



Unione europea
Fondo sociale europeo



Laboratori Nazionali del Gran Sasso



PO FSE ABRUZZO
2007-2013

OBETTIVO
"Competenza,
in giovani
e occupazione"



L'Europa è la carta di accesso al futuro



Regione

Sviluppo

Condivisione

Eccellenza Innovazione

Rete

Tecnologia

Collaborazione

Scienza

Esperienza

Europa

Gran Sasso

Sistema

Borsa di studio

Azienda

Sapere & Crescita

Conoscenza

Formazione

Europa

Laboratori

ING

Applicazione

Corsi online

INFN

Innovazione

Rete

Società

Fisica

Scienza Nucleare

Progetto Multiasse

Scienza



Laboratori Nazionali del Gran Sasso



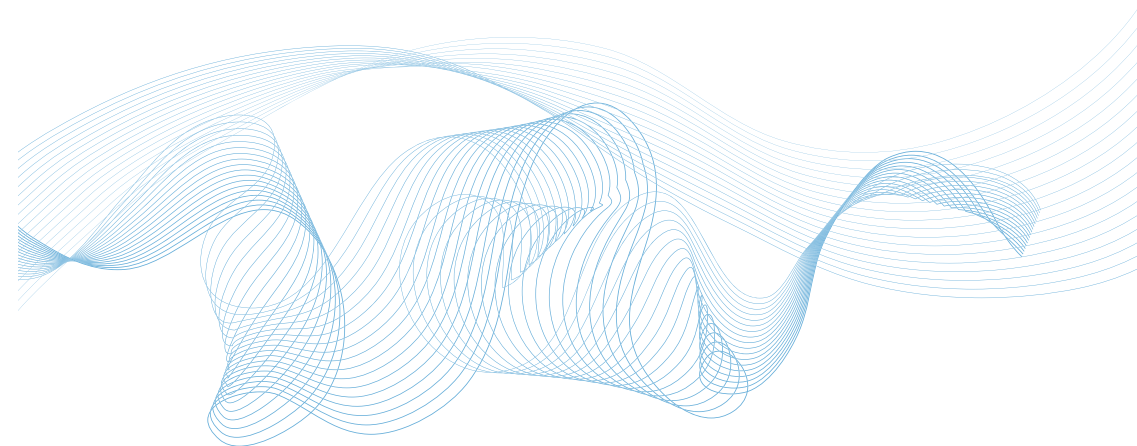
PO FSE ABRUZZO 2007-2013 | OBIETTIVO Competitività e crescita occupazionale



L'Europa è la carta di accesso al futuro



PO FSE Abruzzo 2007 -2013 - Piano degli interventi 2012-2013



Indice pubblicazione

1. Introduzione *S. Ragazzi, INFN*
2. Borse di studio in azienda: idea, ricerca e mondo produttivo
A. Formicola, C. Bucci
3. Borsisti in azione *Franciotti, C. Cordoni*
4. Una Regione in Formazione molla per la crescita sociale
M. Sclocco, Regione Abruzzo
5. INFN e INAF: una collaborazione per la divulgazione scientifica in Abruzzo
R. Buonanno
6. Orientamento alle discipline scientifiche *R. Antolini, INFN*
7. CFA, Centro di Eccellenza formativa in Fisica Astroparticellare
G. Pagliaroli, CFA LNGS
8. L'esperienza in Europa: *Laura Leonzi, borsista laureata Progetto "Sistema Sapere e Crescita" e Atomki Debrecen Ungheria*
9. L'esperienza dell'INFN nel PO FSE Abruzzo e nella strategia Europa 2020
M. De Simone, F. Masciulli, INFN
Sapere, crescita e divulgazione. Il progetto comunica con il territorio
E. Sasso

Beneficiari

Relazioni borsisti assegnisti Promozione della Conoscenza
Relazioni borsisti e assegnisti Lab_GS_Orienta - INAF
Relazioni borsisti e assegnisti del CFA
Università, Centri di Ricerca, Aziende e stage

Introduzione

di Stefano Ragazzi

LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO (LNGS) I Laboratori Nazionali del Gran Sasso sono i più grandi laboratori sotterranei al mondo. L'area sotterranea, che beneficia di una copertura di oltre 1400 m di roccia, è costituita da tre grandi sale sperimentali, ognuna delle quali misura circa 100x20x18 m3. Queste sono raccordate tra loro e al traforo autostradale da gallerie di servizio. La superficie totale è pari a 17800 m2 ed il volume totale ammonta a 180,000 m3. L'elevata copertura rocciosa, la natura della roccia, povera di elementi radioattivi, e l'accurata scelta dei materiali impiegati nella costruzione ne fanno un sito ideale per tutte le misure che possano essere perturbate dalla radioattività o dalla radiazione cosmica. Il sito sotterraneo in sé costituisce la principale infrastruttura del laboratorio. Un sito in superficie, situato in prossimità dell'ingresso del traforo accoglie uffici, sala-mensa, sale per conferenze, magazzino, laboratori, officina meccanica e capannoni di assemblaggio per grandi apparati. In un contesto scientifico internazionale altamente competitivo, è di grande importanza per i LNGS la crescita del territorio, perchè le competenze del territorio stesso sono parte integrante dell'attrattività dei Laboratori. Anche per questo i Laboratori investono in attività di alta formazione e trasferimento delle competenze per lo sviluppo della Regione Abruzzo.

Borse di studio in azienda: idea, ricerca e mondo produttivo

di A. Formicola, C. Bucci

L'obiettivo principale di questo intervento è stato la valorizzazione delle risorse del territorio: si è data la possibilità ad un gruppo di giovani abruzzesi di sviluppare capacità e competenze per riconoscere e comprendere le innovazioni che l'evoluzione della scienza e della tecnica continuamente produce, ed essere in grado di applicarle nel mondo del lavoro e delle professioni.

L'intervento A ha inteso quindi sviluppare una politica a favore dei giovani, favorendo la formazione e la conoscenza, al fine di generare, in modo condiviso e partecipato, un momento di orientamento e formazione con il coinvolgimento del Laboratori Nazionali del Gran Sasso, di aziende partner e degli stessi giovani.

Si è voluta così incentivare una spinta alla crescita ed alla competitività territoriale attraverso la promozione di una formazione qualificata e di una maggiore qualità del lavoro. L'intervento A è stato attuato mediante il conferimento di 7 borse per diplomati e 9 borse per laureati a giovani del territorio abruzzese. La scelta degli argomenti oggetto di formazione è stata effettuata con una pianificazione specifica definita in sinergia con tutti gli attori locali e in linea con la più ampia programmazione regionale. Sono stati privilegiati quegli argomenti correlati con tematiche particolarmente attuali (quali Green Energy, Sicurezza, etc.) e maggiormente rispondenti a una società in rapida crescita tecnologica. I giovani borsisti sono stati seguiti nel loro percorso da tutor e docenti, scelti tra le diverse e complementari figure professionali (ingegneri e fisici) presenti nei Laboratori. Questo connubio ha permesso la formazione dei giovani in un ambiente interdisciplinare e sempre in modalità "one-to-one".

Il binomio scienza e tecnologia ha fornito ai borsisti le competenze necessarie ad affrontare situazioni complesse e in continuo cambiamento. Il percorso delle borse si è articolato in più fasi: in un primo momento i borsisti hanno preso confidenza con le attività dei Laboratori e dei suoi Servizi per sentirsi parte integrante del sistema. In seguito hanno intrapreso un percorso di crescita professionale sull'argomento specifico della loro borsa di studio che è maturato nell'esperienza presso l'Impresa o l'Università e i Centri di Ricerca stranieri. L'approccio, è stato in linea con le indicazioni europee, "bottom-up": giovani meritevoli hanno avuto modo di acquisire capacità di lavorare in autonomia e in gruppo, capacità di risolvere i problemi, approfondire tematiche di interesse per le imprese. Le iniziative proposte hanno consentito di formare giovani capaci di rispondere alla domanda di specializzazione espressa dal tessuto produttivo e dei servizi del territorio. I borsisti hanno pertanto acquisito competenze tecniche e professionali per potersi inserire in modo qualificato nel mercato del lavoro rispondendo alla domanda di tecnici e laureati specializzati richiesti dalle imprese.

Borsista in azione

di Cordoni, Franciotti

Nell'ambito della borsa di studio "Analisi ed ottimizzazione degli impianti elettrici, di ventilazione e condizionamento dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso ai fini del risparmio energetico" è stato programmato, come attività da svolgere, uno stage presso la società di ingegneria Sea-Servizi Energia Ambiente S.r.l.

Successivamente, in accordo con il docente ed il tutor di riferimento, si è ritenuto opportuno diversificare il lavoro, in quanto lo stesso tema di indagine è stato in precedenza già assegnato e sviluppato da altra borsista. Per questo motivo è stato assegnato al progetto un nuovo indirizzo più specificamente "edile" e meno orientato dunque all'analisi impiantistica, affinché gli obiettivi perseguiti nell'ambito delle due borse di studio potessero convergere e completarsi.

Definito il nuovo orientamento, si è reso innanzitutto necessario individuare un'azienda che potesse rispondere alle necessità del caso; a tal proposito è stata selezionata l'azienda Dimensione Solare S.r.l., specializzata in produzione ed installazione di impianti fotovoltaici, ed orientata all'innovazione ed allo sviluppo di nuovi prodotti. Durante il periodo della borsa di studio, per motivi logistici, il lavoro viene svolto ad intervalli regolari presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) e presso la sede dell'azienda; le attività svolte presso i Laboratori riguardano l'esecuzione di rilievi e la verifica delle misurazioni eseguite durante la fase progettuale; il periodo impiegato presso l'azienda si presenta altresì come indispensabile e doveroso momento di confronto con ingegneri esperti nella progettazione di impianti fotovoltaici. Il periodo di stage non è stato effettuato dunque secondo le modalità previste dal bando (quattro mesi consecutivi), dal momento che durante il periodo di progettazione sarebbe stato vincolante disporre delle professionalità presenti nelle due realtà in momenti temporaneamente distinti; al contrario, svolgere lo stage in azienda per alcuni giorni a settimana, coprendo un lasso di tempo maggiore, ha permesso di affrontare le criticità che sono emerse, dall'analisi dello stato di fatto alla fase progettuale, nel momento esatto in cui si sono presentate, con il supporto delle figure di volta in volta competenti.

Nel periodo di svolgimento della borsa di studio è stato affrontato il tema del risparmio energetico, ponendosi come obiettivo la razionalizzazione energetica dei fabbisogni dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS). Il traguardo auspicato è quello di ridurre i consumi e la spesa per i Laboratori, ottenendo inoltre un abbassamento delle emissioni di CO₂.

Nella fase iniziale del progetto è stato analizzato ogni aspetto dello stato di fatto dei Laboratori; mediante una ricerca accurata di tutto quanto messo a disposizione si è proceduto con la redazione di un report dettagliato.

Questa particolare fase lavorativa è stata svolta esclusivamente presso i Labo-



Figura 1 Divisione Tecnica (LNGS)



Figura 2 Fase iniziale del lavoro: studio dello stato di fatto

ratori, in modo da sfruttare le conoscenze e la preparazione degli ingegneri e del personale della Divisione Tecnica, per avere chiaro lo stato di fatto degli edifici oggetto di studio. In questa stessa fase, nel corso di alcuni meeting con gli ingegneri, è stato possibile individuare le necessità dei Laboratori ed esaminare le possibili soluzioni, per un intervento mirato e potenzialmente sostenibile da parte dell'Ente. Da questo momento in poi è risultato fondamentale l'apporto dell'azienda partner. Con l'ingegnere Gianluca Di Francesco, amministratore delegato dell'azienda, sono state individuate due linee di intervento per la riqualificazione energetica dei Laboratori: la prima, più classica, è la proposta di due impianti fotovoltaici al servizio dell'Ente; la seconda, interessantissima, è quella che riguarda la progettazione di una facciata continua fotovoltaica, che l'azienda intende proporre sul mercato in collaborazione con un'altra eccellenza abruzzese, l'azienda Ponzio S.r.l.



Figura 3 L'azienda Dimensione Solare S.r.l.



Figura 4 Prototipo della facciata continua

Il periodo di stage presso l'azienda è stato certamente rilevante per il percorso formativo e professionale di chi scrive, anche e soprattutto perché è stato svolto in un ambiente lavorativo stimolante in cui si è potuto affrontare ogni fase proget-

tuale con il supporto specifico di figure competenti. L'attività svolta con il team di ingegneri dell'azienda Ponzio S.r.l. ha consentito di affrontare e risolvere le criticità derivanti dalla progettazione, dal punto di vista architettonico e strutturale, della nuova facciata continua. Ancora una volta si è avuta la possibilità di relazionarsi con un nuovo ambiente lavorativo, accrescendo autonomia e capacità di confronto. Allo stesso tempo, d'accordo con le équipes della Divisione Tecnica dei Laboratori e dell'azienda Dimensione Solare S.r.l., è stata affrontata la progettazione preliminare degli impianti fotovoltaici su copertura; durante l'analisi è stato utilizzato il software gratuito PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System - Geographical Assessment of Solar Resource and Performance of Photovoltaic Technology). In azienda, si è proceduto con l'analisi economica dell'intervento, che è stata realizzata con l'utilizzo di un foglio di calcolo da loro stessi perfezionato, in modo da poter decidere quale fosse la migliore strategia da proporre.



Figura 5 Fase di studio: calcolo di produttività degli impianti



Figura 6 Fase di studio: analisi economica degli interventi

In conclusione, si ritiene di dover esporre, in questa sede, alcune considerazioni sull'esperienza svolta. Il periodo di stage è stato un importante momento di crescita umana, culturale e professionale, durante il quale è stato possibile manifestare le proprie attitudini e capacità e imparare a comprendere e distinguere le peculiarità di due realtà lavorative differenti, l'una, dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso, ente statale che accoglie un centinaio di dipendenti e molte altre figure di passaggio (borsisti, assegnisti, ...) l'altra, della piccola azienda privata. Si rendono quindi manifeste la volontà di una continua collaborazione che potrà accrescere le competenze e le conoscenze di entrambe le parti, e, nel caso dei Laboratori, la volontà di continuare ad aprirsi all'esterno anche attraverso un sempre maggiore rapporto diretto con le molteplici realtà territoriali.

Una regione in formazione

di Marinella Sclocco

L'istruzione e la formazione sono elementi essenziali per il progresso economico e sociale. Su questo assunto si gioca la difficile partita del futuro, cioè la capacità di indicare un percorso lavorativo e di integrazione alle nuove generazioni. Per questo appare particolarmente importante, soprattutto da chi è chiamato a fare formazione, allineare le competenze con quanto richiesto dal mercato del lavoro. Il concetto se da un lato appare pacifico dall'altro presenta forti criticità nella fase operativa. In questo senso, ci viene incontro l'Europa che nella strategia 2020, intesa principalmente a rispondere alla crisi economica in atto, ha fissato alcuni obiettivi per ridurre il numero di coloro che abbandonano precocemente la scuola al di sotto del 10% e aumentare la quota dei laureati ad almeno il 40% entro il 2020. I motivi di questa strategia sono evidenti: in un'economia sempre più globalizzata e basata sulla conoscenza, l'Europa ha bisogno di una forza lavoro qualificata per poter competere in termini di produttività, qualità e innovazione. Sono, insomma, mutati i termini di riferimento proprio perché è cambiato il sistema economico europeo. Da qui la necessità di una diversa strategia della formazione per evitare il crescente divario tra le competenze acquisite e il fabbisogno del mercato del lavoro. Tali fattori contribuiscono alla disoccupazione e frenano la crescita. Ed è in quest'ottica che la Regione Abruzzo vuole in futuro migliorare e modernizzare i sistemi educativi e formativi, in armonia del resto con l'esigenza che l'Unione europea ha più volte manifestato. Il percorso formativo che la Regione vuole realizzare deve dunque tener conto quanto prevede l'Ue. Nell'ambito della strategia Europa 2020, ai paesi dell'UE viene dato ogni anno un orientamento specifico sulle riforme da attuare in via prioritaria ("raccomandazioni specifiche per paese"). I progressi sono monitorati con l'aiuto di indicatori e un insieme di parametri di confronto, che hanno la funzione di contribuire all'elaborazione di politiche fondate su elementi concreti e di individuare le sfide.

Il programma formativo della Regione Abruzzo guarda dunque con la dovuta attenzione ai giovani, senza per questo dimenticare o relegare le esigenze formative di chi è stato espulso dal mondo del lavoro e necessita di una formazione nuova e aderente alle esigenze del mercato del lavoro. Ma quando si parla di giovani non è pensabile programmare una formazione e una conoscenza che rimangano relegate ai confini nazionali in un momento in cui il mercato globale cerca competenze. Nascono quindi con questo spirito le iniziative della Regione che ha programmato di inviare all'estero, entro la fine dell'anno, circa 700 giovani abruzzesi. Il risultato è il frutto di una serie di iniziative messe in campo: dal progetto "Tirocini extracurriculari in ambito transnazionale", che prevede l'invio di 500 giovani Neet under 30 in aziende europee per tirocini formativi curati dall'impresa con il supporto dei

Centri per l'impiego e le agenzie private per il lavoro, fino al progetto "Work experience", grazie al quale sono 180 i giovani laureati che possono andare all'estero, passando per i 66 diplomati che per 2/3 mesi potranno andare all'estero per fare formazione. Il campo di intervento, come s'intuisce, è ampio, raccogliendo in questo senso tutte le fasce giovanili, con il preciso intento di non escludere nessun giovane che ha intenzione di migliorare la propria conoscenza e formazione.

