad eccezione delle emissioni, verranno trasformati in valore economico (M€) per poter essere inseriti nelle matrici monetarie di Exiobase.

Creazione del modello LCA con Python

Dopo una prima impostazione del lavoro, attraverso la definizione dell'obiettivo, funzione e confini del sistema, assunzioni e raccolta dei dati primari, si passa alla creazione del modello vero e proprio.

Per questa fase è necessario l'utilizzo di un linguaggio di programmazione.

Inizialmente il modello è stato creato utilizzando il linguaggio Modelica, il quale è adatto alla creazione di modelli dettagliati e alle simulazioni di sistemi fisici complessi. Nel progetto presente invece si è deciso di utilizzare Python che è polivalente e ampiamente utilizzato per la programmazione generale e l'analisi dei dati. La scelta è ricaduta su Python anche perché dispone di un pacchetto specifico per la valutazione del ciclo di vita e l'analisi dell'impatto ambientale, chiamato Brightway. Questo pacchetto fornisce strumenti per la creazione, la gestione e l'analisi di database di inventari del ciclo di vita; permette di effettuare valutazioni dell'impatto del ciclo di vita (LCIA) fornendo diversi metodi di valutazione di impatto. Consente anche di effettuare analisi di scenario e di sensibilità. Infine, offre strumenti per la



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



visualizzazione dei risultati dell'LCA e la generazione di report per comunicare efficacemente i risultati. Brightway è uno strumento potente per condurre valutazioni complete del ciclo di vita e supportare il processo decisionale sostenibile in vari settori industriali e di ricerca (Brightway, 2024; Mutel, 2017).

Si è poi provveduto alla trascrizione e ottimizzazione del codice precedentemente creato da Roberto Porcelli.

Per quanto riguarda la creazione del modello input-output è necessario:
Scaricare le matrici da Exiobase utilizzando il tool pymrio, in particolare:
la matrice dei coefficienti tecnici (A)
il vettore della domanda finale (f)
la matrice delle emissioni e del consumo di risorse (B)

Importare la matrice dei fattori di caratterizzazione (C) precedentemente creata.

Modificare le matrici:

Aggregare i settori. Exiobase fornisce matrici con 200 prodotti x 164 attività per 43 nazioni europee + 5 regioni extraUE, ma essendo troppo dettagliati per i nostri scopi è più conveniente aggregarli per ottenere una matrice composta da 76 prodotti x 76 attività con l'unica distinzione tra UE e RoW (rest of the world).

Inserire righe e colonne con i dati della tecnologia proposte, identificando gli scambi con gli altri settori dell'economia (embedded approach)

Calcolare i coefficienti di pendenza e intercetta della retta di regressione lineare della domanda finale dal 1995 al 2022 e utilizzarli per proiettare la domanda nel futuro (fino al 2050).

Creazione di uno scenario energetico

Per il settore elettrico si è pensato di utilizzare scenari energetici in cui sono stati calcolati coefficienti di share per le diverse fonti energetiche (eolico, solare, carbone, etc.) dal 2011 al 2050. Per il calcolo di questi coefficienti sono state utilizzate le previsioni dell'Agenzia internazionale dell'energia (IEA). In particolare, sono stati utilizzati i dati di produzione e domanda di energia elettrica presenti in Exiobase 2011 come dati di partenza, mentre come dati finali sono state utilizzate le previsioni IEA al 2030 e al 2050. È stata poi compiuta un'operazione di interpolazione.

Per tutti gli altri settori, è stata mantenuta la situazione attuale (anno 2011 di Exiobase).

Creazione del modello LCA con Python

Il modello LCA è costituito da linee di codice scritte in python. In particolare, il codice è costituito da un ciclo in cui vengono ripetute una serie di operazioni. L'obiettivo è quello di creare delle matrici per ogni anno da indagare (dal 2011 al 2050). Queste vengono modificate di anno in anno sia con i coefficienti di sostituzione, sia con i diversi coefficienti dello scenario



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



energetico, sia con i valori di domanda finale.

Il codice è costruito in modo da svolgere le seguenti azioni:

Scaricare le matrici di Exiobase e modificarle ad ogni intervallo temporale

Creare i fattori di sostituzione e inserirli nelle matrici di interesse ad ogni intervallo temporale

Integrare gli scenari energetici e modificare le matrici di interesse ad ogni intervallo temporale

Calcolare il vettore degli impatti in termini di GWP, AP, EP, POCP, HTP per ogni anno, dal 2011 al 2050 utilizzando l'Equazione 1.

Periodo all'estero

Il periodo di dottorato svolto all'estero è servito per approfondire il tema dell'analisi dell'incertezza nella LCA. La valutazione della propagazione dell'incertezza associata ai database input-output estesi all'ambiente (EEIO) è essenziale per comprendere l'affidabilità e la robustezza dei risultati. Infatti, i risultati di LCA basati sui database EEIO potrebbero essere utilizzati dai decisori politici per formulare politiche, sviluppare strategie e prendere decisioni informate su azioni nell'ambito della sostenibilità.

Per sviluppare questa parte del progetto la dottoranda è stata ospitata dal gruppo di ricerca del Danish Centre for Environmental Assessment (DCEA) dell'Università di Aalborg, gruppo coordinato dalla professoressa Lone Kornøv. Tutor Supervisore: professor Massimo Pizzol.

Durante i sette mesi di ricerca ad Aalborg, dal 1° maggio 2024 al 1° dicembre 2024, ci si concentrerà sull'analisi dell'incertezza della matrice delle transazioni economiche del database EXIOBASE. In particolare, verranno utilizzati diversi metodi statistici per verificare quale sia quello più adatto per analizzare l'incertezza dei dati di input della matrice. Si valuterà anche la propagazione dell'incertezza all'output finale. Infine, si confronterà l'incertezza con quella associata ai database basati sui processi (ad esempio, i database Ecoinvent o GABI utilizzati dai comuni software per LCA).

Il successivo confronto tra l'incertezza dei database EEIO e quella dei database basati sui processi fornirà indicazioni sui punti di forza e di debolezza dei diversi tipi di database. Ciò consentirà ai ricercatori di selezionare il database più appropriato per una determinata applicazione e di interpretare i risultati in modo corretto.

Al termine dell'esperienza, ci si aspetta di aver acquisito una comprensione completa delle tecniche di analisi dell'incertezza applicate al campo della LCA. Ma anche di sviluppare competenze pratiche nell'implementazione dei metodi di analisi dell'incertezza.