

Associazione CISE2007

*Spunti di riflessione
e spigolature di ricerca*



N.8 – Settembre 2020

In questo Numero:

	pag.
<i>Editoriale</i>	
UN ANNO RICCO DI IMPEGNI NELLA DIDATTICA - F. Parozzi	3
REATTORI DI IV GENERAZIONE: QUALI NEWS? - F. Polidoro	8
CISE2007 E I CAMBIAMENTI CLIMATICI – P. Bonelli	14
DUE GIORNI A TRIESTE ALLA PICCOLA FIERA DEGLI INVENTORI	
Un nostro socio alla Mini Maker Faire con le sue “invenzioni” - Paolo Bonelli	18
NOTIZIE	
TRE EVENTI PER UN ITINERARIO CICLISTICO – G. Pampurini	25

Comitato di redazione

P. Bonelli, F. Parozzi, F. Polidoro

Grafica e impaginazione : F. Laurenti

Disegnatore vignettista: S. Musazzi



N.8 – Settembre 2020

Editoriale

UN ANNO RICCO DI IMPEGNI NELLA DIDATTICA

Flavio Parozzi
Presidente di CISE2007

Non posso fare a meno di profetizzare che, quando questo numero del nostro Notiziario sarà pubblicato, le restrizioni dovute alla pandemia COVID19 si troveranno alle spalle. Siamo stati sommersi da notizie a ciclo continuo e ossessivo e da dibattiti sulla tragedia che ha sconvolto persone e modi di vivere, e pertanto credo che queste poche parole siano doverose, anche se insufficienti, e che siano una lapide in ricordo dell'epoca in cui questa pubblicazione viene alla luce. Ma basta. Andiamo avanti perché siamo ormai nel 2020 inoltrato.

Penso che il 2019 abbia per certi versi rappresentato per CISE2007 un anno di transizione. L'anno è infatti cominciato con lo spostamento del punto focale delle nostre attività in una nuova sede più idonea e di maggiore visibilità: la Fondazione dell'Ordine degli Ingegneri di Milano (FOIM). Ciò è stato possibile grazie ad un accordo di collaborazione con la Fondazione stessa che prevede un coinvolgimento diretto degli specialisti di CISE2007 nel coordinamento di un buon numero di corsi e seminari dedicati a temi energetici e ambientali.

Questo cambiamento di sede ha perciò comportato un maggiore impegno nelle attività didattiche e formative spesso indirizzate all'erogazione di crediti formativi per gli ingegneri iscritti agli Ordini.

Sul tema dei Cambiamenti Climatici, in particolare, è stato avviato un ciclo di incontri e seminari scientifici che hanno dato spazio ai diversi metodi di analisi dei dati in modo "critico" e tenendo conto di punti di vista differenti, come verrà illustrato più in dettaglio nell'articolo di Paolo Bonelli in questo numero della rivista.

Per quanto riguarda l'energia, i seminari hanno dato come al solito un discreto spazio al tema dell'energia nucleare, spaziando dalle sue applicazioni per la propulsione aerospaziale a quello della sicurezza delle centrali dell'attuale generazione, allestendo anche un corso di mezza giornata presso la FOIM con cui sono stati documentati i livelli di contaminazione della zona di Chernobyl rilevati con la missione di CISE2007 nell'aprile del 2018.

Parlando invece degli impianti energetici convenzionali, ma sempre sul tema della sicurezza, sono stati organizzati "aperitivi" per trattare le fenomenologie delle esplosioni dei depositi di carburante e delle deflagrazioni di nubi di polvere combustibile.

Spostandoci sulla geologia, un incontro è stato dedicato da Eduardo Caracciolo alla *situazione sismica italiana*, mentre uno specifico seminario è stato tenuto da Alessandro Lenzi di Enel Green Power incentrato sulla produzione di energia elettrica da fonte geotermica, tema per cui è stata organizzata una visita tecnica alla centrale toscana di Larderello grazie ad una collaborazione con la stessa Enel Green Power.

Da parte sua, la collaborazione con il socio RSE è stata valorizzata dal contributo alla didattica di Paola Faggian con il seminario sugli *Impatti dei cambiamenti climatici sul sistema energetico nazionale*, con quelli di Antonella Frigerio dedicato alla *Resilienza del Sistema Elettrico* e di Pierangela Cristiani sulla *Conversione dell'anidride carbonica in biometano tramite l'elettrochimica accoppiata ai batteri*.



N.8 – Settembre 2020

Di più ampio spettro culturale sono state le presentazioni dei libri di matematica e fisica che Giorgio Chinnici ha pubblicato con Hoepli: *La simmetria speculare e la caduta della parità, La macchina Enigma, Il labirinto del continuo: numeri, strutture, infiniti, Messaggi segreti: la crittografia da Cesare ai moderni computer.*

A questi si sono aggiunti altri su temi davvero intriganti per gli amici “intellettuali” che si ritrovano volentieri sul volgere della sera a Milano: dai sommergibili della Seconda Guerra Mondiale, di Giovanna Gabetta, ai Battelli del Lario, di Massimo Gozzi, dagli idrovolanti precipitati sullo Spluga, di Andrea Garlinzoni, al patrimonio storico delle Ferrovie Nord di Edgardo Tavazza.

Come parte del ciclo didattico “Passion in Action - tra passato, presente e futuro” del Dipartimento Energia del Politecnico di Milano, CISE2007 ha organizzato tre seminari dedicati alla storia dell’Italia nel settore dell’ingegneria nucleare che è doveroso mettere in evidenza:

“Le tre Conferenze di Ginevra Atoms for Peace”, tenuto da nostro consigliere prof. Aurelio Ascoli il 29/11/2018 al Campus Bovisa;

“Tra ricerca scientifica e politica internazionale: il caso dell’acceleratore di Cockcroft-Walton del CISE” tenuto il 2/5/2019 maggio al Campus Leonardo dal nostro socio prof. Leonardo Gariboldi, Storico della Fisica presso il Dipartimento di Fisica dell’Università degli Studi di Milano;

“IL CASO CIRENE: un progetto atomico italiano”, tenuto dal’ing Flavio Parozzi, presidente di CISE2007 in carica e membro della Commissione Energia dell’Ordine Ingegneri di Milano.

Nello stesso contesto, il 20/2/2020 il prof. Antonio Cammi del Dipartimento Energia del Politecnico ha ospitato un gruppo di soci nei laboratori dello stesso Dipartimento per una visita alla facility Dynasty. In collegamento invece con l’Università degli studi di Milano Bicocca sono continuate le attività sperimentali di Paolo Bonelli e Pierangela Cristiani sui sensori ambientali innovativi per il monitoraggio delle acque trattate da depuratori, attività che hanno dato spunto per una tesi di laurea magistrale in Scienze Ambientali e del Territorio.

Infine, va segnalata la pubblicazione dell’articolo di Flavio Parozzi e Franco Polidoro “Testate da riciclare” sul numero di marzo 2019 della rivista Le Scienze, dedicato alla possibilità di conversione degli arsenali missilistici in energia elettrica.

Usciamo dalla crisi delle attività culturali dovuta alla pandemia del 2020 con ottimismo e atteggiamento propositivo e - perché no? – avvalendoci di Internet e delle video-conferenze che consentono di incontrarci pur stando nelle nostre case ancora per un po’...

Alle iniziative che avevamo in cantiere ne aggiungeremo altre e altre ancora.