A questo poi si aggiunge che in linea con quanto afferma l'Europa, nel programma Fse Abruzzo 2014-2020 approvato dall'Ue, la Regione si farà promotrice delle opportunità fornite dal programma Erasmus+ e Horizon 2020.



INFN e INAF: una collaborazione per la divulgazione scientifica in Abruzzo

di Roberto Buonanno

Diffondere la cultura, quella scientifica in particolare, è stato un compito che gli scienziati hanno sempre liberamente assunto. Nei tempi recenti, tuttavia, questo impegno è diventato ancora più rilevante in quanto, in una epoca di informazione diffusa, chi non comunica rischia, in un certo senso, di non esistere. Nel tempo attuale, sorta di corollario alla esigenza di comunicazione, emerge l'evidenza che la cultura, soprattutto quella tecnica e scientifica, viene consumata. Viene utilizzata ma non prodotta. Questo è lo scenario che l'Osservatorio di Collurania-Teramo dell'INAF e i Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'INFN avevano di fronte quando nel 2012 hanno iniziato una collaborazione sui temi della divulgazione e della formazione scientifica, basata sulle risorse nell'ambito del PO-FSE Abruzzo 2007-2013. L'idea nasceva dalla consapevolezza che è compito della scienza fare in modo che la cultura scientifica venga metabolizzata nella società in maniera tale che soprattutto i più giovani superino la fase di semplici utilizzatori e partecipino a un sistema nel quale le scelte individuali diventino informate.

E' ben noto che la missione di ricerca dell'INAF e dell'INFN riguarda campi scientifici confinanti per cui è stato semplice identificare delle tematiche complementari e di interesse comune. Le leggi di Keplero alle quali obbedisce il sistema solare, per esempio, sono le stesse che governano il moto dei satelliti artificiali. Su questi è basato il sistema GPS che è oramai indispensabile agli aerei e alle navi per i loro spostamenti. Anche il semplice posizionamento di un telescopio, che pochi anni fa richiedeva complessi calcoli per l'individuazione dell'asse di rotazione della Terra, si basa sul GPS e consiste oramai nella banale accensione di un computer

portabile. Le fotocamere digitali, quelle che utilizziamo dai nostri cellulari, sono basate sulla tecnologia dei CCD, i rivelatori a stato solido, introdotti in fisica e in astronomia per osservare tanto il cielo quanto gli esperimenti prodotti nei nostri laboratori. L'osservazione dei messaggi luminosi, che per secoli è stata soggetta alle variazioni meteorologiche, non solo avviene attraverso rivelatori ad altissima efficienza, ma si prefigge oramai l'obiettivo di modificare la forma degli specchi di raccolta per massimizzarne il rendimento. È in ciò che si identifica l'azione della divulgazione scientifica dell'INAF e dell'INFN: mostrare come l'avanzamento della conoscenza tecnica abbia riscontri immediati nella quotidianità di tutti noi. Il progresso nella capacità di elaborazione di immagini ai raggi X in astronomia ha portato alla possibilità di utilizzare in medicina radiazioni di intensità estremamente più basse che nel passato, per cui possiamo sottoporci a una radiografia dal dentista senza particolari preoccupazioni. I pannelli per l'utilizzazione della energia solare utilizzano l'enorme avanzamento tecnologico sviluppato per raccogliere i deboli segnali luminosi provenienti dallo spazio. Una divulgazione efficace deve saper cogliere le occasioni che si presentano per far giungere nel modo più efficace il messaggio. È appena il caso di ricordare, in questo contesto, che il 2015 è stato proclamato "Anno Internazionale della Luce" dall'ONU. Di certo la luce non è solo di cruciale importanza per la vita, ma è anche l'opportunità preziosa per ricordare che le tecnologie basate su di essa hanno un impatto enorme sulla nostra civiltà e la nostra economia. In diverse conferenze pubbliche gli astronomi dell'INAF e i ricercatori dell'INFN hanno l'opportunità di ricordare che le tecnologie che derivano dallo studio della luce riguardano i settori più svariati, dalla medicina al cibo, dalle comunicazioni all'energia, dalla storia all'arte.

È facile ricordare che gli astronomi arabi per primi descrissero il funzionamento della camera oscura, che all'inizio dell'800 Fresnel descriveva la diffrazione, e che Maxwell unificò l'elettricità, il magnetismo e l'ottica. La divulgazione che l'Osservatorio abruzzese dell'INAF e i laboratori del Gran Sasso realizzano, quindi, non è solamente tecnica ma vede la scienza come parte di un unico percorso umano. Viene allora naturale inquadrare lo sviluppo tecnologico nella cornice generale della conoscenza e della riflessione. Si arriva così, quasi necessariamente, a parlare del problema delle origini, dell'Universo che gli astronomi osservano espandersi e che i ricercatori del nucleare indagano nelle gallerie del Gran Sasso. Si arriva a riflettere sulla natura del tempo e dello spazio stesso. I giovani che raggiungiamo, pur bombardati da messaggi diversi, ne restano a volte affascinati.

Orientamento alle discipline scientifiche

di Roberta Antolini

LAB_GS_ORIENTA, intervento C del Progetto Multiasse **Sistema Sapere e Crescita**, ha permesso la realizzazione di specifiche iniziative finalizzate alla diffusione della cultura scientifica e, in particolar modo, all'orientamento alle discipline scientifiche delle nuove generazioni con l'ausilio delle metodologie didattiche proprie dell'educazione informale. L'intervento è stato suddiviso in due sottoprogetti:

1. Scuola Estiva per le Scienze Sperimentali (edizioni 2014 e 2015) per gli studenti del terzo anno delle scuole secondarie di secondo grado;
2. "Notte dei Ricercatori", evento aperto pubblico.

Queste attività hanno consentito:

- a 50 studenti abruzzesi di partecipare a sessioni di laboratori didattici;
- a più di 2000 cittadini di avvicinarsi al mondo della ricerca scientifica verificandone, in prima persona, gli influssi nella vita di ogni giorno.

Di seguito una breve relazione delle attività.

"Scuola Estiva di Fisica e Scienze Sperimentali" – edizione 2014

La Scuola Estiva 2014 (quarta edizione) si è svolta in forma residenziale presso i Laboratori esterni di Assergi, dal 16 al 20 e dal 23 al 27 giugno e ha coinvolto 25 studenti abruzzesi selezionati per merito e concorso, di cui 12 ragazzi e 8 ragazze, provenienti dalle province di Chieti (9), L'Aquila (4), Pescara (5), Teramo (7). Il programma ha compreso lezioni frontali, laboratori didattici e visite di istruzione. Per valutare la reale efficacia dell'iniziativa, alla fine della Scuola è stato somministrato un questionario anonimo del quale si riportano in tabella i punteggi medi ottenuti per ciascuna voce. Il giudizio complessivo evidenzia la validità del progetto formativo. Il risultato più importante, emerso dal riscontro in aula, è la sorpresa dei ragazzi nello scoprire che la fisica, e più in generale le scienze, sono molto più interessanti quando si possono "sperimentare direttamente" rispetto alle lezioni scolastiche e la consapevolezza che

l'approfondimento degli argomenti sviluppati durante la scuola possa agevolare gli studi futuri. Un'ulteriore conferma dell'efficacia didattica dell'iniziativa è testimoniata dall'ot-

SCHEDE DI VALUTAZIONE	
Domande	Media
1 Gradimento programma prima settimana	7,9
2 Gradimento programma seconda settimana	8,3
3 Competenze dei docenti	8,2
4 Efficacia dei metodi di trattazione	7,4
5 Validità degli strumenti e dei metodi didattici	8,4
6 Validità degli esperimenti proposti	8,7
7 Complessità degli esperimenti proposti	7,3
8 Validità del software utilizzato	9,2
9 Spendibilità	7,8
10 Adeguatezza logistica	9,0
11 Attività complementari	9,3
12 Giudizio complessivo	8,6

timo rendimento scolastico nelle materie scientifiche ottenuto da uno dei partecipanti nel corrente anno di studio, secondo quanto riportato nella comunicazione giunta da parte della sua scuola di provenienza.



La quinta edizione della **Scuola Estiva per le Scienze Sperimentali** si è svolta dal 22 al 26 giugno e dal 29 giugno al 3 luglio 2015. I 25 partecipanti, 6 ragazze e 19 ragazzi, provenienti da Teramo (3), Chieti (10), Pescara (4), L'Aquila (8), hanno aderito con entusiasmo a tutte le attività proposte e si sono detti soddisfatti della validità del progetto sotto ogni punto di vista, sottolineando, in particolare, quanto le conoscenze acquisite possano agevolarli nel percorso di studi futuro.

Notte Europea dei Ricercatori

I Laboratori Nazionali del Gran Sasso hanno aderito all'ottava edizione della "Notte Europea dei Ricercatori" (27 settembre 2013) con un evento che si è svolto a Teramo, presso il Parco della Scienza, in collaborazione con l'Osservatorio Astronomico di Collurania e altre importanti istituzioni locali. L'iniziativa ha registrato la partecipazione di circa 2000 visitatori che hanno dimostrato notevole interesse per tutte le attività previste in programma, quali laboratori interattivi, conferenze, spettacoli scientifici, osservazioni del cielo notturno, allestimento di piccoli laboratori didattici. L'evento rientra nell'ambito di TRAIL (Taste Researchers' Life 2013), uno dei sette progetti italiani approvati e finanziati dalla Comunità Europea. TRAIL è stato coordinato e realizzato da Frascati Scienza e ha coinvolto, oltre a Frascati, le città di Teramo, Pisa e Roma.

Conclusioni

L'obiettivo del progetto era diffondere la cultura scientifica e, in particolar modo, motivare i giovani studenti ad intraprendere carriere di formazione nei settori della ricerca scientifica. L'entusiasmo e l'attiva partecipazione con cui i beneficiari hanno aderito alle iniziative proposte, la dedizione e la preparazione di tutti gli

operatori coinvolti, hanno permesso di conseguire esiti più che positivi, confermando così il successo del progetto nel suo complesso. Proprio da tale constatazione scaturisce una riflessione più ampia sulle attività di orientamento realizzate. Ciascuna iniziativa è risultata valida in quanto corrispondente alle reali esigenze del territorio abruzzese, con riferimento particolare al settore dell'istruzione scolastica. Nell'ambito del PO FSE, grazie agli strumenti messi a disposizione del progetto "Sistema Sapere e Crescita", è stato quindi possibile cominciare a costruire una rete di interconnessione tra istituzioni, LNGS in particolare, e territorio, sicuramente estendibile a tutte le competenze locali in vista proficue collaborazioni future.



CFA

di G. Pagliaroli

Il CFA è un centro di eccellenza formativa ed informativa con sede presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso; nasce nel 2009, nell'ambito del precedente progetto POR Abruzzo "Gran Sasso in Rete" e prosegue con "La società della conoscenza in Abruzzo" e "Sistema Sapere e Crescita", con l'intento di promuovere in modo coordinato un programma di altissima formazione che includa sia gli aspetti teorici che fenomenologici rilevanti per l'astrofisica, per le particelle elementari e la cosmologia. Il CFA promuove l'attività scientifica e formativa in diversi campi di ricerca della fisica astroparticellare che includono: la fisica del neutrino, lo studio della materia oscura, l'astrofisica delle alte energie, lo studio delle reazioni nucleari di interesse astrofisico, lo studio delle onde gravitazionali e la cosmologia. Obiettivo del CFA non è solo quello di promuovere ciascuna linea di ricerca attraverso seminari specialistici, ma anche di promuovere l'interdisciplinarietà attraverso se-

minari di formazione (lectures ed academic training) rivolti a giovani ricercatori e studiosi anche di ambiti diversi. Le varie linee di ricerca hanno, infatti, diversi punti d'incontro e dalla mutua interazione è possibile promuovere ricerche innovative ed innalzare il livello formativo. Oltre all'attività didattica frontale (seminari, lectures, academic training), l'azione formativa del CFA si realizza attraverso l'attività di ricerca congiunta dei giovani studiosi con i migliori esperti del settore secondo il principio del "training on the job".

Il CFA ha promosso programmi e percorsi di altissima formazione nei campi d'interesse per la fisica astro-particellare rivolti a giovani ricercatori, dottorandi e laureandi. In particolare tra le attività di successo ricordiamo il Simposio "Le frontiere e i confini della scienza" e la scuola estiva internazionale IAPS @ Gran Sasso - Particle & Astroparticle Physics Spring Event rivolta a giovani studenti.

Tra gli Academic training, di particolare rilievo, si annoverano: "Lectures on Nuclear Astrophysics", "A Special Borexino Event" - Workshop on the Borexino Physics, Viaggio nel Cuore del Sole e "Lectures on Dark Matter. Il Simposio "Le frontiere e i confini della scienza", si è tenuto nei giorni 28 e 29 ottobre 2014 presso la sala "E. Fermi" dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso.

Le Scienze della Natura, dall'epoca galileiana in poi, hanno ottenuto grandi risultati in molte discipline. Un qualunque scienziato si rende conto che le cose che non si fanno o non si sono ancora capite sono pressoché infinite, benché, soprattutto in alcuni campi, si sia creata una solida base di comprensione. D'altra parte nuove scoperte fanno alcune volte capire che la meta di una conoscenza abbastanza estesa è molto più lontana di quanto ci si aspettasse e che le future generazioni di scienziati avranno sempre molto lavoro da fare. La Scienza moderna progredisce perché il suo metodo è basato sull'interrogazione della natura e perché qualunque conclusione, alla quale essa possa giungere, deve passare al vaglio sperimentale prima di essere accettata. Quindi, se da una parte l'evoluzione della Scienza potrebbe portare ad un grande ottimismo sulle sue capacità di spingere in là le proprie frontiere, dall'altra bisogna ricordarsi che il vaglio sperimentale pone dei confini, in quanto qualunque esperimento o osservazione scientifica deve raggiungere risultati ripetibili e non soggettivi.

In questo simposio si è cercato di fare il punto sui risultati raggiunti in alcuni argomenti attualmente in grande evoluzione, ponendo attenzione alle frontiere e ai confini, che la ricerca in quel particolare campo può immaginare di trovarsi dinanzi. Le esposizioni sono state tenute ad un livello adeguato anche per persone che non abbiano particolare dimestichezza con le discipline in oggetto. In tal modo questo simposio è stato utile anche a liberare il campo scientifico da manipolazioni o estrapolazioni che, non avendo passato rigorosi controlli sperimentali, non hanno valenza scientifica. Infatti molte volte per i non addetti ai lavori, può essere difficile valutare dove arrivi il rigore scientifico e quando invece inizino trasferimenti intellettuali in altri campi, ideologico, filosofico, o addirittura dettati da interessi economici. Le relazioni sono state tenute da scienziati noti in campo

internazionale per i risultati raggiunti, ma che hanno anche esperienza nella divulgazione. Hanno partecipato all'evento circa 150 partecipanti.

<https://agenda.infn.it/conferenceDisplay.py?ovw=True&confId=7744>

Organizzazione

L'organizzazione interna del CFA dalla costituzione del centro ad oggi, prevede che ogni decisione passi attraverso la valutazione e l'approvazione di uno "scientific board" formato da 6 membri.

L'attività di altissima formazione proposta è stata mirata ad incentivare la mobilità di scienziati (sia italiani che stranieri) che, risiedendo presso il CFA per periodi medio-brevi, possano trasferire conoscenze e capacità agli studenti di Dottorato e giovani ricercatori dei LNGS e dell'Università di L'Aquila. Sono stati organizzati numerosi seminari tenuti da eminenti personalità internazionali e rivolti a studenti universitari, giovani dottorandi o ricercatori sia italiani che stranieri. Sono state erogate 2 borse di studio per giovani laureandi, e due assegni di ricerca annuali rivolti a Dottori di Ricerca in Fisica. I titolari di queste borse e assegni sono stati selezionati attraverso un regolare concorso per titoli e colloquio con bandi pubblicati sul sito web dei LNGS e della Regione Abruzzo.



Preparazione delle infrastrutture edili e impiantistiche per l'esperimento LUNA MV

di Laura Leonzi

La borsa di studio dal titolo "Preparazione delle infrastrutture edili e impiantistiche per l'esperimento LUNA MV" è stata svolta nel periodo 2014/2015 presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso; dopo un prima fase di formazione riguardante l'esperimento, i suoi obiettivi nella ricerca e la sua futura collocazione all'interno dei LNGS, è stata seguita un'attività di preparazione e di progettazione, insieme a Fisici e Ingegneri della collaborazione LUNA MV, di tutte le infrastrutture di cui necessita l'esperimento per la sua realizzazione.

