

In primo piano:

- Il corso sulla termoelettricità di Varenna nel racconto di Dario Narducci
- ECT 2020: fissate le date per la conferenza di Barcellona
- Il MIUR bandisce la call per i progetti FISR

L'Editoriale

Diario di una Scuola di Dario Narducci*

Lo confesso: non avevo mai organizzato una scuola. Partecipato (come studente prima, come docente poi) sì, ma organizzato mai. E organizzare una scuola non è ovviamente la stessa cosa che organizzare un convegno. E' molto più difficile, dato che richiede non solo uno sforzo organizzativo ma anche - e non è cosa da poco - la capacità di generare una offerta formativa (così si dice) interessante e attraente. La cornice in cui mi era stato proposto di organizzare la scuola sulle termoelettricità svoltasi nel passato mese di luglio era senz'altro un ottimo punto di partenza. La Scuola Internazionale di Fisica "E. Fermi" è una istituzione nota non solo in tutta Europa ma, come ho avuto modo di verificare, in tutto il mondo, con una tradizione di qualità della docenza di assoluto prestigio — prestigio che chiama prestigio. Quindi i primi passi orga-

nizzativi del corso furono facili. L'amico e collega Luciano Colombo, che era stato inizialmente contattato dal prof. Grosso del direttivo della SIF per organizzare l'iniziativa, mi aveva lanciato l'idea di prendere la direzione del corso nel luglio 2017. E, per quanto di scuole sulla termoelettricità ce ne fossero tante in giro per il mondo, l'idea di poter organizzare un evento residenziale che non si risolvesse nel giro di uno-due giorni in testa a qualche convegno ma che regalasse agli allievi una settimana di studio, otto ore al giorno, per capire la termoelettricità a partire dalla fisica di base per arrivare fino a qualche specifica applicazione, mi sembrò un'occasione che potesse valere il lavoro organizzativo necessario. Scegliere gli argomenti da coprire e la docenza da invitare fu ovviamente la parte più piacevole dell'intera vicenda. Due

aspetti cui pensai da subito in maniera congiunta, con la convinzione che, tra i moltissimi argomenti da poter coprire, la disponibilità di docenti capaci di insegnare (non sempre un bravo scienziato è anche un bravo docente - anche perché non sempre è interessato ad esserlo) dovesse essere un criterio primario. Proposi così a Jeff Snyder di essere il co-direttore del corso durante l'ICT 2017, ottenendo immediatamente la sua disponibilità; e a Carlo Fanciulli la segreteria scientifica, incarico che altrettanto immediatamente accettò. A seguire misi giù una prima lista dei docenti. Devo ammettere che, avendo puntato decisamente in alto, mi attendevo molti dinieghi. Ne ricevetti uno solo, su un totale di nove docenti, di cui due extra-europei. Niente male. L'approccio del corso ne derivò come (voluta) conseguenza: at-

(Continua a pagina 2)

Bollettino dell'Associazione Italiana di Termoelettricità

L'Editoriale

(Continua da pagina 1)

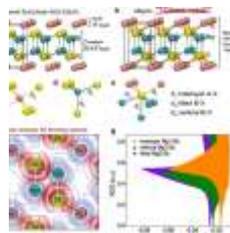
tenzione agli aspetti fondamentali della termoelettricità, che mi paiono spesso poco chiari anche alla nostra migliore gioventù, un po' persa a rincorrere il materiale del momento o le applicazioni più o meno realistiche della tecnologia. Partire quindi dalla termodinamica della termoelettricità, analizzando poi la fisica dei materiali e dei processi di trasporto, prima nei materiali cristallini e poi in quelli non-cristallini, approdando solo alla fine ad alcune applicazioni e ai sistemi nanostrutturati.