Due momenti della visita tecnica alla centrale di Enel Green Power e al sito geotermico di Larderello (Pisa).





Seminario del prof. Antonio Cammi e visita all'impianto sperimentale DYNASTY presso il Dipartimento Energia del Politecnico di Milano - Campus Bovisa. L'impianto DYNASTY è un circuito progettato per lo studio sperimentale della stabilità dell'equilibrio della circolazione naturale di un sale fuso con generazione di calore interna. La ricerca è organizzata in supporto allo sviluppo di un reattore veloce a sali fusi nell'ambito del progetto europeo SAMOFAR (Safety Assessment of the MOlten salt FAst Reactor).



Attività di CISE2007 sui sensori ambientali innovativi per il monitoraggio delle acque trattate da depuratori.



REATTORI DI IV GENERAZIONE: QUALI NEWS?

Franco Polidoro

A partire dagli anni 2000, al fine di estendere le potenzialità della tecnologia nucleare, il Dipartimento dell'Energia americano (DoE) ha sollecitato la comunità internazionale ad identificare nuove tipologie impiantistiche in grado di rispondere ai fabbisogni energetici del futuro, coniugando la sicurezza e l'affidabilità, il contenimento del rischio della proliferazione, l'economicità e la sostenibilità. Tale iniziativa ha portato alla costituzione del *Generation IV International Forum* (GIF), al quale aderiscono attualmente 13 paesi (Argentina, Brasile, Canada, Cina, Sud Corea, Francia, Giappone, Gran Bretagna, Russia, Sud Africa, Svizzera, Australia, USA) e l'Euratom. Alla fine del 2002, il gruppo di lavoro ha identificato 6 tipologie di reattori nucleari, denominati impianti di IV Generazione, di cui si prevede la disponibilità a partire già dal 2030, almeno a livello prototipale (Tabella 1).

Le tipologie impiantistiche selezionate impiegano per la fissione nucleare sia neutroni termici che ad alta energia (veloci), per refrigerante i metalli liquidi, gas, acqua e sali fusi, con temperature e pressioni d'esercizio assai variabili. Tra i reattori veloci troviamo il *Sodium-Cooled Fast Reactor* (SFR), il *Lead-Cooled Fast Reactor* (LFR) e il *Gas-Fast Reactor* (GFR): i primi due impiegano rispettivamente il sodio liquido e il piombo liquido (o una lega eutettica piombo-bismuto) come fluido termovettore, mentre il terzo utilizza un gas, l'elio. Tra i reattori termici troviamo il *Very-Hight Temperature Reactor* (VHTR) che impiega l'elio come termovettore, mentre il *Super-Critical Water Reactor* (SCWR) ed il *Molten-Salt-Reactor* (MSR), che possono operare sia con neutroni veloci che termici, utilizzano, rispettivamente l'acqua in condizioni termodinamiche superiori a quelle del suo punto critico (374 °C, 22.1 MPa) e una miscela di sali fusi (per quest'ultima tipologia d'impianto, sia il termovettore che il combustibile si trovano in forma liquida).

Per essere competitivi economicamente, i reattori di IV Generazione puntano a ridurre il costo del kWh anche attraverso l'adozione di specifiche soluzioni tecnologiche; se da un lato l'impiego di fluidi termovettori che operano a pressioni di poco superiori a quella atmosferica consente di evitare la realizzazione di costosi recipienti in pressione (soluzione implementata nei reattori SFR e LFR con l'impiego dei metalli liquidi), il raggiungimento di alte temperature di esercizio (tipicamente negli impianti VHTR, GFR e MSR) assicura un elevato valore del rendimento termodinamico e quindi un miglior sfruttamento dell'impianto nucleare.

Un altro aspetto importante per gli impianti di IV Generazione è l'impiego efficiente del combustibile nucleare, in considerazione della limitata disponibilità delle risorse uranifere, e la capacità di ridurre la radiotossicità a lungo termine delle scorie radioattive (attinidi minori). Fra le tipologie impiantistiche selezionate dal GIF, hanno una posizione privilegiata i reattori a neutroni veloci in quanto sono in grado, da un lato, di trasformare in combustibile nucleare anche la frazione di uranio naturale che attualmente non viene usata nel processo di fissione (processo denominato *breeding*) e dall'altro, grazie all'elevato flusso neutronico di cui sono capaci, di tramutare i prodotti di fissione a lunga vita e gli elementi transuranici di maggior impatto radiologico, riducendo il volume delle scorie ed il loro tempo di stoccaggio nei depositi dedicati.



Diversi prototipi di impianti di IV Generazione sono allo studio, alcuni in fase di realizzazione. Fra la tipologia dei reattori VHTR, nella provincia cinese dello Shandong, è in fase avanzata la costruzione il reattore modulare HTR-PM (Figura 1). L'impianto è costituito da due unità che generano ognuna la potenza di 250 MWt. Il combustibile è del tipo *pebble-bed*: il materiale fissile, in forma di migliaia di piccole sfere ($d = 1 \text{ mm}$) rivestite da strati di carbonio e materiale ceramico, è compattato in una matrice di grafite in modo da formare sfere del diametro di circa 6 cm. L'elio, che rimuove la potenza termica generata nel combustibile, fluisce nel circuito primario alla temperatura di 750°C e alla pressione di 7 MPa; attraverso un generatore di vapore la potenza è scambiata con l'acqua e il vapore prodotto (alle condizioni termodinamiche di 570° e 13.25 MPa) è inviato in turbina. E' allo studio una versione dello stesso impianto sempre in soluzione modulare, denominato HTR600, capace di erogare 650 MWe.

Tabella 1 – Tipologie di reattori selezionati dal GIF

Tipologia di reattore	Spettro neutronico	Tipo di Refrigerante	Temperatura (°C)	Pressione (*)
SFR Sodium-Cooled Fast Reactor	VELOCE	SODIO	550	BASSA
LFR Lead-cooled Fast Reactor	VELOCE	PIOMBO	480 – 800	BASSA
GFR Gas-Cooled Fast Reactor	VELOCE	ELIO	850	ALTA
VHTR Very High Temperature Reactor	TERMICO	ELIO	700-1000	ALTA
SCWR Super Critical Water-cooled Reactor	TERMICO O VELOCE	ACQUA	500 – 600	ALTISSIMA
MSR Molten Salt Reactor	TERMICO O VELOCE	SALI FUSI	700 – 800	BASSA

(*) Alta pressione = da 7 a 15 MPa, altissima = 25MPa



Figura 1 – Reattore cinese HTR-PM da 2x250 MWt prossimo all'entrata in servizio (fonte World Nuclear News).

Nell'ambito dei reattori di IV Generazione refrigerati a sodio liquido vanno ricordati alcuni dimostratori attualmente in costruzione in Cina e in India. Nella provincia cinese del Fujian è iniziata, nel dicembre del 2017, la costruzione del dimostratore da 600 MWe denominato *China Fast Reactor* (CFR-600), la cui entrata in servizio è prevista entro il 2023 (Figura 2). Il combustibile impiegato nel nocciolo è di tipo MOX (ossidi misti di uranio e plutonio) e l'impianto, la cui vita utile prevista è di 60 anni, è progettato per funzionare come reattore *breeder*. Sulla base della stessa tecnologia, la Cina prevede la realizzazione, entro il 2030, di un impianto da 1000 MWe.