LUNA MV (Laboratory for Underground Nuclear Astrophysics and Applications-MegaVolts) consiste in un acceleratore di particelle elettrostatico ad alta corrente che ha come obiettivo lo studio di processi nucleari fondamentali in ambito

astrofisico; esso sarà installato nella sala C all'interno dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso, in un'area in cui ad oggi è presente un altro esperimento ed è in fase di smontaggio il cui nome è Opera. L'esperimento sarà costituito da due strutture principali, l'una ospiterà la sala acceleratore di forma rettangolare con dimensioni esterne 27,0 x 11,0 m e di altezza 4,50 m mentre l'altra sarà destinata alla sala controllo e agli impianti che serviranno per il funzionamento dell'acceleratore, sarà realizzata in acciaio e avrà forma rettangolare con dimensioni 4,0 x 6,5 m e si svilupperà in altezza con 4 livelli da 3 m l'uno.

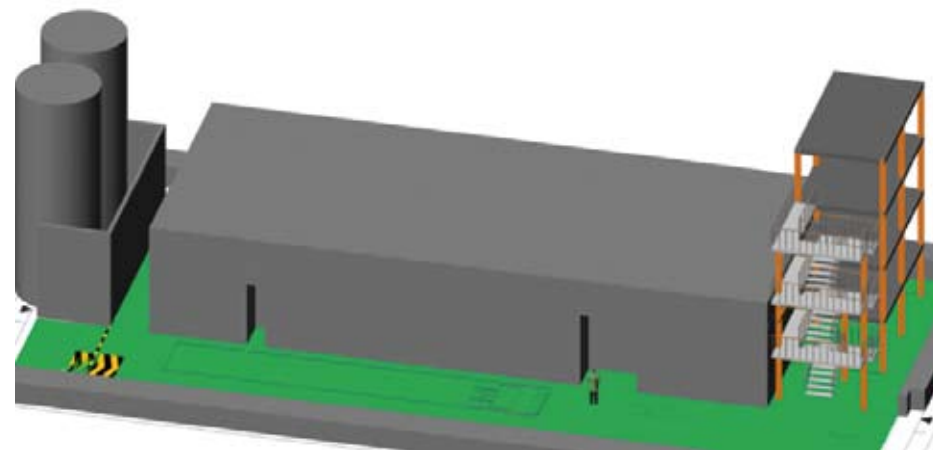


Fig. 1 Infrastrutture LUNA MV: Sala Acceleratore e Sala Controllo

L'attività maggiormente svolta durante questo periodo è stata sicuramente lo studio e l'ottimizzazione della schermatura per i neutroni che costituirà la sala in cui verrà installato l'acceleratore; essa avrà la funzione di contenere il flusso di neutroni all'interno della sala acceleratore in modo da non alterare e quindi superare l'1% del fondo naturale dei laboratori sotterranei.

La prima idea accettabile di schermatura è stata ipotizzata di 1,50 m di calcestruzzo ma per tentare di ottimizzare gli spazi sono state studiate le caratteristiche fisiche di alcuni materiali (cemento armato, HDPE, HDPE (5%B), acqua e carburo di boro (B4C)) in termini di assorbimento dei neutroni; attraverso simulazioni Montecarlo sono stati analizzati i flussi di neutroni in uscita da schermature a "sandwich", in particolare sono state simulate schermature composte da diversi materiali e con diversi spessori in modo da trovare la soluzione che riduca il flusso in uscita dalla sala acceleratore. Inoltre è stata studiata un'ipotetica geometria degli elementi che costituiranno la schermatura in modo tale da creare una struttura resistente dal punto di vista ingegneristico e una configurazione continua tale da non avere vie di fuga dirette per i neutroni tra l'ambiente interno della sala acceleratore e quello esterno. Nonostante la schermatura dovrà essere come una scatola completa-

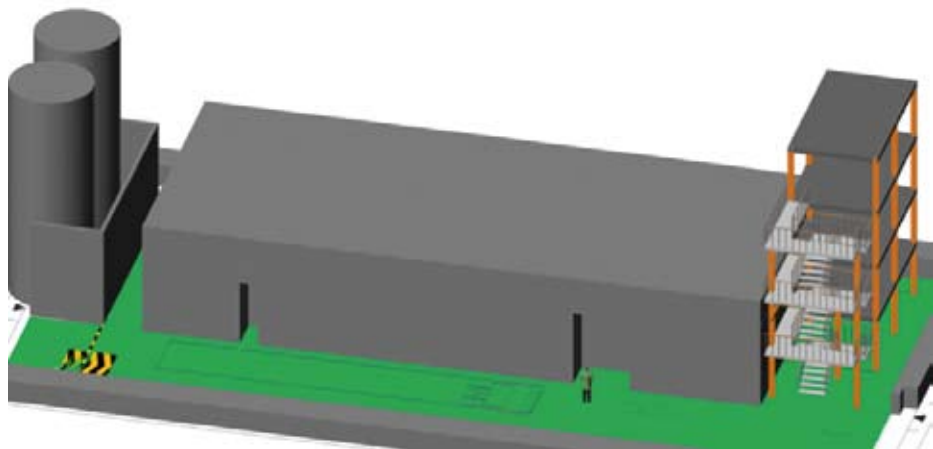


Fig.2 Infrastrutture LUNA MV: ipotetica configurazione

mente chiusa, è stato necessario pensare anche a delle condotte curve, chiamate labirinti, per alloggiare gli impianti necessari al funzionamento dell'acceleratore e provenienti dalla sala controllo, questi saranno inevitabilmente vie di fuga per i neutroni ma i diametri e i percorsi dei labirinti sono stati valutati con apposite simulazione e saranno realizzati in modo tale che il flusso di neutroni in uscita dalla sala acceleratore sarà ben al di sotto dell'1% del fondo naturale. Parte integrante della borsa di studio è stata uno stage con durata di circa 3 mesi, presso il centro



Fig. 3 Sala Acceleratore in MTA Atomki

di ricerca MTA Atomki in Ungheria, precisamente a Debrecen, in questo periodo è stato installato un acceleratore simile a quello che verrà installato ai LNGS, oltre ad esser stata un'opportunità per conoscere l'attività di ricerca in un altro paese, è stato utile per comprendere gli elementi principali e tutti gli impianti che servono

per il funzionamento di un acceleratore, quali per esempio la sorgente di ioni, il magnete di analisi, le linee di fascio, il sistema da vuoto, l'impianto di ventilazione, sistema di raffreddamento dell'acqua, SF6 come gas isolante, l'impianto elettrico e dell'aria compressa.

Nell'ultima fase della borsa di studio è stata svolta anche attività di cantiere all'interno dei laboratori sotterranei per lo smontaggio dell'esperimento Opera, il lavoro ha riguardato l'organizzazione e la coordinazione di una parte delle attività che si sono alternate durante l'operazione dello smontaggio, dal recupero di alcuni materiali e relativo stoccaggio allo smaltimento di altri, nonché lo smontaggio vero e proprio degli elementi strutturali rispettando sempre le procedure vigenti interne ai laboratori e interfacciandosi costantemente con tutti gli altri esperimenti.

La borsa di studio ha rappresentato una grande opportunità di crescita professionale grazie al supporto e alle competenze del Tutor Matthias Junker, del Docente Ing. Paolo Martella e di tutti i professionisti con i quali è stata condivisa questa esperienza.



L'esperienza dell'INFN nel PO FSE Abruzzo e nella Strategia Europa 2020

di Monica De Simone, Franca Masciulli

Un esempio di territorialità sana che apre prospettive inimmaginabili è il concetto che può descrivere sinteticamente la relazione tra INFN e Regione Abruzzo nel PO FSE in corso. Le attività, avviate col POR Abruzzo 2000/2006 - hanno visto operare insieme, per la prima volta, le due istituzioni con l'obiettivo di creare percorsi di alta formazione rispondenti alle esigenze del tessuto produttivo regionale e aumentare così i contatti fra la ricerca pubblica e la società, in linea con le finalità del Fondo Sociale Europeo.

Sono ormai numerosi i giovani abruzzesi che hanno ottenuto borse di studio e assegni di ricerca FSE-INFN. Un'esperienza positiva replicata con il PO FSE 2007/2013 - allestendo i Progetti "Gran Sasso in rete", "La Società della Conoscenza in Abruzzo" e "Sistema Sapere e Crescita" ora in dirittura d'arrivo.

Quella che può essere definita una buona prassi contiene almeno le seguenti caratteristiche: la sostenibilità in quanto produttrice di benefici duraturi per i giovani destinatari, che migliorano il livello delle loro conoscenze e competenze, e per i ricercatori che possono contare sull'apporto di giovani studiosi; le azioni di comunicazione: i giovani raccontano la loro esperienza in video anche pubblicati sui siti dei progetti; la replicabilità e trasferibilità; la coerenza del risultato rispetto agli

obiettivi attesi soprattutto in merito all'estensione della rete di relazioni.

La Commissione Europea considera d'altra parte la mobilità transnazionale il mezzo fondamentale tramite il quale i giovani possono perseguire una crescita personale e professionale, grazie all'acquisizione di competenze interculturali e allo sviluppo di nuove abilità. La cosiddetta "learning mobility" può rafforzare la competitività dell'Europa e contribuire a raggiungere gli obiettivi previsti da Europa 2020. La Commissione Europea ha anche sottolineato che proprio nei periodi di crisi occorre salvaguardare l'investimento in conoscenza e competenze.

Il Progetto "Sistema Sapere e Crescita" ha reso ancora più stretto il contatto tra il mondo della ricerca pubblica e quello dell'impresa privata per accrescere le possibilità di reciproca contaminazione. I giovani sono così il miglior veicolo di trasmissione delle conoscenze.

Gli interventi attuati dall'INFN in Regione Abruzzo attraverso il Fondo Sociale Europeo trovano corrispondenza nelle priorità di azione del Fondo Sociale Europeo relativamente alla promozione di ricerca, sviluppo tecnologico ed innovazione, ivi inclusa la creazione di reti tra istituti per l'alta formazione, centri tecnologici e di ricerca ed imprese. Questi temi, del resto, continuano a rappresentare uno degli obiettivi a cui il FSE contribuirà anche nella programmazione 2014-2020.



Sapere, crescita e divulgazione. Il progetto comunica con il territorio

di Eleonora Sasso

Tecnologie per rendere agevole la fruizione di percorsi espositivi e museali, sviluppo di tecniche di visualizzazione scientifica a scopo formativo e divulgativo, formazione scientifica e divulgazione per studenti delle scuole secondarie: molte delle attività su cui sono incentrate borse di studio e assegni di ricerca del progetto "Sistema Sapere e Crescita" sono nate pensando alla necessità e all'importanza della comunicazione. Ed è per questo che è stato del tutto naturale, per gli studenti coinvolti, raccontare in video la loro esperienza. Sul canale Youtube "Alta Formazione al Gran Sasso" e nell'apposita sezione del sito ufficiale del progetto, borsisti e titolari di assegni di ricerca illustrano i momenti salienti del periodo trascorso ai Laboratori del Gran Sasso e all'Osservatorio Astronomico Inaf di Collurania a Teramo, così come presso le aziende che li hanno ospitati durante il periodo di stage. Tra le iniziative a più vasto impatto certamente "La notte dei ricercatori" del settembre 2014 all'Aquila che, con l'obiettivo di avvicinare il territorio alle attività squisitamente scientifiche dell'INFN attraverso una sapiente azione divulgativa, ha visto partecipare i borsisti alle fasi di progettazione e allestimento della mani-

festazione, fino a diventare animatori stessi dell'evento. Con il loro entusiasmo i giovani borsisti sono riusciti a coinvolgere cittadini di tutte le età, ideando giochi, percorsi, esibizioni e spettacoli che potessero abbinare la spiegazione di principi della fisica ai fenomeni della vita quotidiana.

E ancora i giovani sono i protagonisti di iniziative quali la "Scuola Estiva di Scienze Sperimentali", giunta alla quinta edizione e organizzata con il supporto dei docenti aderenti all'Associazione insegnanti di fisica, e dello Stage estivo che per la prima volta consente a giovani del quarto anno degli istituti tecnici abruzzesi di usufruire di un percorso basato sull'alternanza di studio-lavoro.

Se il racconto dei singoli protagonisti in video è certamente la maniera più immediata per far comprendere la portata del progetto e le sue ricadute sul territorio, altrettanto valida, considerando altri target, è stata la divulgazione dei risultati tramite la newsletter periodica del Servizio Alta Formazione. Utili e senz'altro più rapidi la presentazione di attività e appuntamenti sulla pagina Facebook Alta Formazione Gran Sasso (<https://www.facebook.com/altaformazionegs>), sul profilo Twitter (@AltaFormazioneL) e su quello di G+ (Alta Formazione al Gran Sasso).

Sezione A Promozione della Conoscenza

Diplomati





Analisi chimica di costituenti inorganici anionici, cationici e di composti organici volatili mediante tecniche cromatografiche strumentali

di Ivan Di Antonio

Durante la permanenza presso i LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO – ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE, il borsista Ivan Di Antonio, risultato vincitore della borsa di studio dal titolo “Analisi chimica di costituenti inorganici anionici, cationici e di composti organici volatili mediante tecniche cromatografiche strumentali” ha potuto vivere in prima persona le attività svolte dal Servizio Ambiente e dal Laboratorio di Monitoraggio Ambientale dei LNGS. In particolare il borsista ha acquisito conoscenze teorico-pratiche e legislative in relazione all’attività di monitoraggio delle acque dei Laboratori sotterranei, con particolare riferimento alle analisi chimiche strumentali delle acque stesse. Il Laboratorio di Monitoraggio Ambientale, infatti, è dotato di una specifica strumentazione analitica all’avanguardia per la misurazione on-line del carbonio organico totale (TOC), per l’analisi di composti organici volatili grazie ad uno spettrometro di massa (che analizza anch’esso in continuo, ogni 40 minuti circa, la qualità delle acque sotterranee a livello di ppb – parti per miliardo), e di un cromatografo ionico, utilizzato per identificare altri composti inorganici specifici. Il borsista è stato altresì presente in prima persona durante le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria della strumentazione di laboratorio, riuscendo ad acquisire nozioni relative ad attività di manutenzione e di taratura e calibrazione della strumentazione. Grazie alla mole di dati ottenuti dalle attività di analisi, ha acquisito poi nozioni specifiche per la gestione e trattazione dei dati a fini statistici e nozioni relative all’errore di misura del dato.

I Laboratori sotterranei del Gran Sasso sono dotati al loro interno di un impianto di depurazione delle acque reflue, che hanno permesso al borsista di acquisire precise conoscenze riguardanti i processi meccanici, chimico – fisici e biologici alla base del ciclo depurativo delle acque reflue (grigliatura, omogenizzazione o equalizzazione, denitrificazione, ossidazione, biofiltrazione, debatterizzazione, etc).

Tecniche criogeniche: gestione e caratterizzazione di sistemi criogenici e ultra criogenici

di Di Cicco

L’attività svolta dal 7 giugno 2014 al 6 giugno 2015 ha riguardato principalmente la manutenzione ed il corretto uso degli apparati criogenici degli esperimenti presenti presso i laboratori sotterranei del Gran Sasso, in particolar modo dell’esperimento CUORE. Sono stato affiancato dal personale per eseguire una serie di attività quali:

- istruzione sulle norme da seguire per un corretto uso dei liquidi criogenici
- conoscenze basilari sulla conduzione del calore (contatto, induzione e convezione)
- corretto uso dei liquefattori di azoto ed elio per eseguire operazioni di refill dei vasi Dewar
- conoscenza di varie pompe da vuoto e manutenzione (per lo più ordinaria) di quest’ultime

Esperimento CUORE

L’esperimento CUORE ha come obiettivo quello di osservare il doppio decadimento beta senza emissione di neutrini dell’isotopo ^{130}Te del Tellurio. Il rilevamento di tale evento confermerà se il neutrino è una particella dotata di massa e potrà inoltre stabilire se quest’ultimo coincide con la sua antiparticella. L’esperimento è composto da 988 rilevatori suddivisi in 19 torri, ogni torre è a sua volta composta da tredici piani, su ogni piano sono presenti quattro rivelatori; nel caso in cui questo decadimento dovesse essere captato produrrebbe su di essi una variazione di temperatura dell’ordine dei 10 milliKelvin, un cambiamento tanto infinitesimale può essere registrato solo mediante l’uso di apparati criogenici che permettono di mantenere temperature prossime allo zero assoluto.

Pompe da vuoto

Durante la mia permanenza presso i LNGS ho avuto a che fare con una serie di pompe da vuoto, una pompa da vuoto è un dispositivo di natura meccanica che ha come scopo quello di creare e preservare vuoto, per adempire a tale scopo la pompa asporta del gas dalla camera da vuoto alla quale è collegata. In sintesi una pompa da vuoto può essere vista come un compressore poiché porta un gas da una pressione più bassa ad una più alta; le pompe differiscono fra loro per una serie di caratteristiche quali: velocità di pompaggio, portata ed intervallo di pressione di funzionamento. Le principali pompe con le quali ho avuto modo di lavorare sono:



Pompa a membrana

Questo tipo di pompa crea il vuoto mediante una variazione di volume impressa dall'oscillazione di membrane che agiscono su di una camera, tale oscillazione può essere prodotta per via meccanica o pneumatica. Solitamente le pompe a membrana lavorano in un range di pressione compreso fra quella atmosferica ed i 10mbar; questo tipo di pompa ha una buona resistenza agli agenti chimici e per tale motivo viene utilizzata in ambienti come i laboratori di chimica.