Risolta in breve la parte formale dell'approvazione del corso (anche la SIF ha le sue

formalità), nell'aprile del 2018 partimmo con la pubblicizzazione del corso. Mi era evidente che questa sarebbe stata la fase più critica dell'intero processo - unitamente alla raccolta dei fondi necessari per concorrere ai costi organizzativi. Il timore (che si dimostrò più che giustificato) era quello che la disponibilità dei gruppi attivi nel settore a supportare economicamente la partecipazione degli studenti alla scuola avrebbe potuto essere un problema. Su queste colonne abbiamo più volte discusso delle difficoltà finanziarie in cui molti versano (e non solo in Italia, ormai) ma a questo penso debba aggiungersi forse anche una limitata attenzione che molte sedi hanno verso

la formazione dei più giovani. E se quindi la parte finanziaria dell'impresa trovò abbastanza rapidamente soluzione (qui voglio ricordare il generosissimo contributo del socio ed amico Fabio Puglia e della sua ISC), la caccia allo studente richiese uno sforzo decisamente maggiore — e fu anche la maggiore ragione di preoccupazione. A dispetto del mail bombing posto in essere, a quindici giorni dalla chiusura dei termini per le iscrizioni ci trovammo a contare ancora più docenti che studenti. E anche se da Varenna la segreteria della scuola ci avesse detto di non preoccuparci, furono giorni difficili, con mail sempre più pressanti a chi aveva

(Continua a pagina 4)



Mg₃Sb₂ tra esperimento e simulazione computazionale

Leghe Al-Fe-Si
per
alimentare
sensori
wireless



Varenna: scienza e relax

Segnalazioni dalla letteratura

a cura di Alessia Famengo

I ricercatori Y. Takagiwa e Y. Shinohara del National Institute for Materials Science hanno individuato nelle leghe ternarie Al-Fe-Si un materiale termoelettrico adatto all'alimentazione di sensori wireless IoT in termini di costi, tossicità e stabilità termica sulla base di un approccio misto sperimentale-computazionale. La fase τ -Al₂Fe₃Si₃ mostra buona resistenza all'ossidazione e una stabilità meccanica e termica tali da poter essere impiegata nella fabbricazione di dispositivi operanti da

RT fino a 200°C. Il lavoro è stato pubblicato su [Scripta Materialia](#).

Nella review "Insights into the design of thermoelectric Mg₃Sb₂ and its analogs by combining theory and experiment" pubblicata su [NPL Computational materials](#) sono stati discussi i fattori per la comprensione dei fenomeni di trasporto in Mg₃Sb₂ e nelle fasi Zintl AB₂X₂, evidenziando le difficoltà incontrate a livello computazionale per descrivere lo scattering dei portatori, il drogaggio, l'effetto della temperatura,

la presenza di difetti e disordine strutturale. Il drogaggio sui siti cationici comporta la deviazione dal modello RBM (rigid band model) con deviazioni visibili sul plot di Pisarenko per Seebeck in funzione del numero di portatori. Nei composti contenenti lantanidi, il meccanismo di scattering dei portatori, pur essendo responsabile dell'alta mobilità, non è ancora stato compreso.

(Continua a pagina 3)

Anno 6, Numero 4

Segnalazioni dalla letteratura

a cura di Alessia Famengo

(Continua da pagina 2)

Science ospita il lavoro "High thermoelectric cooling performance of n-type Mg_3Bi_2 -based materials" che descrive la costruzione di un dispositivo per il raffreddamento ottenuto impiegando un derivato di Mg_3Bi_2 come gamba n e il tellururo di bismuto e antimonio $Bi_{0.5}Sb_{1.5}Te_3$ come gamba p ottenendo una differenza di temperatura di 91 K al lato caldo e di 350 K al lato freddo. Mg_3Bi_2 presenta uno ZT massimo di circa 0.9 a 350 K, comparabile al commerciale tellururo-seleniuro di bismuto ma più economico.

In "Boosting thermoelectric power factor of free-standing Poly(3,4-ethylenedioxythiophene): polystyrenesulphonate films by incorporation of bismuth anti-

mony telluride nanostructures" apparso sul *Journal of Power Sources* i ricercatori dimostrano che l'introduzione di nanofoglietti a base di tellururo di bismuto e antimonio in matrice polimerica di PEDOT:PSS ne aumentano l'adesione su film depositati via drop-casting su Kapton, oltre che a migliorare la performance termoelettrica a causa della migliore connettività fra catene con valori di power factor pari a $to 8.3 \mu W/mK^2$



Dario Narducci firma l'editoriale di questo numero del *Bollettino*

Bando per progetti congiunti tra Italia e Giappone

Collaborazioni nazionali ed internazionali

a cura di Monica Fabrizio

Queste le novità da segnalare:

Decreto Direttoriale n. 1179 del 18 giugno 2019 - Fondo Integrativo Speciale per la Ricerca (FISR): presentazione di proposte progettuali