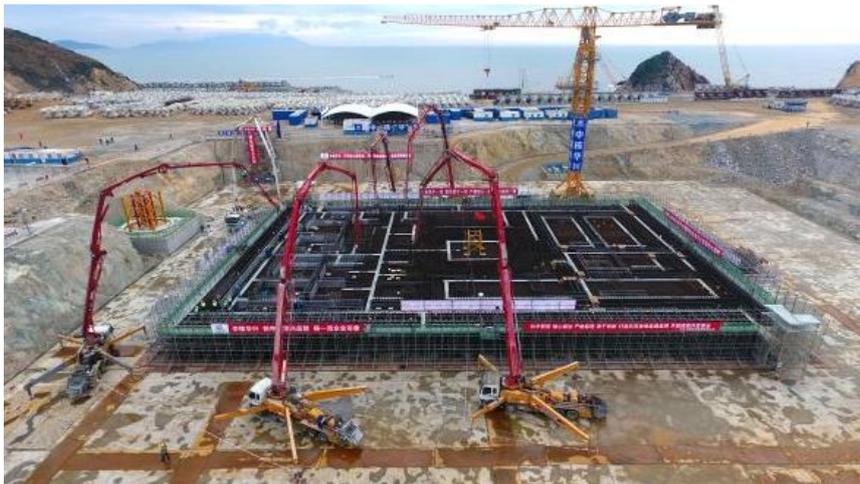


Figura 2 – Il reattore CFR-600 in costruzione in Cina (fonte Nuclear Engineering International).

Sempre sulla tecnologia dei reattori refrigerati a sodio liquido, è prossima l'entrata in servizio in India, presso il sito di Kalpakkam, il dimostratore denominato *Prototype Fast Breeder Reactor* da 500 MWe (PFBR-500) (Figura 3). La filiera di reattori veloci che l'India intende sviluppare prevede l'utilizzo del torio, elemento di cui l'India detiene le maggiori riserve mondiali; in particolare, un ciclo del combustibile basato sulla conversione dell'isotopo del torio Th-232, nell'isotopo fissile dell'uranio U-233, assicurerebbe al paese riserve di combustibile nucleare per alcuni millenni. Altri progetti di reattori di IV Generazione, che impiegano il sodio liquido come termovettore, sono allo studio negli Stati Uniti, come il progetto *Advanced Fast Reactor*, sviluppato dall'Argonne National Laboratory da 300 MWe e in Russia con il reattore BN-1200 (evoluzione del reattore BN-800 attualmente in esercizio), la cui entrata in servizio è prevista dopo il 2035.



Figura 3 – Reattore PFBR-500 in costruzione in India (fonte World Nuclear News).

Relativamente alla tecnologia dei reattori che impiegano una miscela di sali fusi, sono stati avviati progetti sia in Russia che in Europa; nel contesto europeo va ricordato, in particolare, il progetto finanziato dall'Euratom e denominato *Molten Salt Fast Reactor* (MSFR-1400) della potenza di 1400 MWe, mentre la Russia sta sviluppando il reattore MOSART (*Molten Salt Actinide Recycler & Transmuter*) la cui caratteristica peculiare è di poter operare sia come reattore *breeder* che come "inceneritore" delle scorie nucleari a lunga vita. Anche l'Italia è particolarmente presente in questa filiera di reattori con la propria ricerca. Vanno, in particolare, menzionate le attività svolte dal Politecnico di Milano a supporto allo sviluppo di un reattore veloce a sali fusi, nell'ambito del progetto europeo SAMOFAR (Safety Assessment of the MOlten salt FAST Reactor).

Fra i *Super-Critical Water Reactor*, due progetti sono allo studio; uno in ambito europeo prevede lo sviluppo di un reattore da 1400 MWe denominato *High Performance Light Water Reactor* (HPLWR) che impiega acqua leggera come fluido termovettore (Figura 4), mentre il secondo, denominato CANDU-SCWR, con una potenza di 1200 MWe, è un'evoluzione della filiera di reattori CANDU ad acqua pesante e canali in pressione sviluppati originalmente in Canada.

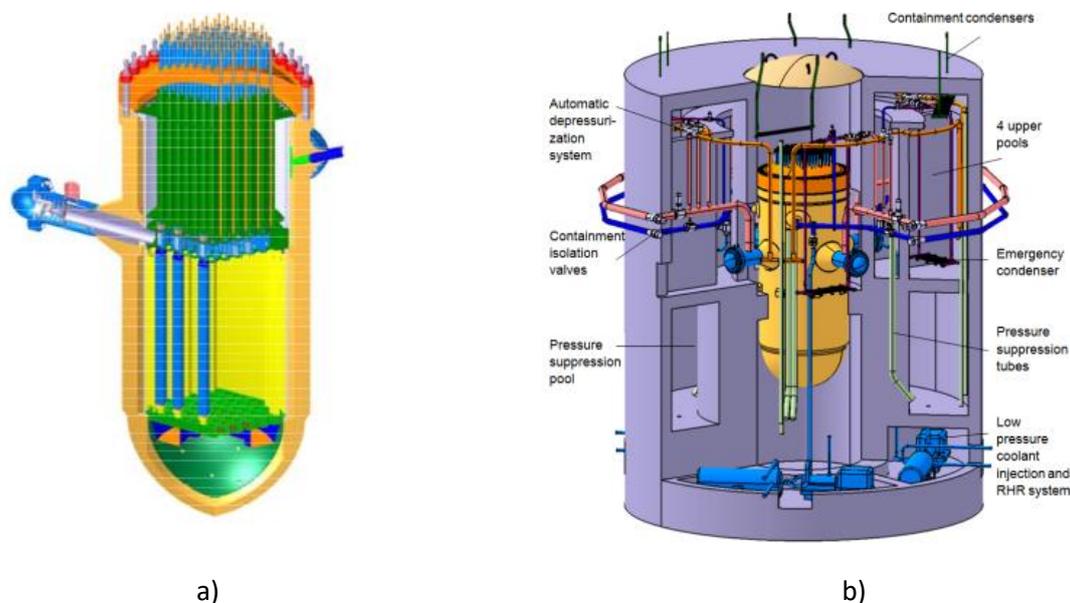


Figura 4 – Reattore HPLWR: a) vista della sezione del contenitore in pressione e b) sistema di contenimento e principali sistemi di sicurezza (fonte IAEA) .

I reattori veloci che utilizzano il piombo fuso o una lega piombo-bismuto come termovettore sono allo studio da diversi anni; in particolare, la Russia ha acquisito in passato notevole esperienza nell'ingegnerizzazione di piccole unità per la propulsione sottomarina (sottomarini Classe α). In ambito generazione, la Russia ha ora in corso lo sviluppo dei reattori BREST-OD-330 e SVBR-100, rispettivamente da 300 MWe e 100 MWe. In Europa è invece allo studio il dimostratore denominato ALFRED (*Advanced Lead Fast Reactor European Demonstrator*) da 300 MWt a cui partecipa l'Ansaldo Nucleare e la ricerca italiana con l'ENEA (Figura 5). Il reattore ALFRED concretizza il lavoro di ricerca e sviluppo portato avanti, fra gli anni 2006 e 2013, con i progetti di ricerca europei ELSY e LEADER finanziati dall'EURATOM. La Romania si è resa disponibile ad accogliere l'impianto, la cui entrata in servizio dovrebbe avvenire tra il 2035 e il 2040.