Pompa a lobi (Roots)

Le pompe roots sono pompe che creano vuoto spostando il gas attraverso una coppia di lobi rotanti i quali lavorano in una maniera riconducibile a quella di due ingranaggi, i lobi sono presenti all'interno di una camera ovale e ruotano in maniera sincrona con senso di rotazione opposto; la particolarità dei lobi sta nel fatto che questi non vengono a contatto né fra loro né con la parete della camera. Le pompe di questo tipo raggiungono condizioni di vuoto pari a 0,001 mbar.

Pompa turbomolecolare

Le pompe turbomolecolari sono pompe atte a creare un grande vuoto e sono probabilmente fra le più complesse, sono dotate di un rotore composto da vari dischi alettati i quali ruotano in mezzo ai dischi (anch'essi alettati) dello statore. Le lamelle dei dischi del rotore ruotano ad una velocità elevatissima che permette alle molecole di gas di passare alle lamelle statoriche successive le quali a loro volta fanno passare il gas alle lamelle rotoriche sottostanti e così via. Per far sì che tale processo avvenga le lamelle di ogni livello vengono orientate per sopportare il tipo di pressione crescente; queste pompe raggiungono ordini di vuoto pari a 10 nPa e devono lavorare in serie con una pompa primaria la quale innalza la pressione del gas in uscita. L'enorme vantaggio di queste pompe è dato dal fatto che possono evacuare grandi volumi di gas in poco tempo.



Caratterizzazione di sistemi criogenici ed ultracriogenici

di Giuseppina Zacchia

Nel primo periodo della mia permanenza presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso, ho avuto modo di prendere parte alle attività svolte in galleria. Inizialmente, ho frequentato un corso riguardante la sicurezza all'interno dei laboratori sotterranei e appreso tutte le varie norme e precauzioni per l'utilizzo di fluidi criogenici. Ho dapprima sperimentato l'uso di impianti ed apparecchiature criogeniche ed ultracriogeniche, studiandone la struttura e il relativo funzionamento e realizzando, assieme all'aiuto del personale preposto, trasferimenti in dewar di azoto. Ho visionato il processo di raffreddamento relativo ad un criostato a diluizione

$3\text{He}/4\text{He}$ (vedi figura 1), seguendone le varie fasi di:

1. preparazione del dispositivo:

durante il primo giorno di lavoro è stata rimossa la schermatura che impedisce la trasmissione di calore, isolando il dispositivo. Successivamente, è stato messo a punto il sistema di wiring e smontato il rivelatore. A tal proposito ho realizzato il suddetto sistema costituito da fili di costantana (una lega binaria di rame e nichel ideale per le sue caratteristiche) "twistati" (ossia intrecciati, così come si dice in gergo), necessari per l'apparato elettrico del criostato. In seguito, ho praticato le cosiddette heat sinking, ovvero, saldature a caldo con l'impiego dello stagno. A ciò è seguita la delicata operazione di posizionamento di cristalli sui dischi in rame effettuata in camera pulita;

2. raffreddamento:

nei giorni successivi la schermatura è stata riposizionata attorno al dispositivo e la Inner Vacuum Chamber (altro elemento del dispositivo che garantisce la creazione del vuoto e dell'isolamento) è stata chiusa attuando una saldatura ad indio. In seguito, tutto l'apparato criogenico è stato pressurizzato attraverso delle pompe a rotazione, delle pompe turbo molecolari e delle pompe roots fino a raggiungere la pressione desiderata. Inoltre, è stato effettuato un test di fuga per appurare eventuali perdite di miscela. Successivamente, è stato trasferito azoto al fine di preraffreddare il sistema. Una volta raggiunta la temperatura di 14-15 K si è iniziato a trasferire elio;

3. circolazione e condensazione miscela:

prima di mettere in circolo la miscela è stato attuato nuovamente il test di fuga. Il flusso della miscela, una volta iniziata l'operazione di circolazione e condensazione, è stato controllato attraverso una gestione di valvole che, di volta in volta, venivano aperte o chiuse, a seconda del percorso che si voleva far intraprendere alla miscela, quindi attraverso le varie componenti del criostato (1K pot, still, mixing chamber).

Al termine dell'operazione ho redatto un manuale illustrato sulla procedura di raffreddamento del criostato. Nel corso dei mesi ho frequentato anche un corso in lingua inglese di quaranta ore (livello B2) preposto dall'ente. Infine, ho appre-



Fig. 1: Criostato a diluizione $3\text{He}/4\text{He}$.



so una serie di strumenti base per l'utilizzo del pacchetto CAD. Al momento, sto iniziando l'attività di stage presso l'azienda. Il mio percorso all'interno dell'azienda mi vedrà impegnata con la gestione di sistemi criogenici ed ultra criogenici ed avrò modo di mettere in pratica le conoscenze acquisite durante tutti questi mesi. Il programma tracciato con l'azienda prevede, inoltre, la redazione di un dossier tecnico relativo all'esperimento ICARUS in cui l'azienda ha preso parte durante i lavori di costruzione e smontaggio dell'apparato. Questa esperienza mi ha permesso di acquisire un buon livello di conoscenze rispetto all'uso di impianti criogenici e di sperimentarne il relativo processo di funzionamento. L'unico aspetto da potenziare, forse, sarebbe quello di introdurre dei corsi formativi per facilitare l'approccio con la materia oggetto di studio ed averne una conoscenza più ampia.



Rendicontazione e audit dei fondi strutturali

di Giacomo Cirotti

Relazione finale della Borsa di studio su Tema "Rendicontazione e Audit dei Fondi Strutturali" presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso, finanziata con i fondi del Progetto "Sistema Sapere e Crescita" Piano Operativo 2012-2013 del PO FSE Abruzzo 2007-2013 secondo il bando n. 16040/2013 durante il periodo di formazione dal 03/06/2014 al 30/09/2015.

L'attività consiste in una fase formativa, nei dettagli sui criteri economici amministrativi e gestionali, con i quali la CE segue e controlla i progetti sui diversi programmi, acquisendo in modo esperienziale competenze pratiche per una corretta gestione e rendicontazione finanziaria, con l'obiettivo finalizzato affinché il borsista accresca dal punto di vista professionale attraverso l'apprendimento di nozioni e lo svolgimento dell'attività.

L'attività è stata svolta presso il servizio Alta Formazione dei LNGS, che fornisce diversi servizi, tra cui:

- Studio costante delle politiche e strategie UE e regionali; informazione sulle opportunità di finanziamento; rapporti col mondo produttivo; rapporti con stakeholders.
- Reperimento e gestione di finanziamenti locali, nazionali e internazionali (redazione di proposte).
- Attuazione e gestione tecnico-amministrativa locale e centrale di progetti a valere su fondi diversi; elaborazione di modalità operative omogenee stan-

dardizzate.

- Collaborazione con Regioni, MISE, MIUR, APRE, altri Enti di Ricerca, Confindustria, organizzazioni datoriali e aziende.
- Pubblicizzazione/comunicazione/mainstreaming delle varie attività.
- Report attività svolte nell'ambito dei progetti finanziati.
- Valutazione in itinere, finale e di impatto dei progetti finanziati.
- Formazione del Personale: analisi dei fabbisogni, elaborazione piano formativo, gestione e rendicontazione risorse INFN.
- Alta Formazione finalizzata alla creazione di figure professionali di alto profilo e alta specializzazione attraverso utilizzo di modalità e tecnologie innovative.
- Interregionalità delle azioni (le esperienze maturate in un contesto possono/ devono essere trasferite/applicate in altri territori per la trasposizione delle buone prassi a livello di sistema).

La fase iniziale è prevalentemente nozionistica e riguarda principalmente la conoscenza dell'INFN, la sua mission, l'organizzazione interna, le principali attività, la programmazione e ha anche come oggetto di studio il Manuale del Sistema di Gestione e Controllo, nello specifico:

- il Manuale di Procedure dell'Autorità di Gestione;
- le Linee guida per l'attuazione operativa degli interventi;
- la Descrizione dei sistemi di gestione e controllo dove vanno introdotte le principali innovazioni, riguardante il rafforzamento dei sistemi di gestione e controllo condizione necessaria per un corretto utilizzo delle risorse comunitarie.

Successivamente si passa alla parte impegnativa ovvero alla compilazione delle certificazioni di ambedue i progetti "Sistema Sapere e Crescita" e "La Società della Conoscenza in Abruzzo". Nelle certificazioni sono inserite varie spese tra cui i costi del personale coinvolti e anche le loro spese sostenute. Una volta inseriti i dati nelle certificazioni, abbiamo annullato tutti i documenti originali attraverso appositi timbri con la dicitura "i documenti sono stati utilizzati ai fini del contributo FSE con l'indicazione dell'anno del contributo, del codice del progetto e della somma utilizzata". Una volta annullati con l'apposito timbro, abbiamo digitalizzato tutti i documenti e di conseguenza allegati alle certificazioni di spesa. Infine abbiamo confrontato le certificazioni di spesa con i Timesheet, file riepilogativi delle prestazioni rese dal personale impiegato coinvolto nelle attività del progetto (Progettazione, Coordinamento, Tutoraggio e Docenza), con l'obiettivo di attestare le attività svolte per intervento e progetto. Per la fase lavorativa viene richiesta un'ottima conoscenza del pacchetto Office con particolare riguardo al programma Excel. Infatti per velocizzare la compilazione delle certificazioni di spesa viene utilizzato un programma, disponibile grazie a Google che permette la condivisione contemporanea dei dati necessari, chiamato Google Drive. Per rafforzare la preparazione durante questo periodo, ho frequentato corsi di formazione, quali:

- Corso "E-tutor: competenze per la formazione online": corso focalizzato sulle pratiche dell'apprendimento online con partecipazione attiva di gruppo, per



Assistente alla progettazione e realizzazione di circuiti elettronici

di Valerio Conicella

A partire dal mese di Giugno 2014 e fino ad oggi, sto usufruendo della Borsa di Studio, della durata di un anno, relativa al bando n. 16040 avente come tema: "Assistente alla progettazione e alla realizzazione di circuiti elettronici".

Il Laboratorio di Elettronica dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso è stato il luogo dove ho trascorso la maggior parte della mia esperienza formativa.

Durante il primo periodo di formazione, della durata di circa 6 mesi, ho avuto modo di conoscere ampiamente tutta la strumentazione presente nel laboratorio (oscilloscopi, generatori di funzioni, alimentatori, strumentazione scientifica, etc...) che, in seguito, ho utilizzato direttamente su apparati sperimentali e su circuiti elettronici.

Ho contribuito in prima persona alla progettazione ed alla realizzazione di preamplificatori a basso rumore, successivamente utilizzati come elementi di read-out dei SiPM (Silicon Photomultiplier). Il SiPM è il più giovane ed innovativo tra le varie generazioni di fotomoltiplicatori ed oggi è utilizzato in settori biomedicali e nell'ambito della ricerca di base in Fisica Nucleare e Subnucleare per la rivelazione di particelle. Questo dispositivo è in grado di trasformare la luce prodotta da particelle cariche durante la loro interazione con la materia, in un segnale elettrico. Nel progettare i preamplificatori per SiPM (Fig. 1) ho utilizzato diversi software di simulazione in modo tale da studiare il comportamento statico e dinamico dei componenti utilizzati. Per realizzare il circuito finale su PCB (Printed Circuit Board) ho disegnato lo schema circuitale utilizzando un programma CAD per il disegno elettronico (Eagle e OrCad PCB Editor).

La realizzazione del PCB (Fig.2) è avvenuta tramite un'operazione di fresatura meccanica utilizzando una fresa "a controllo numerico" (CNC) che è in grado di realizzare su un supporto di vetronite ramato, le piste di collegamento tra i vari componenti del circuito. Una

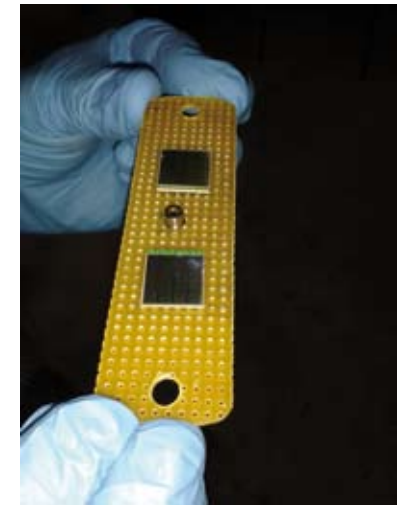


Figura 1

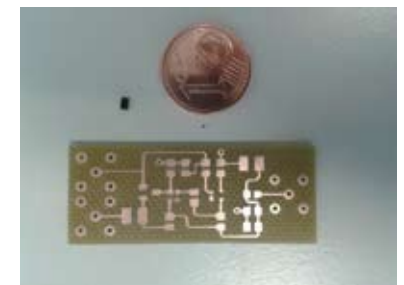


Figura 2

poter acquisire le tecnologie e strumenti dell'e-learning per gestire e operare in un ambiente online;

- Corso di inglese di 40 ore di livello intermediale (B1);
- Corso su "Fondi strutturali nella programmazione 2014-2020 e assetto organizzativo del sistema di gestione e di controllo".
- Organizzazione delle giornate in presenza dei corsi online e allestimento delle aule per lo svolgimento.

A completamento della formazione, ho avuto la possibilità effettuare l'attività di stage dal 24/03/2015 al 24/07/2015 presso la Confartigianato Imprese di Pescara allo scopo di trasferire i risultati della formazione tecnica ricevuta presso i LINGS.

Durante il periodo iniziale dello stage ho svolto un'attività principalmente nozionistica, andando ad osservare la Struttura Interna della Confartigianato, gli Obiettivi e i Servizi che offre. I servizi offerti dalla Confartigianato sono molteplici; tra questi possiamo elencare:

- CREDITO;
- Patronato INAPA: assistenza pensionistica, pratiche INAIL (infortuni sul lavoro, malattie professionali), pratiche ASL inerenti l'invalidità civile, accompagnamento, handicap;
- CAAF: Modelli 730, RED, ISEE e ICI;
- CORSI DI FORMAZIONE dedicando particolare attenzione alla formazione per sostenere lo sviluppo delle imprese e coinvolgendo nelle proprie iniziative sul territorio provinciale oltre 500 imprese ogni anno;
- SPORTELLO ENERGIA: Consulenza gratuita e personalizzata (Pratiche di detrazione fiscale 55%, Tutoraggio per avviamento progetti, Certificazione energetica immobili).

Durante la permanenza ho lavorato presso i servizi Patronato INAPA, CAAF e Direzione. Per quanto riguarda l'attività con il Patronato ho svolto principalmente l'inserimento di pratiche INAIL (infortuni sul lavoro, malattie professionali), pratiche ASL (l'invalidità civile, accompagnamento, handicap) e pratiche INPS (Disoccupazione, Assegni familiari, Indennità di maternità) all'interno del sistema anagrafico degli assistiti. Con il servizio CAAF ho svolto, invece, un servizio di controllo dei 730, Certificazione Unica e ISEE per alcuni assistiti. Inoltre ho dovuto digitalizzare alcuni documenti (Deleghe, Conferimenti Incarichi, Documenti d'Identità) tramite un programma chiamato XEROX e archiviare nel sistema IL MIO CAF utilizzato dall'azienda. Infine, ho svolto un delicato lavoro per la Direzione che consiste nel controllo di tutti i soci della Confartigianato di Pescara, con l'obiettivo di stabilire il loro status (Attivi, Cessata attività, Escluso, Procedura Fallimentare) ed inviare una lettera di esclusione a tutti coloro che hanno cessato l'attività. Inoltre ho svolto anche un controllo per quanto riguarda i soci morosi ed una volta segnalati a chi di competenza, sono stati inviati, tramite raccomandata, una lettera di esclusione.



volta completato il PCB ho saldato tutti i componenti ed effettuato i necessari test per studiare il comportamento del circuito per poi confrontarlo con le previsioni fornite dalle simulazioni. Più volte è stato necessario apportare modifiche al fine di ottimizzare le prestazioni circuitali, ottenendo alla fine risultati estremamente incoraggianti. Mi sono soffermato molto sugli aspetti legati al noise elettronico. Ho effettuato misure di rumore e cercato di ottenere il segnale amplificato con il



Figura 3

miglior rapporto segnale/rumore. Ho realizzato poi dei prototipi di rivelatore (Fig. 3) utilizzando dello scintillatore plastico accoppiato a dei SiPM e realizzato una misura di flusso di raggi cosmici utilizzando modulistica disponibile nel laboratorio (modulistica NIM, CAMAC, alimentatori di alta tensione). Successivamente, ho realizzato un piccolo led pulser, ovvero un piccolo circuito capace di pilotare un LED di alta potenza tramite un impulso TTL programmabile. Ho collaborato alla realizzazione di alcuni PCB utilizzati per l'esperimento XENON dedicato allo studio della materia oscura. Inoltre, ho costruito un sistema per automatizzare e rendere molto più agevoli le manovre su alcune valvole dell'acceleratore utilizzato nell'esperimento LUNA (Laboratory for Underground Nuclear Astrophysics). Lo scorso settembre ho avuto modo di partecipare alla "Notte Europea dei Ricercatori" (SHARPER) tenutasi a L'Aquila, ovvero una manifestazione scientifica e culturale, organizzata dai LNGS in collaborazione con l'Università degli Studi de L'Aquila ed altre istituzioni, che si proponeva di creare una rete d'incontro tra ricercatori, studenti e cittadini in modo da diffondere la cultura scientifica e creare un momento di aggregazione tra le varie componenti della società civile. Per l'evento ho realizzato alcuni prototipi didattici che ho poi presentato al pubblico in maniera semplice e intuitiva cercando di coinvolgere i presenti; tra questi un piccolo dispositivo che, sfruttando un sistema di controllo a feedback, consentiva di modulare l'intensità di un campo magnetico in maniera tale che una pallina rimanesse sospesa in aria senza essere attratta dall'elettrolamita posta a breve distanza (principio della levitazione magnetica). (Fig. 4)

Ho poi realizzato un robot capace di schivare ostacoli durante il suo percorso grazie a dei sensori ad ultrasuoni ed un robot in grado di mantenere una traiettoria definita seguendo una semplice striscia scura dipinta sul pavimento. Ho poi realizzato



Figura 4

un metal detector ed installato e fatto funzionare una piccola stampante 3D. La borsa di studio prevedeva anche un periodo di stage formativo presso l'azienda INTECS S.p.A con sede a L'Aquila, specializzata nella progettazione e nello sviluppo di sistemi high-tech nei mercati aerospaziali, difesa, trasporti e telecomunicazioni. In azienda mi sono occupato di studiare e di progettare un sistema elettronico che utilizza un sensore capacitivo. Per comprendere bene il funzionamento di questo dispositivo ho lavorato su due evaluation board: la prima utilizzava un chip dell'Analog Devices (AD7150) con tecnologia CDC (Capacitance-to-Digital-converter), usato in genere in applicazioni di Proximity Sensing, la seconda integrava un chip LDC 1000 della Texas Instruments, spesso impiegato nella tecnologia Inductive Sensing. Dopo aver studiato a fondo il funzionamento di questi sensori, sono passato alla costruzione di un sensore di tipo "touch" (Fig. 5). Il cuore dell'oscillatore era un generatore ad onda quadra realizzato attraverso porte logiche e rete RC. Il ciclo di oscillazioni realizzato era di circa 70 kHz; con un microcontrollore appositamente programmato si potevano poi leggere le variazioni di frequenza.