Per chi volesse cimentarsi con la presentazione di un progetto su [bando FISR](#), la scadenza è stata prorogata all'11 ottobre 2019. Le proposte progettuali dovranno indicare con chiarezza gli ambiti tematici del PNR 2015/2020 cui intendono far riferimento e prevedere atti-

vità di durata massima biennale. In breve: i) ciascuna proposta può essere presentata congiuntamente da non più di 3 soggetti con personalità giuridica di diritto pubblico attivi nel settore della ricerca scientifico-tecnologica e quindi sono ammesse anche le fondazioni, gli enti vigilati da altri ministeri o regionali; ii) costo complessivo non inferiore a 1 milione di euro e non superiore a 5 milioni di euro verrà rimodulato all'80% dei costi ammessi (somma complessiva pari a € 27.820.690);

iii) le proposte progettuali dovranno essere presentate esclusivamente tramite lo sportello telematico [SIRIO](#).

Un'esortazione: cerchiamo di iscriverci agli albi dei valutatori MIUR!

Bando per la raccolta di progetti di ricerca congiunti tra Italia e Giappone 2020-2022

Il termine di presentazione delle candidature è il 31 ottobre 2019. La Direzione Generale per la promozione

(Continua a pagina 6)



Bando FISR 2019

Bollettino dell'Associazione Italiana di Termoelettricità

L'Editoriale

(Continua da pagina 2)

promesso di inviare studenti ma era poi sparito nel nulla. Come previsto (non da me), le iscrizioni arrivarono tutte negli ultimi tre giorni (chissà perché— non c'erano offerte last minute...). Alla fine contammo più di sessanta preiscritti, che si trasformarono in 51 iscrizioni finali.

Vi risparmierei l'ultimo guizzo di angoscia che ci fu regalato da uno sciopero dei treni nel giorno di arrivo degli studenti e dei docenti a Varenna (una domenica— quindi senza fasce protette). Fu però anche la prima occasione per vedere all'opera la macchina organizzativa locale, che attrezzò in due giorni un servizio di pullman da Milano per quanti non fossero riusciti a prendere i pochi treni circolanti.

Della settimana del corso e della sua qualità ed efficacia non è bene che dica io - sarei in conflitto di interesse. Non posso però che essere grato a tutti i docenti che hanno tenuto lezioni a Varenna per lo sforzo fatto per condividere con i nostri ragazzi conoscenze, passioni ed entusiasmo. Per chi, come me, insegna per professione è

stata anche un'interessante occasione per vedere a confronto stili didattici diversi, dalle lezioni in cui era vietato fare domande prima della fine dell'ora di Koumoto alla fisica stratosferica e fin troppo interattiva di Jos He-

remans. E certamente non temo di essere smentito affermando che, sul piano della partecipazione attiva degli studenti e delle opportunità fornite per le interazioni informali tra docenti e studenti, Varenna fu un'occasione unica. Merito primariamente della segreteria locale che, diversamente da quanto accade ad esempio ad Erice, prende molto sul serio il concetto di residenzialità della scuola, organizzando servizi di catering che tengono assieme docenti e studenti anche al di fuori degli orari di lezione, generando uno spirito di comunità davvero unico, nella mia piccola esperienza.

Ammetto di essere rientrato da Varenna con la sensazione di avere fatto qualcosa di utile, che possa avere lasciato un piccolo segno positivo nella vita dei "nostri" ragazzi. Non solo per quello che possono avere imparato (che resta lo scopo primario di ogni corso) ma anche per l'atmosfera che penso possano avere respirato, in un ambiente davvero internazionale (abbiano avuto studenti da 24 paesi) dove non si è avvertito altro interesse che verso la scienza. E non è retorica.

Per chi si fosse perso l'occasione del corso 2019, non escludo che tra qualche anno l'evento possa essere replicato. Alcuni corsi di Varenna hanno questo privilegio. Spero che altrettanto possa capitare anche al cor-

so sulla termoelettricità. Sarebbe assai utile, per la nostra comunità— e enormemente piacevole.