Nell'ambito dei *Gas-Fast Reactor*, il dimostratore allo stato più avanzato di sviluppo è ALLEGRO, progetto a cui partecipano la Repubblica Ceca, Ungheria, Polonia, Slovacchia e Francia. ALLEGRO, capace di erogare 75 MWt, ha il compito di dimostrare la fattibilità tecnologica della filiera GFR in termini di performance del reattore alle alte temperature di esercizio, alla sua capacità di *breeding* e di trasmutazione degli attinidi, in vista della realizzazione della prima unità commerciale da 2400 MWt.

Mentre la fonte nucleare continua a costituire una risorsa per molti paesi e gli impianti obsoleti, costruiti negli anni '70-'80, sono in procinto di essere sostituiti da impianti sempre più moderni tecnologicamente, sicuri ed efficienti (impianti di Generazione III e III+), guardando al futuro, i reattori nucleari di IV Generazione, alcuni già in costruzione a livello prototipale, molti solo allo studio, costituiranno l'inevitabile sbocco per un nucleare che voglia contribuire ai crescenti fabbisogni energetici del pianeta.

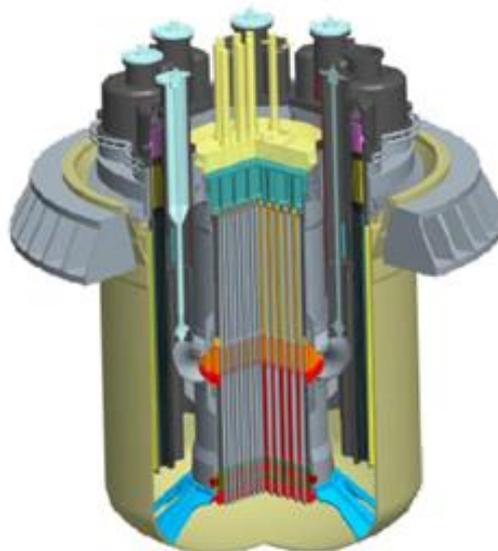


Figura 5 – Vista schematica dell'interno del reattore ALFRED (fonte GIF).

CISE2007 E I CAMBIAMENTI CLIMATICI

Paolo Bonelli

Tra la fine del 2019 e l'inizio del 2020, la nostra associazione ha organizzato tre eventi culturali sui cambiamenti climatici, che hanno riscosso un discreto successo. Inutile soffermarmi sull'interesse generale che questo argomento ha sulla gente, vuoi per la sua presenza quasi continuativa sui media, vuoi anche per l'inevitabile coinvolgimento di specialisti in vari ambiti e materie che si sentono chiamati a dire la loro opinione. Proprio per la sua missione di approfondimento culturale tecnico-scientifico, CISE2007 si è sentita quasi in dovere di promuovere questi tre incontri con studiosi del settore.

E' doveroso precisare che CISE2007 non vuole assumere una posizione precisa su un tema così dibattuto, infatti, nonostante i suoi soci possano avere convinzioni diverse, credo che siano tutti d'accordo sul fatto che eventi di questo genere contribuiscano senz'altro alla diffusione di cultura scientifica e a stimolare la riflessione su argomenti sicuramente complessi, come i cambiamenti climatici.

I tre eventi hanno visto le presentazioni, in ordine cronologico, di Paola Faggian, ricercatrice presso la società pubblica RSE (www.rse-web.it), Ernesto Pedrocchi, professore emerito presso il Politecnico di Milano, Stefano Tibaldi, professore e ricercatore presso il Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici di Bologna.

Paola Faggian ha evidenziato quelle variabili del clima che influenzano il sistema energetico del nostro Paese. Sembrerebbe quasi un non senso, visto che i sistemi energetici sono ritenuti tra i principali responsabili dei cambiamenti climatici odierni. Eppure variazioni nella disponibilità di acqua per gli impianti idroelettrici e il raffreddamento delle centrali termiche, di risorse rinnovabili come sole e vento, di eventi meteorologici estremi per la sicurezza delle linee elettriche e non per ultima la domanda di energia, sono tutti temi che devono essere investigati, anche perché le politiche energetiche hanno tempi lunghi di realizzazione.

Il lavoro di Paola Faggian si concentra sull'analisi dei prodotti dei modelli di simulazione climatica, soprattutto sulla nostra area nazionale. Confronti tra modello e dati di osservazione sono il presupposto per stabilire l'affidabilità dei modelli. Solo successivamente è possibile azzardare previsioni sul futuro. Le variabili principali sulle quali si concentra l'indagine sono temperatura e precipitazione.

Ernesto Pedrocchi ha presentato argomenti a favore del dubbio sulla totale responsabilità dell'uomo nei cambiamenti climatici osservati nell'era industriale. Tali cambiamenti infatti, come la concentrazione di CO2 e l'aumento della temperatura, sarebbero dovuti in parte a fenomeni naturali. In conclusione una politica di adattamento ai cambiamenti climatici sarebbe più efficace di una indirizzata sulla mitigazione con un forte contenimento delle emissioni.

Stefano Tibaldi ha presentato i risultati maggiormente accreditati sui cambiamenti climatici in atto su tutto il pianeta e sulla loro correlazione con l'aumento di emissioni di gas serra. I miglioramenti introdotti nei modelli globali di clima in questi ultimi decenni, vanno tutti a confermare l'effetto delle attività umane sui cambiamenti climatici.



Nella stessa direzione va l'accordo di Parigi COP21 del 2015, citato come un passo in avanti verso il contenimento delle emissioni, anche se si vedono già oggi alcuni importanti "pentiti" tra gli Stati che l'hanno promulgato.

La mia formazione universitaria e il mio lavoro passato nella Meteorologia e nel Clima, inevitabilmente mi inducono ad esprimere un parere sul tema dei cambiamenti climatici, non tanto sulle conclusioni più accreditate alle quali sono già pervenuti esperti di tutto il mondo, in cui credo, ma su alcuni aspetti tipici del lavoro che c'è dietro i risultati in questo ramo della scienza.

Una considerazione che faccio è la seguente: oggi vi sono molte persone che sanno e scrivono sul clima, ma fondamentalmente la loro conoscenza viene dai rapporti scientifici che leggono, pochi però hanno lavorato veramente in questo campo. Infatti contribuire alla ricerca sul clima non è facile e non ci s'improvvisa.

La ricerca sul sistema climatico si avvale del contributo di scienziati di discipline molto diverse tra loro. Abbiamo per esempio biologi che studiano l'assorbimento della CO₂ da parte delle piante, oceanografi che studiano le correnti marine e come queste influenzino la temperatura della superficie del mare, meteorologi che approfondiscono i fenomeni dell'atmosfera, ingegneri che valutano le emissioni di gas-serra da parte delle attività umane, economisti che disegnano scenari futuri. Per questo motivo è stato necessario creare l'IPCC (International Panel for Climate Change) cioè una rete di ricercatori di diverse discipline che ha un solo scopo finale, quello di parametrizzare i contributi al sistema climatico di ogni fenomeno naturale o antropologico che accade sulla Terra. Parametrizzare vuol dire quantificare l'effetto della biosfera, vulcani, oceani, umanità, fenomeni astronomici su quelle variabili fisiche che caratterizzano il clima: concentrazione di gas-serra, temperatura, vento, precipitazioni eccetera. Tutte queste valutazioni singole vanno poi messe assieme con strumenti adeguati.