Figura 5

Durante la fase dei test abbiamo avuto diversi problemi soprattutto riguardanti la perdita di sensibilità del circuito con superfici molto grandi, ma alla fine posso dire di aver maturato una discreta esperienza sulla sensoristica industriale. Al termine di questo lungo percorso formativo posso affermare senza ombra di dubbio, di essere veramente soddisfatto per tutto quello che ho imparato. Questa esperienza è stata unica ed importante per la mia crescita professionale perché mi ha permesso di ampliare le mie conoscenze su moltissimi argomenti e mi ha consentito di porre le basi per futuro professionalmente interessante ed inoltre mi ha reso ancora più convinto su ciò che voglio diventare ed essere. In molte situazioni, per me nuove, mi sono messo in discussione, ho cercato di migliorarmi il più possibile e ho cercato di immagazzinare tutto ciò che durante quest'anno mi è stato insegnato.

Tutto il percorso è stato interessante, stimolante e divertente grazie anche alle persone che hanno lavorato con me e che hanno creduto nelle mie capacità e nella mia voglia d'imparare, dandomi sempre dei giusti consigli. Oltre a trovare dei semplici colleghi di lavoro, ho trovato degli amici, delle persone splendide, disponibili e preparate che hanno mi hanno reso sereno e non mi hanno mai fatto sentire lontano da casa.

Caratterizzazione di elettronica di front end in ambienti criogenici.

di Davide Sablone.

Dal 27/05/2014 al 26/05/2015, ho avuto modo di maturare la mia esperienza presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso, usufruendo della borsa di studio "Caratterizzazione di elettronica di front end in ambienti criogenici" nell'ambito del progetto "Sistema Sapere e Crescita".

In questo percorso formativo e professionale presso i LNGS, ho partecipato in prima persona alle attività sperimentali di elettronica e criogenia dell'esperimento Darkside. Tali attività si sono svolte principalmente in un laboratorio di ricerca e sviluppo (R&D), dotato di attrezzature criogeniche e strumentazione elettronica per la caratterizzazione di amplificatori a basse temperature.

Introduzione alle attività. Darkside è un esperimento situato presso i laboratori sotterranei il cui obiettivo è la ricerca diretta di materia oscura. L'esperimento si basa sulla proprietà di scintillazione dell'argon per rivelare interazioni nucleari a bassa energia prodotte dalle particelle di materia oscura, WIMP. La luce prodotta da tali eventi, deve essere convertita in un segnale elettrico per rendere possibile l'estrazione delle informazioni fisiche in essa contenute.

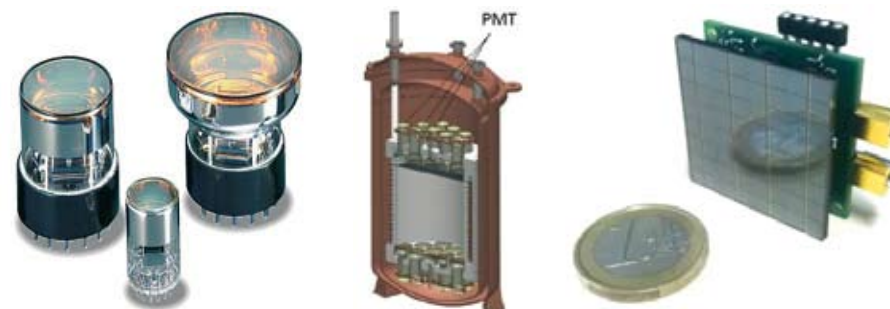
Per massimizzare la raccolta di luce e minimizzare le interferenze dovute a rumore ambientale ed elettronico, i rivelatori di luce (PMT) e il primo stadio di amplificazione elettronica (Front end), sono immersi in argon liquido (-186°C), ove tali eventi di scintillazione avvengono. Nello specifico, il Front end ha la funzione di amplificare opportunamente il segnale elettrico proveniente dai PMT e trasmetterlo ad ulteriori stadi di amplificazione e digitalizzazione posizionati all'esterno dell'apparato a temperatura ambiente.

Attività svolte nei LNGS. L'attività svolta presso i LNGS, all'interno dell'esperimento Darkside, si è svolta in collaborazione con il mio docente Dott. Alessandro Razeto e con il mio tutor Marco D'Incecco, con l'obiettivo di studiare e caratterizzare sia sensori di luce al silicio chiamati Silicon PhotoMultiplier (SiPM) ed alternativi ai PMT, sia Front end funzionanti a temperature criogeniche, per un loro potenziale impiego sui futuri esperimenti di materia oscura.

I SiPM sono sensori di luce a stato solido basati su fotodiodi in configurazione geiger: questo permette il raggiungimento di guadagni molto elevati (fino a 10⁷) su superfici di 0.1 mm² e sono attualmente i principali candidati alla sostituzione dei PMT.

I produttori di SiPM realizzano maschere con decine di migliaia di celle elementari che sommate diventano un unico dispositivo macroscopico. In commercio sono disponibili matrici di SiPM grandi diversi centimetri.

La lettura di queste matrici richiede la presenza locale di un'elettronica dedicata capace di sommare e amplificare i segnali dei diversi SiPM, senza perdite e/o distorsioni. Tra le difficoltà di questo sviluppo va considerata la notevole capacità

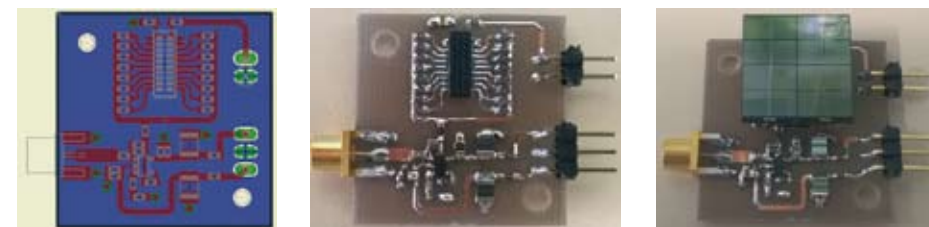


Esempio di vari PMT

PMT nel detector di Darkside

Matrice di SiPM prodotta da FBK con front end LNGS

di griglia dei SiPM che impone l'utilizzo di dispositivi molto veloci (diversi GHz) per compensazione. Inoltre questi moduli andranno utilizzati in ambienti criogenici, complicando ulteriormente il progetto del preamplificatore. Parallelamente ho collaborato alle diverse attività di R&D del laboratorio, concernenti lo sviluppo e la realizzazione di prototipi elettronici attraverso l'utilizzo di software dedicato (OrCAD CADENCE, Eagle CAD) e di macchine a controllo numerico (CNC) per la realizzazione di circuiti stampati (PCB). Inoltre, nel mio percorso formativo ho avuto modo di utilizzare una grande varietà di strumentazione, tra cui, oscilloscopi, network analyzer, alimentatori alta tensione, pico-amperometri, stazioni saldanti e di reflow (reflow station) e microscopi disponibili presso il servizio di elettronica ed il laboratorio di R&D afferente all'esperimento Darkside.



Esempio di progetto di un preamplificatore, dal progetto da PC, alla realizzazione accoppiato poi con il suo SiPM.

Attività svolte nel periodo dello stage. Nel periodo compreso tra il 19/01/2015 al 20/05/2015, il mio percorso formativo è proseguito presso la ditta "Elettronica srl" di Corropoli, (TE). Questa azienda si occupa di assemblare e collaudare schede elettroniche e prodotti elettromeccanici, inoltre fornisce anche un servizio di progettazione elettronica. Grazie all'aiuto del mio tutor Pietro Di Mizio, dell'ingegnere



Ernesto Patani e di tutto lo staff aziendale, ho avuto modo di assistere alle varie fasi della produzione aziendale e, dopo un periodo di affiancamento, di partecipare attivamente. Nello specifico, mi sono occupato delle fasi di assemblaggio e collaudo. Per assemblaggio s'intende il posizionamento e successiva saldatura di componenti su scheda elettronica (PCB). Per collaudo, invece, la verifica del corretto funzionamento della scheda prodotta in funzione dei parametri di specifiche. Queste lavorazioni prevedono l'uso di macchinari automatizzati molto complessi per la distribuzione della pasta saldante, per il posizionamento dei componenti, per la fusione dello stagno e per la verifica finale del prodotto. Durante il mio stage ho avuto modo di acquisire esperienza in tutte queste fasi. Inoltre, mi sono anche occupato della progettazione di circuiti elettronici basati su microcontrollori, estendendo il mio know-how anche al campo dell'elettronica digitale. In particolare, ho partecipato alla fase di prototipazione di una scheda elettronica per applicazioni automotive in grado di gestire un modulo GPS, un accelerometro-magnetometro e un tachimetro.

Sezione A Promozione della Conoscenza

Laureati



Analisi ed ottimizzazione degli impianti elettrici, di ventilazione e condizionamento dei L.N.G.S. ai fini del risparmio energetico

di Federica Di Blasio

PREMESSA - GLI OBIETTIVI

Nel corso dell'anno di attività, con riferimento al tema della borsa di studio dal titolo "Analisi ed ottimizzazione degli impianti elettrici, di ventilazione e condizionamento dei L.N.G.S. ai fini del risparmio energetico", sono stati analizzati i caratteri costruttivi degli edifici, la situazione impiantistica ed i processi energivori dei Laboratori Esterni e Sotterranei, al fine di ottenere un'analisi generale delle utenze e degli usi finali di energia. Quest'analisi ha permesso di individuare le criticità dal punto di vista impiantistico e dell'efficienza energetica; in funzione di tali criticità, sono state elaborate delle proposte progettuali aventi come obiettivo il risparmio energetico e l'ottimizzazione di alcuni impianti. Tali obiettivi sono stati fissati preliminarmente, in accordo con il tutor, il docente dei L.N.G.S. ed il tutor dell'azienda presso la quale è stato svolto il periodo di stage, attraverso la definizione di un dettagliato programma di attività.

La S.E.A. S.r.l., azienda ospitante, è una società ESCo (Energy Service Company), che propone ed effettua interventi finalizzati a migliorare l'efficienza energetica, assumendo su di sé il rischio dell'iniziativa e liberando il cliente finale da ogni onere organizzativo e di investimento. Lo stage previsto ha permesso, dunque, l'approfondimento delle tematiche riguardanti il risparmio energetico e l'approccio alle valutazioni di carattere economico relative al rapporto costi-benefici.

Il lavoro è stato sviluppato attraverso due fasi successive:

- FASE 1: la diagnosi energetica, con l'analisi dello 'stato energetico di fatto';
- FASE 2: il piano d'azione, con la definizione delle proposte di intervento.

FASE 1 - La diagnosi energetica

Durante la prima fase, si è proceduto allo svolgimento della Diagnosi energetica. La diagnosi riflette la situazione reale, mettendo in evidenza le caratteristiche principali degli edifici e degli impianti oggetto di studio, le problematiche, i margini di razionalizzazione ed i miglioramenti connessi. In questa fase, l'attività è stata svolta presso i L.N.G.S., poiché è stato necessario conoscere approfonditamente, grazie alla collaborazione con il tutor, il docente e il personale della Divisione Tecnica dei L.N.G.S., i caratteri costruttivi degli edifici, la situazione impiantistica ed i processi energivori dei Laboratori Esterni e Sotterranei.

La diagnosi energetica è articolata attraverso quattro passaggi fondamentali:

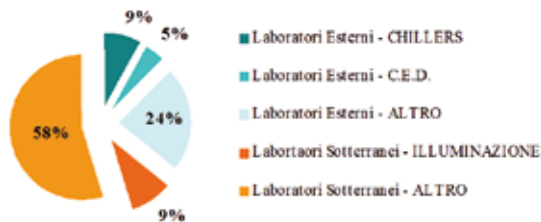
1. Raccolta informazioni

Preliminarmente, si è proceduto con la raccolta delle informazioni necessarie per l'individuazione e la conoscenza degli edifici oggetto di intervento. In particolare,

presso gli uffici della Divisione Tecnica dei L.N.G.S., sono stati reperiti i rilievi e le planimetrie, per la conoscenza morfologica e dei caratteri costruttivi degli edifici ed i dati sugli impianti tecnologici oggetto di studio dei Laboratori Esterni e Sotterranei (impianto elettrico, di riscaldamento, di condizionamento).

2. Analisi dei consumi energetici

L'analisi delle bollette rese disponibili, relative alle utenze di gas naturale ed energia elettrica, ha permesso di raccogliere ed analizzare le informazioni relative ai consumi energetici, conducendo all'individuazione del costo attuale €/kWh ed €/Smc specifico per i L.N.G.S. ed al calcolo della spesa annua complessiva a carico dell'ente. I consumi di gas naturale, necessari al soddisfacimento del fabbisogno termico per la climatizzazione invernale, sono imputabili ai soli Laboratori Esterni. I consumi di energia elettrica, imputabili sia ai Laboratori Esterni sia ai Laboratori Sotterranei, presentano la seguente distribuzione percentuale:



Distribuzione percentuale consumi energia elettrica L.N.G.S.

3. Simulazioni con software di calcolo

Dopo aver raccolto le informazioni necessarie, si è proceduto con lo svolgimento della modellazione e della simulazione del sistema edificio-impianto, condotta attraverso il software di calcolo MC4Suite fornito dai L.N.G.S., che ha permesso di riprodurre fedelmente le caratteristiche edili ed impiantistiche degli edifici esterni. In particolare, sono stati presi in considerazione l'edificio del Centro direzionale e l'Edificio a nord, che ospita la biblioteca, la mensa/bar, gli uffici, il laboratorio/ scanning station, il C.E.D. e la sala congressi.



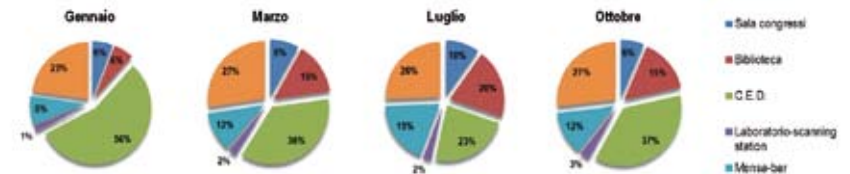
Modelli tridimensionali di calcolo

Relativamente ai predetti edifici è stato effettuato:

- **il calcolo della trasmittanza delle strutture opache e finestrate.** I valori di trasmittanza di tutte le strutture, sia opache che trasparenti, sono risultati nettamente superiori rispetto ai limiti di legge; questo implica che l'involucro ester-

no degli edifici è responsabile di un'ingente quantità di calore disperso.

- **il calcolo dei carichi termici estivi, attraverso il metodo Ashrae.** Relativamente alle strutture edilizie dell'edificio a nord, che ospita la biblioteca, la mensa/bar, gli uffici, il laboratorio/ scanning station, il C.E.D., il calcolo dei carichi termici estivi ha permesso di stimare il fabbisogno frigorifero degli ambienti serviti dai due chillers siti in centrale, al fine di poter effettuare delle considerazioni legate alla capacità dei gruppi frigoriferi presenti di soddisfare tale fabbisogno. Dal calcolo elaborato mediante il software, il fabbisogno frigorifero totale annuo risulta così ripartito:



Ripartizione percentuale dei carichi termici estivi - edificio a nord dei Laboratori Esterni

Relativamente ai moduli M.A.P., nati in seguito al terremoto del 06.09.2009, destinati a foresteria, è stata svolta, inoltre, la Relazione Tecnica per la verifica della rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico (ex L.10/91).