** Dipartimento di Scienza dei Materiali, Università di Milano Bicocca
dario.narducci@unimib.it*



Definite le date per l'ECT 2020 di Barcellona

A breve online il sito per il GiTe 2020 di Brindisi



Jeff Snyder ha co-diretto il corso di Varenna sulla termoelettricità

Anno 6, Numero 4

Industria e dintorni

a cura di Carlo Fanciulli

Nell'ultimo bimestre non si registrano proposte di innovazione significative provenienti da contesti industriali. Nonostante ciò, basta scorrere il programma della conferenza tenutasi in Corea per rendersi conto che l'interesse nello sviluppo di sistemi e soluzioni termoelettriche sta crescendo con un ritmo abbastanza costante. A programma, infatti, sono molti i lavori presentati centrati sugli aspetti tecnologici della termoelettricità. In particolare, si può riscontrare come stia prendendo piede una discussione sulla realizzazione di moduli a partire da materiali innovativi. Questa tematica è sempre stata un po' "l'elefante nella stanza" della tecnologia termoelettrica: la ricerca si divideva nello studio di materiali, da un lato, e nello sviluppo di soluzioni applicative, dall'altro, non presidiando,

se non in maniera occasionale, il passaggio dal materiale al modulo. Questo step è spesso stato appannaggio degli attori industriali, interessati alla finalizzazione della tecnologia in un prodotto. Proprio da queste pagine ho già avuto occasione di discutere come oggi questa segmentazione della filiera rappresenti un limite della termoelettricità. Il crescente interesse da parte degli attori legati al mondo della ricerca verso lo studio di soluzioni per lo sviluppo di moduli, può rappresentare un segnale importante in ottica di diffusione tecnologica. In assenza di un'applicazione strategica del termoelettrico per il mercato, in un contesto economico quale quello attuale, l'investimento da parte dell'industria per lo sviluppo di dispositivi "base" quali possono essere i moduli, è consi-

derato un azzardo, cosa che limita le possibilità di uno sviluppo di nuove applicazioni rivolte al mercato end-user. La rinnovata attenzione dedicata allo studio di quelle che sono le soluzioni tecnologiche abilitanti per la realizzazione di nuovi moduli termoelettrici, potrebbe rappresentare la via di uscita da questo circolo vizioso.

Come già riportato, la rete non propone nuovi prodotti termoelettrici, tuttavia il forum della Marlow prospetta come campo di interesse per la tecnologia termoelettrica quello dei sistemi di climatizzazione per la conservazione dei vini. Nuovamente, il mercato legato alle pompe di calore conferma la sua maggiore maturità e le nuove soluzioni fanno perno su affidabilità, compattezza e silenziosità delle soluzioni termoelettriche rispetto a quelle a compressore. Prodotti destinati ad ambienti domestici e su piccole scale risultano competitivi in termini di efficacia e comfort.

Un altro ambito applicativo emerso recentemente è quello legato al mondo automotive. Negli ultimi anni il mercato si è mosso in maniera abbastanza netta nella direzione dell'elettrico. Questo, da un lato aumenta la necessità di tecnologie in

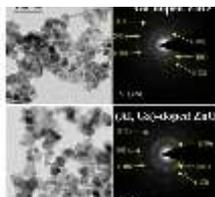
(Continua a pagina 7)



Bollettino dell'Associazione Italiana di Termoelettricità

Collaborazioni nazionali ed internazionali

a cura di Monica Fabrizio



ZnO drogato con Al e Ga ottenuto per combustion synthesis

Aperta la
misura "Fast
Track to
Innovation"

(Continua da pagina 3)

del Sistema Paese del Ministero degli Affari esteri e della Cooperazione Internazionale (MAECI), nella prospettiva del rinnovo per il triennio 2020– 2022 del [Protocollo Esecutivo bilaterale](#), invita i ricercatori a presentare proposte di progetti bilaterali di ricerca che mirano a rafforzare i rapporti scientifici tra l'Italia e la controparte estera, anche nella prospettiva di favorire ricadute economiche per il nostro Paese.