Oggi gli scienziati concordano, anche se non è stato subito così, che gli strumenti necessari per gestire tutti assieme i risultati di questi effetti sul clima con i loro feedback sono i modelli numerici globali. Modelli che i meteorologi hanno incominciato a sviluppare negli anni 70 in concomitanza con l'avvento di supercalcolatori costruiti quasi sempre per altri scopi. La sfida dei meteorologi era ed è ancora quella delle previsioni del tempo, ma col passare degli anni si è capito che questi strumenti costituiscono l'unico mezzo per simulare sistemi naturali complessi, come il clima, con enormi quantità di variabili ed equazioni. Dai modelli meteorologici si è passati a quelli climatici, sempre più dettagliati, sempre più completi di quelle fenomenologie che via via si rendevano disponibili in termini quantitativi.

E' lecito chiedersi come mai un modello meteorologico che incomincia a sbagliare le previsioni dopo una settimana, sia in grado di predire il clima tra 100 anni! La risposta sta nel fatto che recentemente lo sviluppo dei modelli ha preso due strade diverse: una per la meteorologia e l'altra per il clima, questi ultimi servono a predire proprietà medie dell'atmosfera e non momenti particolari dell'atmosfera. Inoltre le condizioni iniziali del modello climatico, quelle da cui partono le equazioni predittive, non sono così critiche come per i modelli meteorologici.



Una seconda considerazione riguarda la formazione scientifica necessaria ad affrontare la comprensione del sistema climatico. Questa si è resa disponibile solo da poco tempo presso le università italiane. In passato ci si poteva specializzare in Geologia, Oceanografia, Glaciologia, Astronomia, ed ogni dipartimento affrontava la ricerca sul clima in modo quasi autonomo. Poco spazio era dedicato alla scienza meteorologica se non presso il Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare. Ciascuna disciplina voleva affermare la sua importanza nello studio del clima, quasi ignorando il contributo delle altre. La modellistica del clima ha costretto a mettere a confronto i vari contributi dei fenomeni naturali da un punto di vista quantitativo cercando di stabilire relazioni fisiche tra le variabili in gioco. Tutte le discipline che ho citato sopra fanno oggi parte della Scienza della Terra, cultura di base per affrontare la ricerca sul sistema climatico.

Concludo con la speranza che queste iniziative culturali di CISE2007 diano un piccolo contributo a formare una coscienza scientifica onesta e non di parte nella gente comune: persone che si troveranno sempre più spesso a valutare opinioni contrastanti su aspetti complessi della natura, quelli che impattano profondamente sulla nostra vita.





CAMBIAMENTI CLIMATICI

DUE GIORNI A TRIESTE ALLA PICCOLA FIERA DEGLI INVENTORI

Un nostro socio alla Mini Maker Faire con le sue “invenzioni”

Paolo Bonelli

La storia inizia dall'altra parte del ...titolo, a Torino, i primi di maggio del 2019, quando mi trovavo a partecipare alla Mini Maker Faire di questa città. E' un evento che vede privati, associazioni, gruppi di ricerca, in breve “maker” che espongono le loro creazioni di elettronica e oggetti prodotti con macchine a controllo numerico. Insomma una fiera degli inventori, a cui partecipano, senza pretese, molti giovani ma anche pochi vecchietti sempre verdi come me. La “Fair” si chiama “Mini” per non confonderla con quella più grande che si tiene ogni anno a Roma.

Cosa ho esposto io a Torino? Un sistema radio per trasmettere dati a distanza di chilometri, che non usa WiFi o altre reti e quindi si adatta a qualsiasi luogo, specialmente fuori dalle città. Si tratta di piccole schede elettroniche, autocostruibili, adatte a trasmettere le misure di sensori ambientali, che consumano poca energia e costano anche poco. Ma preferisco spiegare meglio quello che ho fatto in fondo all'articolo.

Mentre ero a Torino con il mio banchetto, in mezzo a curiosi di tutte le età, passò una vecchia conoscenza, Mirco, un maker di Castelfranco Veneto molto conosciuto in quell'ambiente. Mi disse: “sai che il 24 e 25 maggio la scuola di Fisica Teorica di Trieste organizza una Mini Maker Faire come questa? E' ben fatta, pensa che ti danno anche un alloggio gratuito! Perché non vieni anche tu?”. “Ci penserò”, risposi, tanto per non essere scortese, ma già stavo pensando di non andare per evitare tutti i noiosi preparativi già affrontati per Torino. Non ci fu niente da fare, quando tornai a Milano, la curiosità e la voglia di incontrare altri maker mi fece decidere per Trieste. Il 24 maggio, dopo più di quattro ore di treno da Milano, mi ritrovo alla stazione di quella splendida città che avevo visitato molti anni prima, una città di frontiera con ancora i segni della sua storia legata così saldamente alla sua geografia.

Con un pesante valigione pieno di tutte le mie schede elettroniche, un video, il PC, cavi e attrezzi vari, assieme a due miei amici, anche loro venuti da Milano ad esporre qualcosa, prendemmo un taxi fino a Miramare, dove c'è la scuola di Fisica Abdul Salam (ICTP-International Centre for Theoretical Physics). I 20 minuti di viaggio furono riempiti dalla “conferenza” del tassista sulla storia di Trieste: “città tradita da tutti, ma che risorge sempre!”. Arrivati alla scuola di Fisica, mi assegnarono subito un alloggio e i buoni pasto per due giorni, tutto in una splendida cornice tra mare e montagna dove si respira quell'atmosfera universitaria internazionale come solo in altri pochi posti al mondo. La Scuola è finanziata dall'UNESCO e si dedica alla ricerca in vari settori della Fisica, fornendo borse di studio a studenti di paesi in via di sviluppo. Mirco aveva ragione!

Dopo una fantastica cena in un tipico ristorante triestino e una grande dormita, la mattina dopo allestimo i banchetti in un grande spazio sotto un portico, praticamente all'aperto ma protetti da eventuali acquazzoni. La Fiera incominciò ad animarsi già dalla mattina del sabato: adulti e bambini si accalcarono davanti a quei banchetti con le cose più curiose e divertenti. Maestri di scuola, professionisti, semplici curiosi sfilavano



davanti a laser autocostruiti, giochi didattici, bobine di Tesla da far rizzare i capelli, stampanti 3D e tanto altro ancora. Non mancavano droni di tutti i tipi, ronzanti all'interno di un apposito recinto, robottini intelligenti che scorazzavano all'interno di piste piene di ostacoli da aggirare, ma tra le cose più interessanti, almeno per me, c'era il banchetto di un pensionato di Venezia che costruisce laser a gas senza usare tubi a vuoto, come quello nella foto n. 1. Perché lo fa? Per passione e per la voglia di fare divulgazione scientifica.

Un altro allestimento didattico molto originale era uno scatolone pieno di sabbia dove i bambini potevano giocare scavando valli e costruendo montagne. Uno scanner sopra la sabbiera rilevava l'altezza della sabbia proiettando poi le isolinee colorate sulla sabbia stessa, dandole così l'aspetto di una carta geografica in rilievo, come nella foto n.2. Oltre a questo veniva proiettata una pioggia virtuale che creava sulla sabbia fiumi e laghi azzurri: bellissimo!