4. Misurazioni in situ

Questa fase ha rappresentato il momento più dinamico, perché ha previsto un'intensa attività sul campo. Grazie al supporto tecnico ed operativo del personale della Divisione Tecnica del L.N.G.S., del tutor e degli ingegneri della S.E.A. S.r.l., azienda dove è stato svolto lo stage, durante l'anno d'attività sono stati effettuati numerosi sopralluoghi presso i L.N.G.S., finalizzati al monitoraggio continuo degli impianti ed allo svolgimento di specifiche misurazioni. Apposita strumentazione tecnica è stata fornita dai L.N.G.S. e dall'azienda S.E.A. S.r.l.

- **Misurazioni dei valori di illuminamento dei Laboratori Sotterranei**

Questa misurazione, condotta secondo le prescrizioni della norma UNI EN 12464-1 (Illuminazione dei luoghi di lavoro), ha permesso il controllo dello stato effettivo dell'impianto d'illuminazione artificiale esistente e la valutazione del soddisfacimento, allo stato di fatto, delle specifiche esigenze degli utenti, in funzione dei valori di illuminamento ed uniformità riscontrati.

I valori di illuminamento, misurati attraverso apposita strumentazione, sono stati confrontati con i valori imposti dalla normativa vigente; è stato riscontrato che la Sala A-B-C e la Galleria Auto presentano valori di illuminamento eccessivamente ridotti <100/150 lux. Questo è principalmente dovuto al fatto che i tubi fluorescenti presenti vengono sostituiti solo se non più funzionanti, senza considerare che, prima della fine della vita utile, il decadimento del flusso luminoso è già avanzato;



inoltre, l'accumulo sui vetri delle lampade della polvere prodotta dalle operazioni di montaggio/smontaggio effettuate nelle Sale provoca l'abbassamento della luminosità complessiva degli ambienti.

· *Misurazioni dei parametri relativi ai chillers dei Laboratori Esterni*

I chillers in centrale frigorifera, allo stato di fatto, hanno un indice di efficienza energetica (EER) dichiarato = 2.7. Ricadono, pertanto, nella classe energetica G secondo i parametri della Direttiva europea 2002/31/CE. Inoltre, il fluido refrigerante utilizzato è del tipo R-22, vietato dal 1° Gennaio 2015 in virtù del Regolamento CE n. 1005/2009, poiché contribuisce alla distruzione dell'ozono stratosferico.



Analizzatore di rete



Misuratore di portata

La misurazione compiuta sul campo ha permesso la stima dell'effettivo indice di efficienza energetica (EER) dei chillers allo stato di fatto, in funzione della potenza frigorifera erogata e della potenza elettrica assorbita dai compressori. È stato riscontrato che il rendimento reale dei chillers è nettamente inferiore rispetto a quello dichiarato e riferito a condizioni ottimali. I chillers installati sono, dunque, poco efficienti dal punto di vista dei consumi energetici ed, ad oggi, insufficienti a garantire il fabbisogno di energia frigorifera necessaria al raffrescamento degli ambienti serviti. Questo è principalmente dovuto alla vetustà delle macchine, installate nel 1993.

· *Rilievo dei locali del Centro Elaborazione Dati*

Il Centro Elaborazione Dati dei L.N.G.S. è collocato presso i Laboratori Esterni, al piano primo dell'edificio posto più a nord rispetto all'intero complesso. Durante vari sopralluoghi è stato effettuato il rilievo dei locali e delle apparecchiature presenti all'interno. La configurazione attuale, di tipo 'tradizionale', con pavimento flottante e bocchette, non garantisce un'appropriata gestione dei flussi di aria (calda in uscita dai racks - fredda in ingresso nella sala). Il raffrescamento necessario alle apparecchiature elettroniche riguarda l'intero locale, tenuto ad una temperatura fissa di 18-20°C. Questo genera elevati consumi e mancato comfort degli operatori.

FASE 2 - Il piano di azione

In risposta alle principali criticità emerse attraverso la Diagnosi energetica, si è proceduto con lo sviluppo del Piano di azione, ovvero con il progetto di interventi finalizzati all'efficienza energetica degli impianti oggetto di studio e degli edifici nel loro complesso. A seguito della formulazione di ipotesi migliorative, sono state approfondite



le soluzioni ritenute compatibili ed adeguate in termini di ammissibilità tecnica e fattibilità economica (rapporto costi-benefici), in grado di migliorare lo stato di fatto dal punto di vista tecnologico e di ridurre i consumi ed i costi in bolletta a carico dell'ente. È stata condotta, inoltre, la valutazione economica dei benefici attraverso l'analisi:

- del costo totale dell'investimento, definito grazie al contatto intercorso con i rappresentanti delle aziende che commercializzano i prodotti ritenuti più idonei;
- del Payback Period (PPB) per stabilire il numero di anni necessari affinché i flussi di cassa cumulati eguagliano l'investimento iniziale.

Nel corso delle considerazioni economiche, è stata valutata anche la possibilità di ottenere i Titoli di Efficienza Energetica (TEE), emessi dal Gestore dei Mercati Energetici (GME) sulla base dei risparmi conseguiti grazie agli specifici interventi di efficientamento energetico e conteggiati in funzione del Risparmio Netto Integrato misurato in TEP (Allegato A della deliberazione EEN 9/11Linee Guida).

Si precisa che, in riferimento al programma di attività concordato, non sono state approfondite le proposte di intervento relative alle strutture edilizie dei Laboratori Esterni ed all'applicazione di energie di tipo rinnovabile poiché, nel corso dell'attività, è sopraggiunta un'altra borsista alla quale è stato assegnato il medesimo tema; per cui, in accordo con i tutors ed il docente, si è deciso di focalizzare il Piano d'azione del presente lavoro sulla componente impiantistica.

Gli interventi sono di seguito sinteticamente descritti.

· *Progetto sull'impianto di illuminazione artificiale dei Laboratori Sotterranei*

Il progetto riguarda la sostituzione dei tubi fluorescenti T8 attualmente installati nei Laboratori Sotterranei e l'applicazione di una serie di strategie tecnologiche aggiuntive, in modo da conseguire un risparmio di energia elettrica ed una conseguente diminuzione dei costi in bolletta, nonché l'adeguamento alle prescrizioni della norma UNI EN 12464-1, che impone i valori minimi di illuminamento medio (lux) da rispettare negli ambienti di lavoro in funzione della specifica destinazione d'uso. Sono state elaborate n°4 differenti proposte progettuali, per le quali sono stati condotti lo studio illuminotecnico attraverso il software di calcolo Dialux, la valutazione del rapporto costi-benefici, le valutazioni tecniche migliorative per l'efficienza dell'intero impianto di illuminazione. Di queste proposte, la soluzione più appropriata è quella che prevede il ricorso alla tecnologia LED. Le componenti scelte sono conformi al gruppo di rischio fotobiologico RGO (esente) e sono dotate di tutte le caratteristiche tecniche ed illuminotecniche idonee, relativamente a potenza [W], flusso luminoso [lumen], distribuzione del flusso luminoso ampia e/o concentrata, temperatura di colore [kelvin], ottica simmetrica e/o asimmetrica, resistenza all'umidità dei locali, elevata vita utile. Il ricorso alla tecnologia LED, associata ad una serie di strategie tecnologiche aggiuntive, permette di stimare un risparmio sui consumi di energia elettrica dovuti all'accensione h24 dei tubi fluorescenti T8 pari a circa il 54%. Significativa è, inoltre, la riduzione delle emissioni di CO2.

· *Progetto per la sostituzione dei gruppi frigoriferi a servizio dei Laboratori Esterni*

Il progetto prevede la sostituzione dei due chillers attualmente in uso presso i Laboratori



tori Esterni, collocati in centrale frigorifera, con due macchine altamente performanti, dotate di specifiche caratteristiche tecniche, adeguate alle reali esigenze di raffrescamento e rispondenti alle prescrizioni dettate dalla normativa vigente. Delle differenti proposte progettuali analizzate, la soluzione più appropriata, che rappresenta il giusto compromesso tra fabbisogni e risparmi futuri stimati, prevede la sostituzione dei due chillers attualmente in uso con due macchine dotate di adeguata potenzialità frigorifera, elevato indice di efficienza energetica, fluido refrigerante R134a ed una serie di strategie tecnologiche aggiuntive; oltre alla sostituzione dei chillers, sono state valutate anche tutte le opere impiantistiche accessorie (idrauliche, edili, elettriche), necessarie al corretto posizionamento delle nuove macchine, agli allacci ed alla dismissione dei chillers attuali. Si stima un risparmio sui consumi di energia elettrica necessaria al funzionamento dei chillers pari a circa il 66%. Significativa è, inoltre, la riduzione delle emissioni di CO₂.

· *Progetto per la riorganizzazione funzionale del C.E.D. (Centro Elaborazione Dati)*

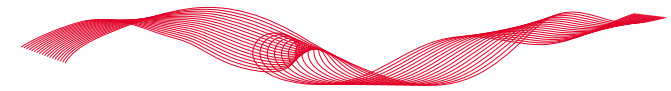
Il progetto prevede un nuovo layout del locale C.E.D. e l'adozione di specifiche unità di raffreddamento di tipo puntuale. Lo scopo è quello di garantire un'adeguata e più razionale gestione dei flussi di aria calda/fredda, con un controllo della temperatura in corrispondenza dei racks, in modo da ridurre il lavoro dei condizionatori disposti lungo il perimetro della sala e, di conseguenza, il carico dei chillers in centrale frigorifera, in considerazione del fatto che, in inverno, il fabbisogno frigorifero generale è legato esclusivamente al raffrescamento del C.E.D.. Lo scenario che rappresenta la soluzione migliore prevede il sistema di raffreddamento in row, con isole compartimentate, accessibili dagli operatori tramite porte installate sulle testate, nelle quali due file di racks sono collocate dorso a dorso, in modo da creare un 'corridoio caldo' al centro, con colonne di raffreddamento disposte in maniera alternata lungo la fila di racks, in modo che ogni unità raffreddi sia il rack di destra sia quello di sinistra. L'aumento di 3°C della temperatura interna del locale C.E.D., reso possibile senza compromettere le apparecchiature elettroniche, porterebbe ad una diminuzione del 5% dei carichi termici dell'intero locale e, quindi, ad un complessivo abbassamento del fabbisogno frigorifero, nonché ad un miglioramento del comfort degli operatori.

CONCLUSIONI

Relativamente alle proposte progettuali, è stato stimato l'impegno economico complessivo ed è stato valutato il tempo di rientro dell'investimento. Si ritiene che i primi due interventi progettuali, precedentemente descritti, siano fattibili dal punto di vista tecnico, ma anche ammissibili dal punto di vista economico, poiché permettono un elevato risparmio per l'ente pubblico in termini di kWh e costi in bolletta, associato ad un apprezzabile Payback Period. Il breve tempo di rientro stimato abbassa il rischio di investimento; gli interventi risultano, pertanto, appetibili e convenienti. Si evidenzia la possibilità di accedere facilmente a finanziamenti di tipo privato, attraverso la procedura del Project Financing.

Relativamente al 'Progetto per la riorganizzazione funzionale del C.E.D. (Centro Elaborazione Dati)', sebbene l'intervento conduca ad un risparmio energetico ed ad un

aumento del comfort degli operatori, il rapporto costi-benefici appare più debole.



Analisi ed ottimizzazione degli impianti elettrici, di ventilazione e condizionamento dei LNGS ai fini del risparmio energetico

di Cordoni

Nell'ambito della borsa di studio "Analisi ed ottimizzazione degli impianti elettrici, di ventilazione e condizionamento dei LNGS ai fini del risparmio energetico" è stato programmato, come attività da svolgere, uno stage presso l'azienda Dimensione Solare S.r.l., specializzata in produzione ed installazione di impianti fotovoltaici.

Con la collaborazione dell'ingegnere Gianluca Di Francesco, amministratore delegato dell'azienda, sono state tracciate le linee guida dell'intervento, che si pone come obiettivo la progettazione di una facciata continua fotovoltaica, tecnologia sviluppata dall'azienda in collaborazione con l'azienda Ponzio S.r.l., e di impianti fotovoltaici integrati alla copertura di due edifici.

Il presente studio vuole perseguire una razionalizzazione energetica dei fabbisogni dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS). Il traguardo auspicato è quello di ridurre i consumi e la spesa per i Laboratori, ottenendo inoltre un abbassamento delle emissioni di CO₂.

Oggetto dello studio sono i Laboratori esterni, collocati in località Assergi (AQ), SS 17 bis Km 18+910 (prima uscita dopo il traforo autostradale, direzione Roma); sono stati invece tralasciati quelli sotterranei, collocati su un lato del tunnel autostradale lungo 10 chilometri che attraversa il Gran Sasso, direzione Roma, poiché in questo caso non sarebbe stato possibile ipotizzare degli interventi di riqualificazione



Fig. 1 Veduta aerea dei Laboratori esterni

energetica. Nella fase iniziale del progetto è stato analizzato ogni aspetto della struttura di approvvigionamento energetico dei LNGS; individuati tutti gli utilizzatori e le loro funzioni interne, sono state prese in esame le fasi di realizzazione e le tecnologie costruttive oltre al funzionamento degli impianti di riscaldamento, di raffrescamento e di trattamento aria. Particolare atten-

zione è stata poi riservata all'impianto elettrico ed ai consumi di energia elettrica; nello specifico, l'analisi ha permesso di stabilire i consumi dei Laboratori esterni, i consumi dei Laboratori sotterranei, ed il costo medio attuale dell'energia elettrica; l'acquisizione di queste variabili ha permesso quindi di valutare la spesa annuale prevista.

Oltre alla eventualità di ridurre i consumi di energia elettrica attraverso interventi mirati a modernizzare il locale CED (interventi analizzati nell'ambito della borsa di

studio omologa), si è ritenuta altrettanto interessante la proposta di attuare interventi che possano migliorare il comfort all'interno di un campione selezionato di edifici appartenenti ai Laboratori esterni. Nello specifico, la presenza in alcuni edifici di grandi aperture



Fig. 2 Planimetria generale dei Laboratori esterni

vetrate esposte a sud-ovest reca evidenti disagi, in particolar modo durante il periodo estivo quando aumentano i livelli di irraggiamento. Di seguito si riporta indicazione degli edifici presi in esame:

- Edificio 04: "Centro Direzionale" - tra gli ambienti esposti a sud, alcuni uffici e la sala convegni "Majorana"
- Edificio 10: "Foresteria" - tra gli ambienti esposti a sud, alcuni uffici ed i locali della mensa.
- Edificio 11: "Biblioteca e Sala Congressi"



Edificio 4



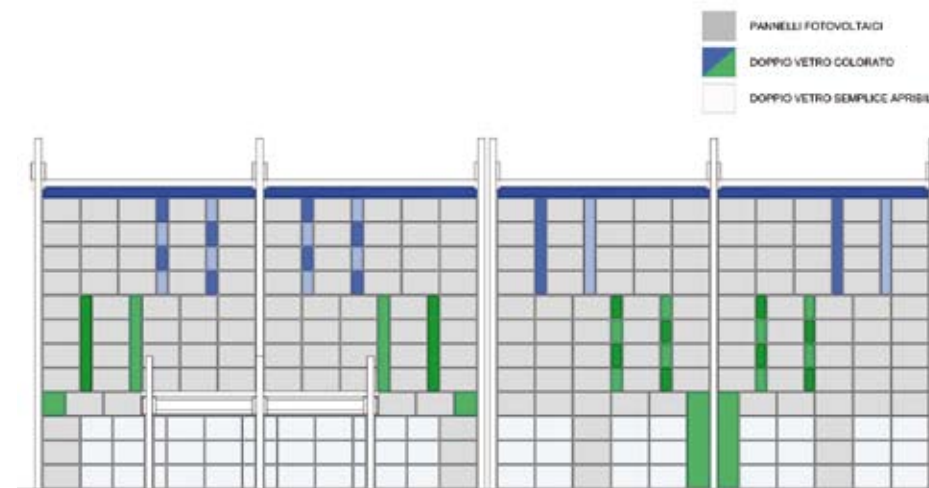
Edificio 10



Edificio 11

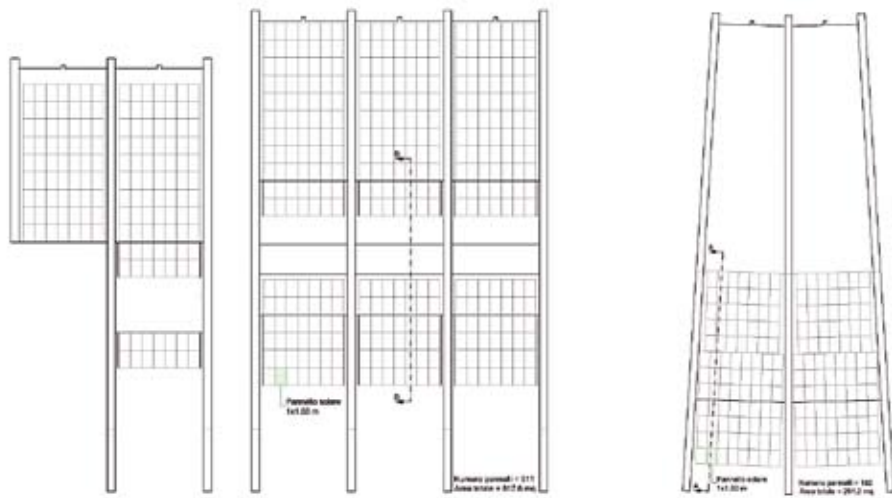
All'interno dell'Edificio 04 è presente la Sala di Controllo di backup dei Laboratori sotterranei; durante alcuni meeting con il personale della Divisione Tecnica è emersa la necessità di realizzare un impianto di alimentazione di emergenza, in grado di garantire l'alimentazione dei sistemi di comunicazione con i Laboratori sotterranei, qualora fallissero gli attuali sistemi di backup (UPS e Gruppo elettrogeno). L'impianto di emergenza sarà composto da batterie, tenute in carica dagli impianti fotovoltaici.