Tematiche di possibile interesse per la termoelettricità: Chemistry, Mathematics, Physics; Nanosciences and Advanced Materials; Technologies for the Achievement of Sustainable Goals,

with particular focus to Renewable Energy

XVIII Bando per la raccolta di progetti congiunti di ricerca per l'anno 2020 sulla base dell'accordo di cooperazione nel campo della ricerca e dello sviluppo industriale, scientifico e tecnologico tra Italia e Israele ("bando industriale")

Il termine di presentazione delle candidature è il 28 ottobre 2019. Il Partner italiano potrà essere un soggetto industriale (impresa) o un soggetto non industriale (università, centro di ricerca, etc.). Qualora l'impresa non conduca direttamente attività di ricerca e sviluppo, deve essere assistita da un soggetto non industriale (università, centro di ricerca, parco tecnolo-

gico) capace di condurre la ricerca proposta in qualità di associato. Il soggetto non industriale proponente (università, centro di ricerca) dovrà necessariamente associarsi per la realizzazione del progetto ad un soggetto industriale, che svolga o meno attività di ricerca e sviluppo.

Il prodotto o servizio generato dalle attività di ricerca deve dimostrare evidenti potenzialità di migliorare prodotti esistenti o di creare di nuovi sul mercato, in grado di garantire alla impresa partecipante utili dalle vendite.

Tematiche di possibile interesse per la termoelettricità: Nuove fonti di energia, alternative al petrolio e sfruttamento delle risorse natu-

(Continua a pagina 7)

Convegni e Scuole

a cura di Dario Narducci

E' in corso mentre scriviamo a Cipro l'[ECT 2019](#) (23-25 settembre), che si arricchisce del satellite event del 1st Joint Korean-Italian Workshop on Thermoelectrics (26 settembre). Se ne parlerà estesamente a convegni chiusi su questo Bollettino.

Nel periodo natalizio da segnalare l'MRS Fall Meeting di Boston (1-6/12) con le sessioni [EN13](#) e [EN14](#) sul termoelettrico; il Materials Research Meeting 2019 a Yokohama (10-14/12) con una [sessione](#) dedicata alla termoelettricità; e

l'[Opto-X-Nano](#), sempre in Giappone (Okayama, 2-5/12).

Per il 2020 restano tre gli eventi di rilievo, ad oggi.

Come già comunicato ai soci, il GiTe 2020 dà appuntamento a tutti a Brindisi dal 26 al 27 febbraio 2020. La macchina organizzativa è già partita e a breve sarà disponibile il sito web con le scadenze più importanti.

A seguire, da non perdere l'[ICT 2020](#) che torna negli Stati Uniti, a Seattle, dal 28/6 al 2/7/20.

A settembre 2020, infine, baga-

gli pronti per Barcellona dove si terrà l'[ECT 2020](#). Appena annunciate le date definitive: 16-18 settembre 2020. Ai primi di ottobre sarà anche online il [sito](#).



In corso l'ECT 2019 e il j-KITES 2019 a Cipro

Anno 6, Numero 4

Industria e dintorni

a cura di Carlo Fanciulli e Fabio Puglia

grado di aumentare l'autonomia del veicolo, ma dall'altro va a limitare drasticamente, se non del tutto, la possibilità di sviluppare quelle soluzioni termoelettriche basate sul recupero di calore dai gas di scarico che sino ad oggi hanno catalizzato l'attenzione del mondo termoelettrico. In quest'ottica Genterm, già attiva nello

sviluppo di moduli custom dedicati a clienti del settore automotive, individua come futura potenziale applicazione del termoelettrico nel settore, il thermal management delle batterie delle auto. Lo sviluppo di sistemi volti a ottimizzare le condizioni operative delle nuove batterie per auto, potrebbe rappresentare un'opportuni-

tà per il termoelettrico, nella quale i costi di sviluppo potrebbero essere ripagati dalla possibilità non solo di far lavorare le batterie nelle migliori condizioni, sfruttandone così a pieno la capacità, ma anche di ottimizzarne la durata in termini di cicli-vita.

Collaborazioni nazionali ed internazionali

a cura di Monica Fabrizio

(Continua da pagina 6)

rali; Innovazioni dei processi produttivi; Qualunque altro settore di reciproco interesse. Il bando è disponibile sul [sito](#) del ministero. In Italia, il progetto dovrà essere inviato esclusivamente tramite PEC al seguente indirizzo: dgsp09.accordoisraele@cert.esteri.it

Alcuni dei bandi indicati nello scorso bollettino sono ancora aperti e quindi potrebbe essere utile ricordarli anche questo mese:

FETPROACT.EIC-05-2019

È stata prorogata ad ottobre la scadenza di questa call che mira a identificare i paradigmi tecnologici futuri ed emergenti ad alto potenziale per l'economia e la società europea. Molto competitiva. Per chi si avvicina per la prima volta suggerirei

rei di andare sul sito [ASTER](#).