Come calcolare pi-greco con una banana? Un gruppo di Bergamo presentava un metodo di generazione di numeri casuali fatto da un tubo Geiger posizionato su una banana. Infatti questo frutto è leggermente radioattivo per il suo piccolo contenuto di potassio-40, radioisotopo del potassio naturale. I numeri casuali generati dai conteggi del Geiger venivano impiegati per costruire molti punti su una superficie quadrata con inscritto un quarto di cerchio. Infatti il rapporto tra il numero di punti nel settore circolare e quello nel quadrato tende al valore di pi-greco quarti.

La mia presentazione, Foto n. 3, consisteva in una rete di sensori che comunicano i loro dati via radio per mezzo di una nuova tecnologia di modulazione chiamata LoRa (Long Range). Questa tecnologia, brevettata dalla ditta Semtech, consente di trasmettere piccoli pacchetti di dati, 30 – 50 byte, con poca energia e a distanza di alcuni chilometri. La frequenza portante usata da LoRa, 868 MHz, è libera in tutta Europa e può essere usata a patto di non occuparla per più dell'uno per cento del tempo, che corrisponde a circa 8 messaggi al minuto da 20 byte. Questa tecnologia soddisfa molto bene l'esigenza di trasmettere dati in ambienti esterni, privi di connessione WiFi e GSM; anche dove sia presente il campo GSM, la trasmissione LoRa si differenzia perché non richiede canoni e consuma molta meno energia di un cellulare. La piccola quantità di dati consentita, costringe a limitare questa tecnica alla trasmissione di valori numerici di variabili ambientali come: temperatura, concentrazione di polveri nell'aria, torbidità dell'acqua di un fiume, ecc. Si presta quindi ad applicazioni di monitoraggio in campo aperto. Mettendo insieme alcuni componenti elettronici acquistabili su Internet, ho realizzato una piccola scheda programmabile che può essere collegata a diversi sensori, anch'essi acquistabili on-line. La stessa scheda, che ho chiamato ProMicroLoRa, è in grado di fare anche da ricevitore. Il ricevitore può acquisire i pacchetti trasmessi da molti sensori-trasmettitori. A sua volta il ricevitore può usare un'altra scheda commerciale per connettersi ad Internet, ove sia presente un campo WiFi, e inviare i dati ad un server che può visualizzarli ovunque.

Ho chiamato tutto il sistema hardware e software Mini Rete LoRa. La scheda è visibile nella Foto n. 4. La Foto n. 5 mostra invece un'applicazione sperimentale composta da un sensore di vibrazione capace di lanciare un messaggio di allarme in caso di movimenti franosi.



Un sensore economico di torbidità dell'acqua, Foto n. 6, può essere inserito in un involucro impermeabile in PVC assieme all'elettronica e alla batteria. Con solo l'antenna fuori dall'acqua è in grado di trasmettere un messaggio periodico sullo stato di torbidità di un fiume o qualsiasi specchio d'acqua, avvisando di eventuali fenomeni di inquinamento. Infine nella Foto n. 7 si può vedere il ricevitore della Mini Rete LoRa, con il suo display e la scheda per la trasmissione dei dati su Internet.

Per quanto riguarda l'esperienza che ho fatto con questa scheda e tutto il sistema di trasmissione dati, posso citare due casi. Il primo è un sensore di temperatura e potenziale di ossi-riduzione, Foto n. 8, immerso in una vasca del depuratore di Carimate (CO), in funzione a due anni con una batteria LiPo (ioni di Litio) da 2 Ah che ricarica circa ogni sei mesi; il sensore trasmette dati ogni 3 minuti.

Il secondo esperimento riguarda una stazione meteo autocostruita, installata presso la cascina S. Ambrogio di Milano (V.le Forlanini), che trasmette dati da più di un anno, Foto n. 9.

Tutto il mio progetto Hardware e Software è rilasciato con licenza "Creative Commons", quindi può essere copiato e usato da chiunque, senza fini commerciali. Il basso costo dei componenti permette inoltre ad un comune cittadino di costruirsi i dispositivi che ritiene utili per sorvegliare un ambiente esterno.

In ambedue i casi i dati sono trasmessi con una scheda ProMicroLoRa fino al ricevitore posto dove è presente un campo WiFi utilizzato per ritrasmettere i dati ricevuti verso un server internet.

Quali saranno gli sviluppi di questo mio lavoro? Mi piacerebbe avere suggerimenti dagli utilizzatori e magari partecipare a qualche progetto applicativo di utilità sociale.



Foto n. 1 - Laser a gas senza tubo a vuoto



Foto n. 2 – Sabbiera con proiezione di topografia

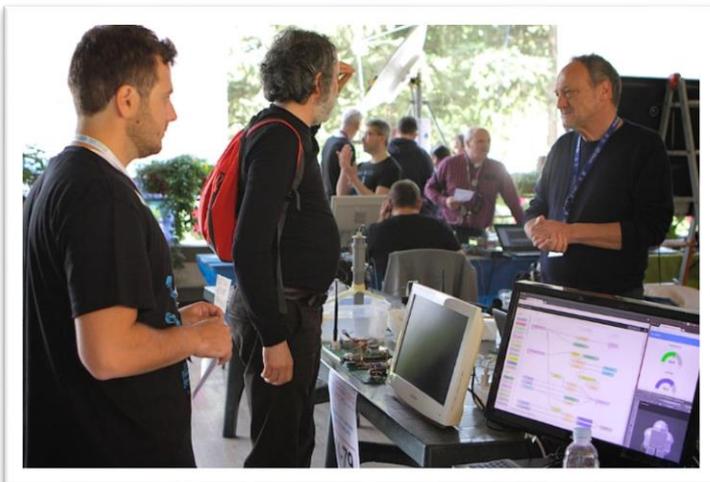


Foto n. 3 – La postazione del socio Bonelli che presenta la sua Mini Rete LoRa



Figura n. 4 – Scheda ProMicroLoRa costruita dal socio Paolo Bonelli. Nella sua parte alta è visibile il modulo programmabile, compatibile con la più famosa scheda Arduino, in basso c'è il modulo radio LoRa ad esso collegato. La scheda può essere alimentata con una batteria di tensione da 4 a 12 V.

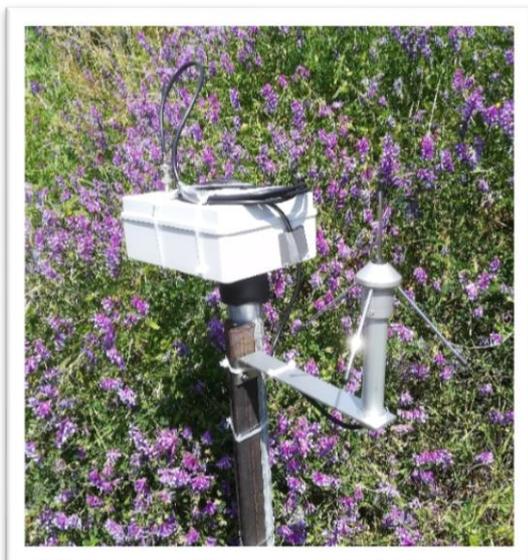


Foto n. 5 – Applicazione della scheda ProMicroLoRa al monitoraggio di frane



Foto n. 6 – Misuratore della torbidità dell'acqua con trasmissione dei dati a distanze tramite la scheda ProMicroLoRa

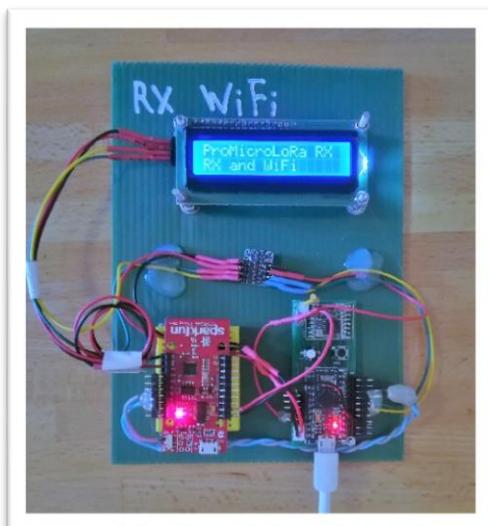


Foto n. 7 – Configurazione del ricevitore, composto dalla scheda ProMicroLoRa, un display, una scheda capace di collegarsi ad una rete WiFi e ritrasmettere i dati ricevuti su Internet.