Per l'edificio 11 è prevista la realizzazione di una facciata continua fotovoltaica, progettata in collaborazione con l'azienda Ponzio S.r.l.; la facciata avrebbe il duplice scopo di produrre attivamente energia elettrica e ridurre i consumi, schermando l'edificio dai raggi solari (maggiore comfort nel periodo estivo) ed aumentando l'isolamento termico (maggiore comfort nel periodo invernale).



Facciata continua (Ipotesi progettuale)

Nel caso degli edifici 04 e 10 è prevista la progettazione di impianti fotovoltaici installati sulle coperture inclinate, con la realizzazione di una tettoia nella parte antistante le vetrate; si potrebbe così assicurare il necessario ombreggiamento degli uffici (edificio 04) e della mensa (edificio 10), attualmente affidato ad un semplice tendaggio. La funzione di mantenimento in carica delle batterie sarà riservata all'impianto dell'edificio 04. L'intervento avrebbe, anche in questo caso, il duplice scopo di produrre energia ed aumentare il comfort estivo dei locali interessati. Attualmente si dispone di un calcolo preliminare della produttività degli impianti e del risparmio conseguente il mancato esborso dovuto alla auto-produzione di energia elettrica.



Schema di impianto fotovoltaico sulla copertura dell'edificio 04 (pianta)

Schema di impianto fotovoltaico sulla copertura dell'edificio 04 (pianta)



Schema di impianto fotovoltaico sulla copertura dell'edificio 04 (sezione B-B)

Schema di impianto fotovoltaico sulla copertura dell'edificio 10 (sezione A-A)

TIPOLOGIA	SUPERFICI DI INTERVENTO			
	EDIFICIO	PRODUTTIVITA' IMPIANTO [kW/mq]	SUPERFICIE [mq]	POTENZA IMPIANTO [kWp]
COPERTURA FOTOVOLTAICA	EDIFICIO 04	1/10	817	82
	EDIFICIO 10	1/10	291	29
FACCIATA CONTINUA FOTOVOLTAICA	EDIFICIO 11	1/10	297	30

Tabella 1 Calcolo delle superfici di intervento

	Edificio 04	Edificio 10	Edificio 11
Latitudine	42°25'17" Nord	42°25'17" Nord	42°25'17" Nord
Longitudine	13°30'57" Est	13°30'57" Est	13°30'57" Est
Potenza nominale	82 kWp	29 kWp	30 kWp
Inclinazione moduli	16 gradi	16 gradi	90 gradi
Orientamento moduli	45 gradi	30 gradi	45 gradi

Tabella 2 Caratteristiche principali degli impianti fotovoltaici

Mese	Edificio 04				Edificio 10				Edificio 11			
	Ed	Em	Hd	Hm	Ed	Em	Hd	Hm	Ed	Em	Hd	Hm
Gennaio	127.00	3.920,00	1.95	60.3	46.80	1.450,00	2.03	62.9	46.50	1.440,00	1.99	61.6
Febbraio	165.00	4.610,00	2.55	71.5	60.20	1.690,00	2.64	73.8	50.50	1.410,00	2.19	61.3
Marzo	242.00	7.490,00	3.87	120,00	87.30	2.710,00	3.96	123,00	62.60	1.940,00	2.78	86.0
Aprile	301.00	9.040,00	4.97	149,00	108.00	3.240,00	5.04	151,00	68.10	2.040,00	3.05	91.6
Maggio	333.00	10.300,00	5.69	176,00	119.00	3.680,00	5.73	178,00	65.90	2.040,00	3.05	94.5
Giugno	379.00	11.400,00	6.57	197,00	134.00	4.030,00	6.59	198,00	68.10	2.040,00	3.20	96.0
Luglio	399.00	12.400,00	7.01	217,00	142.00	4.390,00	7.05	219,00	73.30	2.270,00	3.48	108,00
Agosto	366.00	11.400,00	6.41	199,00	131.00	4.060,00	6.49	201,00	78.60	2.440,00	3.71	115,00
Settembre	285.00	8.540,00	4.79	144,00	103.00	3.080,00	4.90	147,00	72.20	2.170,00	3.33	99.8
Ottobre	224.00	6.940,00	3.65	113,00	81.80	2.540,00	3.77	117,00	67.80	2.100,00	3.07	95.2
Novembre	145.00	4.360,00	2.29	68.6	53.80	1.610,00	2.39	71.6	51.90	1.560,00	2.27	68.1
Dicembre	110.00	3.410,00	1.70	52.7	40.70	1.260,00	1.77	55.0	43.00	1.330,00	1.85	57.3
Media anno	257.00	7.810,00	4.30	131,00	92.40	2.810,00	4.37	133,00	62.40	1.900,00	2.83	86.2

Ed: Produzione elettrica media giornaliera dal sistema indicata (kWh)

Em: Produzione elettrica media mensile dal sistema indicata (kWh)

Hd: Media dell'irraggiamento giornaliero al metro quadro ricevuto dai pannelli del sistema (kWh/m2)

Hm: Media dell'irraggiamento al metro quadro ricevuto dai pannelli del sistema (kWh/m2)

Tabella 3 Calcolo preliminare della produzione degli impianti

Produzione elettrica annua	
Edificio 04	93.810,00
Edificio 10	33.740,00
Edificio 11	22.780,00
Totale kWh	150.330,00
Risparmio €	30.000,00

Tabella 4 Riepilogo dei dati di produzione e calcolo del mancato esborso per acquisto di energia elettrica

Nei prossimi mesi, fino alla scadenza del periodo di borsa di studio, si procederà con le seguenti attività indispensabili per poter individuare la strategia operativa più conveniente:

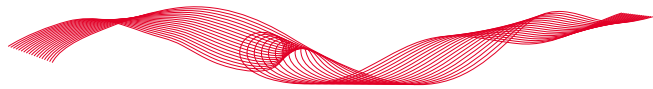
- progettazione impiantistica dell'intervento, volta a valutare l'effettiva produttività dei tre impianti ed i loro relativi costi. Per quanto riguarda il sistema di batterie dell'Edificio 04, sarà possibile in questa fase definire la potenza delle batterie stesse (attualmente l'ipotesi è quella di disporre di un impianto di 15 kVA per almeno 8 ore a pieno carico);
- realizzazione di un dettagliato business plan volto a valutare gli effettivi vantaggi dell'intervento nella sua interezza: saranno esaminati costi e produzione dell'impianto da realizzare sull'edificio 04 (primo business plan), successivamente saranno valutati costi e produzione dell'impianto della facciata continua



(secondo business plan) ed infine analizzati costi e produzione dell'impianto fotovoltaico sull'edificio 10 (terzo business plan). Il confronto dei tre piani permetterà di scegliere il più conveniente (business plan definitivo).

In questa stessa fase si prevede inoltre di:

- affrontare la progettazione delle strutture in acciaio a sostegno dell'impianto fotovoltaico in copertura, nella parte relativa alle pensiline antistanti le vetrate, che consentano la necessaria resistenza al carico neve;
- affrontare il calcolo strutturale della facciata continua;
- individuare una soluzione economica per il de-icing dell'impianto;
- valutare la trasmittanza della nuova parete (composta dalla parete esistente in cemento armato, cui si aggiunge la facciata continua progettata) ed i risparmi energetici conseguenti dal punto di vista termico;
- verificare la possibilità di realizzare la ventilazione dei locali attraverso l'intercapedine d'aria realizzata tra la parete esistente e la nuova facciata continua.



Svolgimento di campionamenti e prove secondo i requisiti generali di competenza richiesti dalla normativa internazionale ISO 17025 da parte di laboratori dotati di sistemi di gestione qualità (ISO 9001) o ambiente (ISO 14001).

di *Claudia Paris*

Nell'ambito del Progetto "Sistema Sapere e Crescita" P.O. FSE Abruzzo 2007-2013 Intervento A) promozione della conoscenza, ho usufruito della borsa di studio "Svolgimento di campionamenti e prove secondo i requisiti generali di competenza richiesti dalla normativa internazionale ISO 17025 da parte di laboratori dotati di sistemi di gestione qualità (ISO 9001) o ambiente (ISO 14001) presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso - INFN, con un periodo di attività come stage presso la società di consulenza P.E.A. sas..

Si è esaminata a livello generale la norma UNI CEI EN ISO 17025 riportandola poi nel contesto del Laboratorio di Monitoraggio Ambientale (LMA) collocato all'in-

terno dei Laboratori Sotterranei; in particolare le procedure gestionali applicabili ai fini dell'accreditamento del LMA, che riveste notevole importanza nel Sistema di Gestione Ambientale dei LNGS in quanto grande attenzione viene dedicata dai Laboratori alla tutela della risorsa idrica, uno dei principali aspetti del SGA.

Le funzioni che mi hanno coinvolto direttamente riguardano per lo più la gestione della documentazione e la definizione delle procedure relative al Sistema di Gestione Ambientale adottato dai LNGS e certificato conforme alla norma ISO 14001:2004, e la partecipazione ad attività direttamente riguardanti determinati aspetti ambientali coinvolti nelle attività dei laboratori.

Mi sono dedicata ad approfondire, attraverso lo studio dettagliato della norma UNI ISO 14001:2004, i punti chiave e gli obiettivi di un Sistema di Gestione Ambientale volti a definire i traguardi e le azioni necessarie a prevenire e gestire al meglio gli effetti ambientali da parte di una organizzazione.

Di conseguenza ho analizzato le modalità di applicazione della norma da parte dei LNGS nel proprio SGA a partire dallo studio della documentazione esistente.

In collaborazione con il mio docente Ing. Raffaele Adinolfi Falcone e la mia tutor Antonella Falgiani ho contribuito alla revisione dell'intera documentazione relativa al SGA dei LNGS, in vista della Prima Verifica Ispettiva da parte dell'Ente di certificazione Bureau Veritas avutasi il 22 Aprile 2015 per il rinnovo della certificazione ambientale.

Per tale occasione è stato revisionato il Manuale di Gestione Ambientale (MGA) che raccoglie la quasi totalità della documentazione alla base del SGA dei LNGS, quali la politica ambientale, la struttura organizzativa, gli obiettivi e i traguardi, le procedure gestionali, i criteri, i compiti e le responsabilità per l'esecuzione di tutte le attività inerenti il sistema di gestione ambientale. Sono state inoltre revisionate tutte le Procedure di emergenza ambientale.

Sono state esaminate tutte le Procedure Gestionali (PG) che contengono descrizioni dello svolgimento di determinate attività, nonché la definizione dei ruoli e delle responsabilità associate ad ogni elemento del SGA e le Istruzioni Operative (IO) che contengono descrizioni dettagliate (passo-passo) di determinate attività operative. Le PG e le IO riguardano gli aspetti ambientali delle varie attività svolte presso i laboratori, sia esterni che sotterranei, e, sulla base di evidenze riscontrate nei cicli di audit interni programmati, le stesse sono state opportunamente aggiornate in un'ottica di miglioramento continuo nella gestione ambientale.

Alla luce della continua evoluzione delle attività svolte, è stato revisionato il documento di "Analisi Ambientale" in cui sono stati evidenziati tutti gli aspetti ambientali degli esperimenti e delle attività generali dei LNGS, riportando nel dettaglio le sostanze pericolose utilizzate e i relativi quantitativi, i rischi ambientali associati ad ognuno e la magnitudo di impatto.

Oltre ad essere stati presi in considerazione i consumi energetici, idrici, i rifiuti prodotti che sono stati rappresentati per valutarne il trend di variazione nel corso degli anni, è stata completamente rivista e approfondita la descrizione del conte-

sto ambientale in cui sono collocati i LNGS.

Per una migliore gestione del sistema, i laboratori sono dotati di un software ISO-soft 14001 che costituisce il supporto informatico per parte delle procedure gestionali consentendo, fra l'altro, vari tipi di registrazioni, il controllo delle scadenze e la documentazione delle attività del SGA (controlli, audit, non-conformità e trattamento e chiusura delle stesse, azioni correttive, programmi ambientali).

Si è anche iniziato a valutare le modifiche da apportare al SGA in vista della prima emissione della nuova ISO 14001:2015. (partecipazione al corso Presentazione del DIS ISO 14001:2015). Nel corso della mia attività ho avuto modo di ampliare le conoscenze riguardanti processi meccanici, chimico-fisici e biologici alla base del ciclo depurativo delle acque reflue del depuratore presente nei Laboratori Sotterranei (grigliatura, equalizzazione, denitrificazione, ossidazione, biofiltrazione, debatterizzazione), anche tramite sopralluoghi sull'impianto.

Ho effettuato la classificazione delle sostanze pericolose presenti all'interno dei Laboratori sotterranei relativi ai diversi Esperimenti.

A completamento del percorso formativo sul tema oggetto della borsa ho frequentato i seguenti corsi:

NORMA EN ISO 17025 PER L'ACCREDITAMENTO DEI LABORATORI DI PROVA; QUALITA' DEL DATO E INCERTEZZA DI MISURAZIONE.

In conclusione ritengo questa esperienza altamente valida dato che mi ha permesso di crescere sia dal punto di vista formativo che professionale, grazie soprattutto alla possibilità di collaborare con persone qualificate e disponibili con le quali ho instaurato fin da subito un rapporto di collaborazione e di fiducia; mi ha permesso di avere una visione più completa e chiara di quanto concerne le Certificazioni Ambientali e i relativi SGA.

Tra l'altro, essendo i Laboratori Nazionali del Gran Sasso una realtà alquanto complessa rispetto alla maggior parte delle aziende, sono entrata nel merito della gestione di taluni aspetti del tutto particolari non riscontrabili in altre occasioni.

Svolgimento di campionamenti e prove secondo i requisiti generali di competenza richiesti dalla norma internazionale ISO 17025 da parte di laboratori dotati di sistemi di gestione qualità (ISO 9001) e ambiente (ISO 14001)

di Annalisa Palozzo

Durante i primi mesi della borsa di studio ho avuto modo di conoscere il mondo dei Laboratori Sotterranei del Gran Sasso, un ambiente internazionale che offre molti stimoli a tanti giovani che come me hanno avuto l'onore di poter vedere con i propri occhi gli esperimenti che si svolgono all'interno della galleria e di conoscere nel dettaglio il complesso funzionamento dei meccanismi che portano all'elaborazione di un'idea e alla trasformazione di questa in un progetto concreto di studio e di collaborazione internazionale. Durante la prima fase della mia borsa di studio, indirizzata dal tutor, la Dott.ssa Alba Formicola, e seguita costantemente dal docente Dott. Matthias Laubenstein ho lavorato all'accREDITamento del Laboratorio "SubTERRanean Low Level Assay" (L.S.) alla normativa ISO 17025. Il L.S. dei laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'I.N.F.N. effettua misurazioni e prove, metodi fisici, chimico-fisici nel settore della radioattività dei materiali. Il lavoro è consistito innanzitutto nella definizione di un sistema di gestione per la qualità del L.S. in accordo ai requisiti della norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005, dei documenti prescrittivi ACCREDIA, della norma UNI EN ISO 9001:2008 con l'obiettivo di accrescere la soddisfazione dei clienti/richiedenti attraverso il continuo miglioramento delle prestazioni del sistema, la conformità ai requisiti del richiedente e a quelli cogenti applicabili. Il sistema qualità è applicato alle attività di Servizio di analisi di radioattività dei materiali. È stata elaborata una Dichiarazione della "Politica di Qualità dei Laboratori" in linea con le esigenze dei L.N.G.S. ed appropriata ai servizi forniti i cui obiettivi sono:

- Assicurare il miglioramento continuo al livello di organizzazione interna nelle attività aziendali attinenti alla qualità dei servizi;
- Garantire la familiarità di tutto il personale coinvolto nelle attività di prova e

taratura nel L.S. con la documentazione del sistema qualità e l'attuazione delle politiche e delle procedure nel proprio lavoro.

- Garantire le risorse per il raggiungimento e il mantenimento della buona pratica professionale per la qualità delle prove offerte ai clienti/richiedenti.
- Garantire il mantenimento di un Sistema di Qualità conforme alla normativa UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2005 e ai requisiti Accredia.
- Garantire il pieno soddisfacimento dei clienti/richiedenti per quanto attiene ai requisiti dei servizi forniti.