UE: aperta la misura Fast Track to Innovation

L'iniziativa [Fast Track to Innovation](#) (FTI) è una misura completamente bottom-up di Horizon 2020 con la possibilità di presentare proposte su praticamente qualunque ambito tematico. FTI si rivolge a nuove tecnologie, concetti, processi e modelli di business relativamente maturi e innovativi che necessitano di uno sviluppo definitivo per essere in grado di dare forma a un nuovo mercato e realizzare una diffusione più ampia. FTI promuove innovazioni "close to market" (si parte dal TRL 6- disponibilità di un prototipo integrato) che mirano ad arrivare sul mercato entro tre anni dall'inizio del progetto. Il contributo massimo dell'UE è di 3 milioni di euro per propo-

sta. Il tasso di finanziamento è del 100% per le entità senza scopo di lucro. Per ciascun anno il budget disponibile è di 100 milioni di euro. Le proposte possono essere presentate in qualsiasi momento durante il programma triennale con una graduatoria che segue tre scadenze annue. Le prossime sono 22-10-2019, 19-02-2020, 09-06-2020 e 27-10-2020

Open Innovability Enel

Il portale web Open Innovability di Enel punta a raccogliere soluzioni tecnologiche innovative, in linea con gli obiettivi "di sviluppo sostenibile SDG delle Nazioni Unite 2020". Scopo di queste call è unire innovazione e sostenibilità per dare impulso alla rivoluzione energetica. Suggestivo di dare un'occhiata alla [call](#) "Energy for those in need - 2019".

Associazione Italiana di Termoelettricità

Presidente: Dario Narducci

associtalte@gmail.com

Segretario Generale: Monica Fabrizio

Twitter: @AIT_ITTS

Comitato Esecutivo: Stefano Boldrini, Alberto Castellero, Carlo Fanciulli, Giovanni Pennelli

Sito web: ait.ieni.cnr.it

AIT è anche su [Facebook](#) e su

Consiglio Direttivo: Umberto Anselmi, Tamburini, Stefano Battiston, Riccardo Carlini, Fabio Puglia, Antonella Rizzo

[LinkedIn](#)

L'Associazione Italiana di Termoelettricità

Dallo Statuto dell'AIT:

“La Associazione ha lo scopo di promuovere lo studio e la ricerca nel settore dei fenomeni termoelettrici e delle loro applicazioni e in particolare (a) di favorire e incrementare la ricerca scientifica nel settore della termoelettricità; (b) di divulgare la conoscenza dei fenomeni termoelettrici e l'importanza delle loro applicazioni nel quadro del benessere e del progresso nazionale, europeo e mondiale; (c) di attivare e mantenere relazioni con associazioni, società ed organizzazioni nazionali di altri paesi aventi analoghi scopi e con la European e la International Thermoelectric Society; (d) di promuovere e favorire lo studio dei fenomeni termoelettrici nelle università e nelle scuole di ogni ordine e grado.”

AIT su Internet:

ait.icmate.cnr.it

Come iscriversi all'AIT

Il modulo di iscrizione può essere richiesto a associtalte@gmail.com.

Sono disponibili tre livelli di associazione:

- socio junior, riservato a chi ha fino a 35 anni e a quanti, indipendentemente dall'età, non abbiano un lavoro né fisso né temporaneo al momento dell'iscrizione (la borsa di dottorato non è un lavoro -- né temporaneo né tanto meno fisso). La quota di iscrizione è di 25€;
- socio attivo, con una

quota di iscrizione pari a 60€;

- socio sostenitore, con una quota di iscrizione di 110€ — una forma associativa pensata per chi volesse (e potesse) sostenere con uno sforzo speciale la crescita dell'AIT.

Le aziende possono associarsi ad AIT in forma collettiva. Per i dettagli contattare direttamente il comitato esecutivo di AIT (associtalte@gmail.com).

Tutti i soci (juniores, attivi e sostenitori) partecipano

alla attività dell'Associazione con gli stessi diritti e doveri.

Come meglio specificato nel modulo di iscrizione, la quota associativa può essere saldata con bonifico bancario. Su richiesta verrà rilasciata una ricevuta di pagamento oltre ovviamente alla tessera associativa.