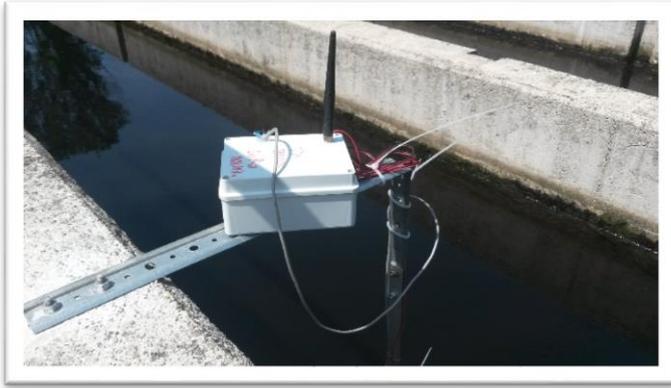


Foto n. 8 – Trasmissione di temperatura dell'acqua e potenziale ossido-riduzione presso una vasca del depuratore di Carimate (CO).



Foto 9 – Stazione meteo installata presso la cascina S. Ambrogio a Milano. Si possono vedere chiaramente il piccolo pannello solare e la “capannina” autocostruita con laser cut e legno compensato.

[Alcuni link sulla rassegna stampa della Mini Maker Faire di Trieste.](#)

http://www.ansa.it/friuliveneziagiulia/notizie/2019/05/25/ricerca-da-laser-a-stampe-3d-300-maker-in-fiera-a-trieste_55daaa4b-d4db-4b0b-9b8e-50357feae33a.html

https://ilpiccolo.gelocal.it/trieste/foto-e-video/2019/05/25/fotogalleria/trieste-dal-laser-alle-stampe-3d-300-inventori-alla-mini-maker-faire-1.32927667?refresh_ce



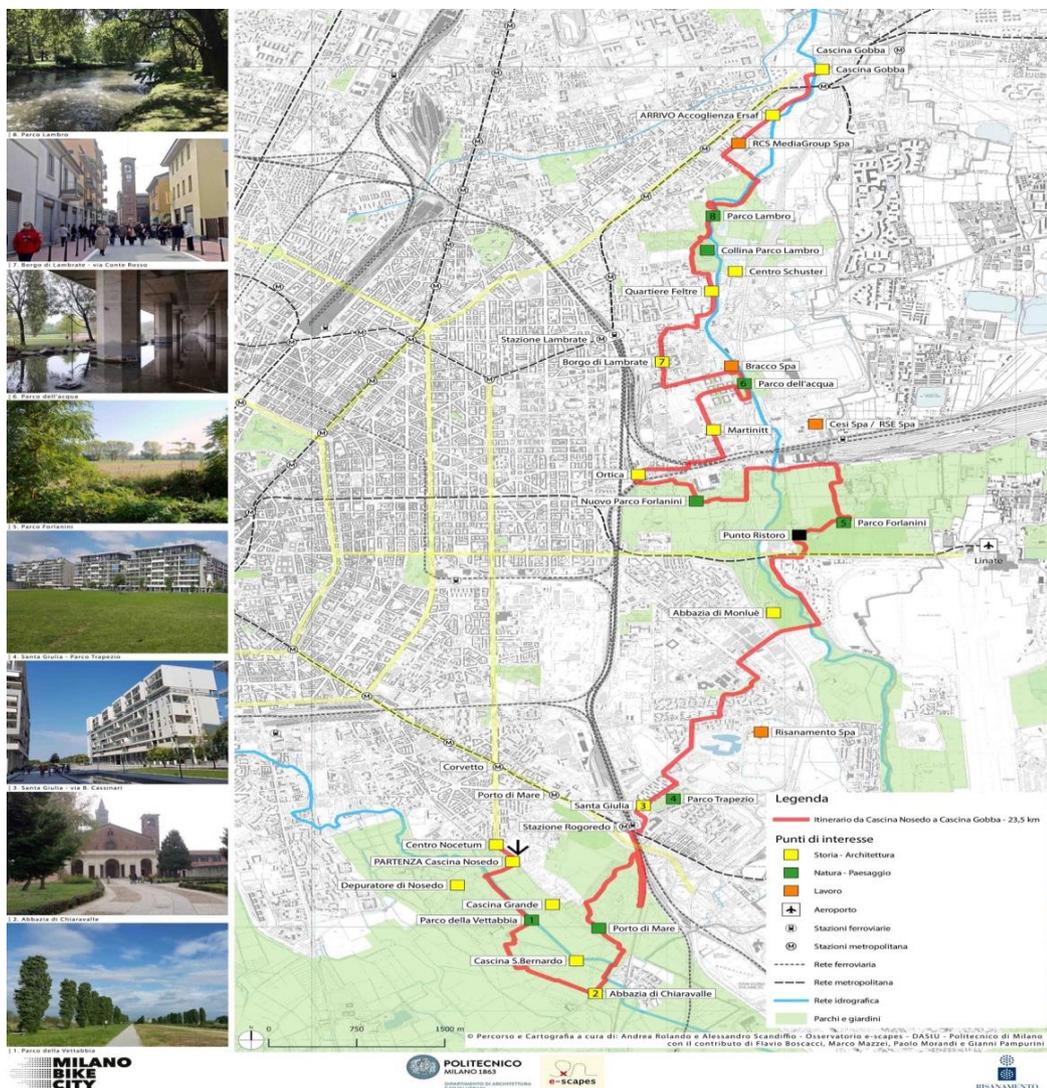
NOTIZIE

TRE EVENTI PER UN ITINERARIO CICLISTICO

Gianni Pampurini

L'Osservatorio per il Paesaggio fiume Lambro Lucente è una associazione fondata il 9 febbraio 2019, anche se già operativa dal 2018. L'Osservatorio Lambro, contenitore democratico di studi, elaborazioni e proposte, vede al suo interno presenze diverse e qualificate rappresentate da persone fisiche, aziende, cooperative, enti pubblici e associazioni, tra cui CISE2007

Nella prima metà del 2019 l'Osservatorio Lambro, attraverso il proprio Comitato Scientifico-Gruppo Percorsi e Infrastrutture ha elaborato e sperimentato sul campo, un tracciato cittadino, definito come **Itinerario "Lambrolucente"** che, partendo da Cascina Nosedo si conclude a Cascina Gobba.



Per promuovere e valorizzare l'itinerario "Lambrolucente" e sottolineare il valore dell'acqua e del territorio come bene comune dei cittadini, si è pensato di svolgere, nell'arco di un mese tre iniziative distinte e complementari tra loro.

Pedalata nel "Lambrolucente" - 22 settembre 2019



Domenica 22 settembre, con partenza da **Cascina Nosedo**, è stato inaugurato e percorso per la prima volta l'itinerario "Lambrolucente", che verrà successivamente connesso ad altri percorsi a nord e a sud della città per identificare un itinerario unico tra la sorgente e la foce del fiume.

La pedalata, svolta nell'ambito degli eventi **Milano Bike City** è stata organizzata da *Greem, Milano Bicycle Coalition, e-scapes-Politecnico, associazione Grande Parco Forlanini*, con il patrocinio e la collaborazione dei **Municipi 3 e 4**.

Oltre a inaugurare e valorizzare l'itinerario cittadino, con la pedalata si è voluto riproporre e caldeggiare la realizzazione del ponte sul Lambro nel parco Forlanini, già annunciata e programmata per il 2020.



Alla partenza, nonostante le condizioni atmosferiche avverse, si sono presentati circa 40 partecipanti decisi a pedalare i 23 chilometri del percorso anche sotto la pioggia preannunciata.

Dopo aver indossato la pettorina promozionale dell'evento, i partecipanti hanno iniziato a pedalare attraverso il parco della **Vettabbia**, l'oasi naturale del **Porto di Mare**, i quartieri **Rogoredo Santa Giulia**, i parchi **Monluè, Forlanini, Lambretta** fino al parco **Lambro**. La conclusione, sotto la pioggia, non è avvenuta nell'**area orti** recuperata di via Rizzoli come previsto dal programma, ma nei locali del Comitato Inquilini di via Rizzoli che ha gentilmente ospitato i partecipanti.



Staffetta LungoLambro - 28 settembre 2019





Sabato 28 settembre, a partire dalle ore 12,30, è stata sviluppata l'iniziativa **Staffetta Lungolambro-parte sud est** all'interno del parco Vettabbia, nella zona del laghetto. L'iniziativa **Staffetta Lungolambro-parte nord est** è stata invece sviluppata tra il parco Lambro e il parco Forlanini. Al termine delle iniziative ci si è coordinati in un momento di conclusione comune presso il **parco Forlanini**

La Staffetta, svolta nell'ambito degli eventi **Green Week** è stata organizzata da *Greem, Milano Depur, associazione Grande Parco Forlanini, MIA, ViviLambrate*, con il patrocinio e la collaborazione dei *Municipi 3 e 4*.



Come nell'iniziativa precedente, oltre a promuovere e valorizzare l'itinerario cittadino LambroLucente si è riproposta e caldeggiata la realizzazione del ponte sul Lambro nel parco Forlanini.

Sono stati allestiti nel parco Vettabbia-zona laghetto, quattro gazebo informativi dove le associazioni presenti, oltre al Municipio 4, hanno potuto distribuire documentazione e illustrare ai presenti le loro attività, dopo un momento conviviale a base di "stuzzichini".

Come nell'iniziativa precedente, oltre a promuovere e valorizzare l'itinerario cittadino LambroLucente si è riproposta e caldeggiata la realizzazione del ponte sul Lambro nel parco Forlanini.

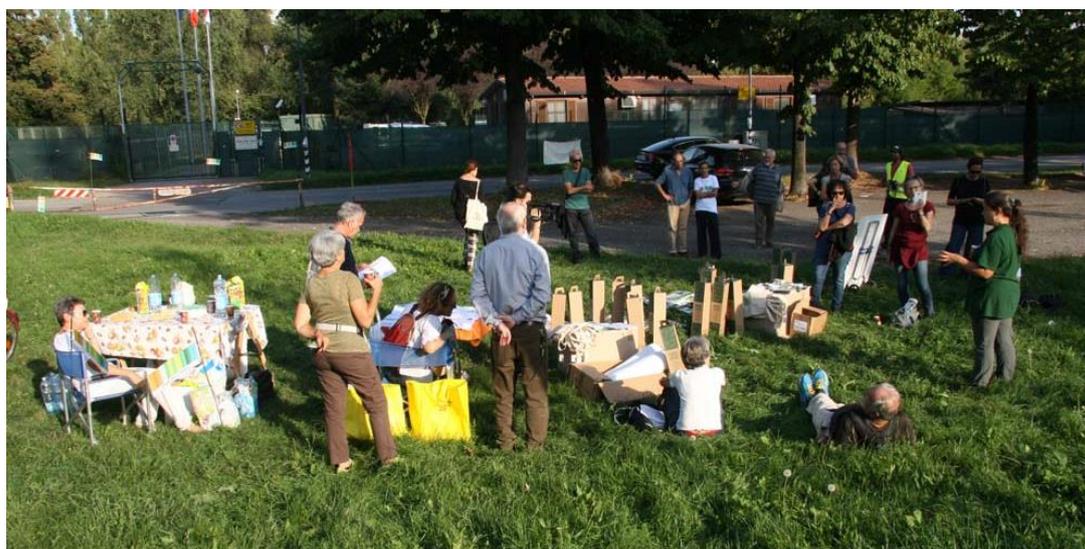
Sono stati allestiti nel parco Vettabbia-zona laghetto, quattro gazebo informativi dove le associazioni presenti, oltre al Municipio 4, hanno potuto distribuire documentazione e illustrare ai presenti le loro attività, dopo un momento conviviale a base di "stuzzichini".

I ragazzi dell'Istituto Renzo Pezzani, con genitori e insegnanti, hanno lavorato alla realizzazione dell'orto verticale e alla cassetta nido per pippistrelli mentre gli arcieri storici della Compagnia Bianca hanno mostrato come realizzare manualmente un arco da legno naturale.



Non poteva poi mancare il simpatico concorso in cui hanno gareggiato gli amici a quattro zampe per l'assegnazione del premio "Cane della Vettabbia", che ha visto alla fine tutti premiati.

Hanno partecipato alla giornata anche le Guardie Ecologiche Volontarie, il Laboratorio BikeCareLab e Arte da Mangiare.



Acqua e Territorio, bene comune dei cittadini - 19 ottobre 2019



Sabato 19 ottobre si è svolta presso il mulino dell'Abbazia di Chiaravalle, nell'ambito del progetto Cogita et Labora, la proposta culturale **"Acqua e territorio come bene comune dei cittadini. Dal Lambro alla Vettabbia al mulino di Chiaravalle"**, una giornata di interventi, esperimenti scientifici e ricerca dedicata all'elemento acqua, organizzata da *Green, Cooperativa Koinè, Milano Depur* e sostenuta da *Città Metropolitana, Parco Sud, Abbazia di Chiaravalle e Consorzio Grana Padano*



Una mattinata di pensiero ha ospitato gli interventi di esperti per trattare e confrontarsi sui vari aspetti legati al Lambro, alla qualità dell'acqua lungo il suo percorso di discesa e al depuratore di Nosedo.

Nel pomeriggio si sono svolte esperienze pratiche, con piccoli test e il coinvolgimento del pubblico, su campioni d'acqua per mostrare "in campo" le differenze tra varie acque, tra cui quella del mulino, rispetto ad alcuni parametri di analisi significativi indagati.



Tutte le iniziative svolte sono state documentate. Il materiale pubblicitario, le presentazioni, le immagini e i filmati sono disponibili per gli interessati sui siti:

www.greem.it

www.lambrolucente.eu