Il Sistema di gestione per Qualità L.S. si avvale dei seguenti documenti:

- Manuale di Qualità
- Procedure
- Istruzioni
- Schede di registrazione dati

E' stato elaborato dunque il MANUALE DELLA QUALITA' UNI CEI EN ISO/IEC 17025 ED.2005 UNI EN ISO 9001 ED.2008 per misurazioni e prove, metodi fisici, chimico-fisici nel settore della radioattività dei materiali. All'interno di questo documento si definiscono le procedure con cui il Sistema della Qualità viene avviato, mantenuto e controllato nel tempo. Viene stabilito un organigramma, vengono mantenute idonee le condizioni del luogo di lavoro e le condizioni ambientali, è avviato un sistema di continua formazione e aggiornamento del personale coinvolto nelle prove, (Il L.S. assicura la competenza del personale tecnico fisso, stagionale, degli addetti ai servizi, e dei consulenti del L.S. Per coloro i quali sono in corso di formazione è garantito un supervisore.), vengono definite le modalità di controllo della documentazione, di esame delle richieste, delle offerte e dei contratti, dei servizi al cliente, del sistema di gestione reclami, di tenuta sotto controllo delle attività di prova e/o di taratura non conformi, stima dell'incertezza di misura, tenuta sotto controllo dei dati, controllo delle apparecchiature, del controllo dell'intero sistema qualità, il tutto nell'ottica del costante e continuo miglioramento.

L'ultima parte della borsa di studio è stata dedicata allo svolgimento di uno stage presso la ditta ALMA C.I.S di Chieti, azienda specializzata nell'edilizia civile ed industriale, nella realizzazione di reti e di impianti acquedottistici, di irrigazione, fognari e dei metanodotti, nella realizzazione di impianti a impianti speciali e nelle attività del settore energetico, della cogenerazione e della depurazione. All'interno di questa complessa realtà aziendale che vede 3 settori principali: edilizia, impianti e reti è attivo un Sistema di Qualità che ha permesso alla ditta di certificarsi conforme ai requisiti della normativa ISO 9001 e della normativa ISO 14001.

Il lavoro avviato durante il mio stage e tuttora in atto prevede:

- La partecipazione alle attività riguardanti le certificazioni ISO 9001, attività di auditing, verifica e controllo effettuate all'interno dell'azienda.
- Partecipazione alle attività riguardanti le certificazioni ISO 14001, attività di auditing, verifica e controllo effettuate all'interno dell'azienda.
- Predisposizione di tutta la documentazione necessaria ai fini dell'ottenimento

dell'AUA per un opificio di proprietà della ditta ALMACIS ai sensi del DPR n. 59 del 13 marzo 2013. «Regolamento recante la disciplina dell'autorizzazione unica ambientale e la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle piccole e medie imprese e sugli impianti non soggetti ad autorizzazione integrata ambientale, a norma dell'articolo 23 del decreto-legge 9 febbraio 2012, n. 5, convertito, con modificazioni, dalla legge 4 aprile 2012, n. 35. (13G00101) (GU Serie Generale n.124 del 29-5-2013 - Suppl. Ordinario n. 42)»

Dapprima si è avviata una verifica sulle tarature di tutti gli strumenti utilizzati nei 3 settori al fine di avviare a taratura tutti gli strumenti in cui la taratura risultava scaduta. Si è elaborato dunque un elenco di tutti gli strumenti, distinti per settore ad ogni strumento è stato assegnato un codice, nell'elenco è riportata la data di ultima taratura e di prossima taratura, un link con la scannerizzazione del certificato di ultima taratura. Si è potuto finalmente innescare così un sistema di alert che emana un avviso al settore di riferimento un mese prima della scadenza della taratura dello strumento in modo da controllare in maniera puntuale e costante la numerosa strumentazione di ogni settore. Questo sistema garantisce oltretutto un controllo scientifico, univoco e programmato, indispensabile per un'azienda di tali dimensioni, con un numero di dipendenti abbastanza elevato e con una strumentazione condivisa all'interno del personale dello stesso settore.

ID	Descrizione Strumento	Modello	Stato	Data Taratura	Data Prossima Taratura	Settore
001
002
003
004
005
006
007
008
009
010

Ad ogni strumento è stato assegnato un codice, diverso per ogni settore. I certificati di taratura, insieme ai manuali e alle dichiarazioni di conformità degli strumenti, distinti per settore, sono identificati, catalogati e conservati opportunamente. Si è provveduto poi al controllo delle attrezzature provvedendo a riassegnare ad ogni settore: settore edile, impianti e reti i rispettivi attrezzi. Si è provveduto poi alla ricerca dei libretti d'istruzione e dei certificati di taratura di ognuna di queste, laddove mancava la documentazione è stata richiesta al produttore. Sono stati poi realizzati dei cataloghi di attrezzatura relativa ad ogni settore (come si può vedere dalle immagini qui di seguito). Ad ogni attrezzo dei ognuno dei 3 settori è stato assegnato un codice e annotate le misure e i termini di manutenzione in



modo da garantire un livello di sicurezza adeguato e un controllo costante di tutta l'attrezzatura. Per ognuno dei 3 settori all'elenco telematico corrispondono dei fascicoli contenenti tutti i documenti (manuale istruzioni e dichiarazioni conformità) di ogni attrezzo.

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z AA AB AC AD AE AF AG AH AI

Screenshot of 'ELENCO ATTREZZATURE' web application showing a list of equipment with columns for description, quantity, availability, and compliance status. The filter 'RETI' is selected.

Another screenshot of 'ELENCO ATTREZZATURE' web application, showing a different view of the equipment list with various filters and columns.

Elenco attrezzature settore Edile

Al termine dello svolgimento delle attività di auditing e verifica del rispetto dei criteri dell'ISO 9001 e ISO 14001 si collaborerà alla predisposizione di tutta la documentazione necessaria ai fini dell'ottenimento dell'AUA per un ufficio di proprietà della ditta ALMACIS.

Elenco attrezzature settore Reti

Screenshot of 'ELENCO ATTREZZATURE' web application showing a list of equipment for the 'Impianti' sector.

Elenco attrezzature settore Impianti

Sviluppo di un modello adimensionale di funzionamento di un impianto di produzione Batch

di Daniele Scoccia

La borsa di studio, iniziata presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso alla fine del mese di maggio 2014, mi ha visto aggregato come ingegnere informatico all'esperienza DarkSide-50. Tale esperimento si inserisce nel quadro più ampio di sperimentazioni che danno la caccia alla materia oscura, ovvero la materia, ipotizzata dai fisici, che non è direttamente osservabile ma la cui esistenza consente di riconciliare il movimento delle galassie realmente percepito con quello, altrimenti differente, previsto dalla teoria della gravitazione. La materia oscura si pensa sia costituita da particelle conosciute con l'acronimo WIMP (Weakly Interacting Massive Particle): queste sono particelle massive, sprovviste di carica elettrica e soggette

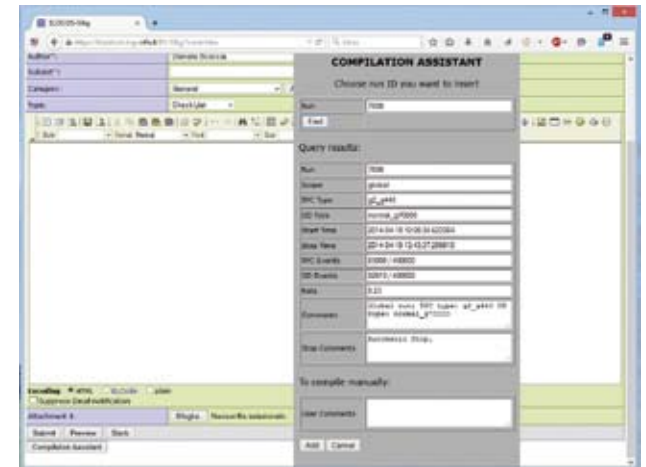
soltanto alla forza gravitazionale e all'interazione nucleare debole. L'esperimento DarkSide va proprio alla ricerca di questo tipo di particelle basandosi sull'utilizzo di materiali a bassissimo contenuto di radioattività e sfruttando le condizioni ideali di un ambiente schermato dalla radiazione cosmica come quello offerto dai Laboratori Nazionali del Gran Sasso, che infatti hanno acquisito nel settore un ruolo di primo piano a livello mondiale. Il cuore di DarkSide è un cilindro riempito di 50 Kg di Argon liquido alla temperatura di -189°C che costituisce il bersaglio per l'interazione delle ipotetiche WIMP. Quando una WIMP interagisce con l'Argon produce un duplice segnale: uno luminoso e uno ionizzante. Il segnale ionizzante è ottenuto applicando un campo elettrico che evita che gli ioni si ricombinino e poi è a sua volta convertito in segnale di luce. Gli impulsi luminosi sono infine osservati tramite appositi tubi fotomoltiplicatori e, dalle caratteristiche del duplice segnale, si può riconoscere efficacemente la tipologia di particella interagente. Il primo lavoro svolto ha riguardato l'installazione presso i server locali del Laboratorio di una istanza della piattaforma software REDMINE, una applicazione web molto flessibile per la gestione di progetti, ad uso dei membri dell'esperimento.

Dopo aver studiato le molteplici funzionalità offerte dalla piattaforma, sono state valutate quelle potenzialmente più interessanti per il caso specifico, inclusi gli aspetti relativi allo sviluppo di nuovi plugin ad hoc basati sul framework Ruby on Rails. In collaborazione con il Servizio di Calcolo si è quindi provveduto alla cre-

azione di una macchina virtuale dedicata e alla configurazione della piattaforma. Gli aspetti oggetto di personalizzazione hanno riguardato in particolare l'integrazione con il sistema di autenticazione LDAP, già in uso per l'accesso alle risorse software dei LNGS, e la configurazione di un repository GIT per ospitare il codice sviluppato dagli utilizzatori della piattaforma. Una seconda attività ha riguardato lo sviluppo e il deployment di una modifica al software open source ELOG (Electronic Logbook). Questo software, che consente tramite una interfaccia web di inserire e mantenere traccia di qualsiasi tipo di informazioni ordinate cronologicamente, è utilizzato per registrare quotidianamente opportuni valori, relativi ai diversi cicli di acquisizioni dati che si susseguono nel funzionamento dell'apparato di DarkSide.

Il "plugin", sviluppato ex novo in linguaggio Javascript e PHP e successivamente integrato nell'installazione di ELOG in uso, ha come scopo quello di semplificare l'inserimento di una specifica tipologia di informazioni da parte dell'utilizzatore, recuperando le informazioni da un database esterno e inserendole, opportunamente formattate, all'interno di una nuova voce di ELOG. Successivamente ho avuto la possibilità di studiare il funzionamento del software per lo sviluppo di applicazioni di controllo, analisi e misura LabVIEW, molto diffuso in ambito industriale e scientifico e ampiamente utilizzato anche presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso non solo per l'esperimento DarkSide.

La formazione, relativamente ad aspetti basilari e intermedi di LabVIEW



e volta a consentire una buona comprensione dello stesso e un suo proficuo utilizzo, è avvenuta grazie a documentazione ufficiale della National Instruments (Core 1 e Core 2) e al contatto diretto con personale esperto e certificato nell'uso del software stesso. Sin dai primi giorni e durante tutto il periodo della borsa trascorso ai Laboratori ho avuto la possibilità, dopo aver frequentato un apposito corso di sicurezza, di vedere gli apparati di cui si compone l'esperimento, installati in galleria, e di assistere alle attività del "gruppo operativo" dell'esperimento, che quotidianamente opera per mantenerlo in efficienza. Negli ultimi 4 mesi della borsa di studio ho svolto uno stage presso la sede dell'Aquila di Dompè Farmaceutici s.p.a. Assegnato al reparto interno di Ingegneria dell'azienda, mi sono occupato di aspetti relativi alla documentazione sulla manutenzione dei macchinari del reparto di produzione. L'obiettivo era avviare l'uso di una soluzione software, già parzialmente sviluppata ma ancora allo stato embrionale, in grado di automatizzare la creazione della suddetta documentazione. Partendo da un software ad hoc sviluppato internamente e basato su Microsoft Access e Visual Basic for Application, ho lavorato in contatto diretto con il Responsabile della Manutenzione e provveduto in prima battuta alla verifica delle informazioni da gestire e ad una loro opportuna riorganizzazione. In un secondo momento ho quindi realizzato un software aggiuntivo, sempre basato sugli strumenti già uso (MS Access e VBA), che, operando in modo complementare con quello preesistente, producesse una documentazione in grado di soddisfare le esigenze del reparto Manutenzione e



fosse aderente alle richieste specifiche del reparto Qualità. Il lavoro è proceduto per revisioni successive fino ad arrivare al risultato desiderato: il software da me sviluppato, integrandosi con quello preesistente, permette la creazione di documenti specifici per le diverse linee di produzione, contenenti date e dettagli della relativa manutenzione annuale prevista, e di un piano riepilogativo generale, in grado di offrire una visione di sintesi di tutte le manutenzioni previste per l'intero reparto produttivo.



In conclusione, la borsa di studio mi ha consentito di confrontarmi con tematiche diversificate e ambienti di lavoro dalle caratteristiche distintive davvero differenti, maturando così un'esperienza di un certo rilievo. I risultati dalle attività sopra illustrate, inoltre, sono attualmente in uso nei rispettivi ambiti (LNGS e Dompè) e questo a conferma di un bilancio senza dubbio positivo dell'intero periodo.



Sviluppo ed applicazione di modelli Computational Fluid Dynamics (CFD) per Safety Risk Analyses nei LNGS nel contesto della Sirettiva Seveso ter.

di Maria Teresa Ranalli

I Laboratori Nazionali del Gran Sasso sono soggetti alla Direttiva Seveso e s.m.i. relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose. In Italia questa Direttiva è stata recepita a partire dal D.Lgs. 334/99. In accordo con le norme vigenti, i LNGS adottano ed attuano un Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS) costituito da un Manuale e da Procedure di Sicurezza con il fine di operare ai massimi livelli di sicurezza nella gestione ed esercizio degli impianti, ed assicurare l'equilibrio tra i fini della ricerca scientifica e le esigenze di salvaguardia dei lavoratori, della popolazione e dell'ambiente. I LNGS sotterranei sono inoltre immersi in un complesso sistema costituito dall'ubicazione all'interno del Traforo Autostradale del Gran Sasso e, dunque, da una particolare logistica, la localizzazione all'interno di un enorme bacino idrico e l'ubicazione

all'interno dell'area del Parco Nazionale del Gran Sasso e dei Monti della Laga. Secondo quanto richiesto dal SGS, ed in particolare dalle sue Procedure, spesso per le strutture a servizio delle attività sperimentali presenti nei laboratori sotterranei si rende necessaria l'elaborazione di analisi di rischio e di pericolo volte a garantire, a piccola scala, la massima sicurezza nella costruzione ed esercizio del singolo fabbricato; a grande scala, le analisi di rischio vanno a garantire anche una maggiore sicurezza sia di tutto il laboratorio sia di tutti gli ambienti circostanti.

La Borsa ha previsto lo svolgimento di attività di: "Sviluppo ed applicazione di modelli Computational Fluid Dynamics (CFD) per Safety Risk Analyses nei LNGS nel contesto della Direttiva Seveso Ter". Scopo principale è stato quindi definire, tramite lo studio e l'applicazione del software messo a disposizione dai laboratori, modelli fluidodinamici a servizio delle analisi di rischio. L'attività ha previsto, in un primo momento, l'inserimento nel Servizio Prevenzione e Protezione, con addestramento in tema di legislazione normativa di sicurezza industriale, gestione dei progetti e safety management. Lo studio del software messo in licenza presso i LNGS, e delle sue applicazioni, è stato eseguito andando ad esaminare un caso reale. È stata realizzata infatti, una modellazione delle strutture maggiormente presenti all'interno della galleria: i serbatoi in acciaio. A seguito del periodo di formazione presso i LNGS, è iniziata l'interazione con l'azienda partner: la Novatec Srl. Novatec è uno spin-off dell'Università di Ingegneria dell'Aquila, con sede nei laboratori del DIIE (Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione e di Economia). Novatec offre servizi tecnici ad elevato valore aggiunto nel campo dell'ingegneria: progettazione e problem solving di macchine e impianti (macchine speciali e di prodotti innovativi), gestione d'impresa, gestione e controllo della produzione, definizione dei processi organizzativi. A seguito delle necessità dell'azienda, e in collaborazione con essa, è stato definito come progetto l'ottimizzazione fluidodinamica dei profili di scarico del materiale di processo, al fine di uno studio preliminare per la certificazione ATEX della macchina BS-Elevator destinata all'utilizzo in ambiente farmaceutico, mediante l'utilizzo degli strumenti software (COMSOL) in licenza presso i LNGS-INFN (in fig.).

Le attività svolte in collaborazione tra i LNGS e la Novatec hanno colto a pieno le finalità proposte dalle Borse di Studio del Progetto Sapere e crescita, ovve-

ro di proporre interventi finalizzati al rafforzamento delle competenze in attività di ricerca e al conseguimento di conoscenze trasferibili alle imprese abruzesi.



Fig.1 Macchina BS-Elevator

Progettazione, sviluppo e gestione di ambienti ad atmosfera controllata (clean rooms) per la conduzione di processi tecnologici per l'industria chimica, farmaceutica, elettronica delle bio-tecnologie

di Mafalda Musti

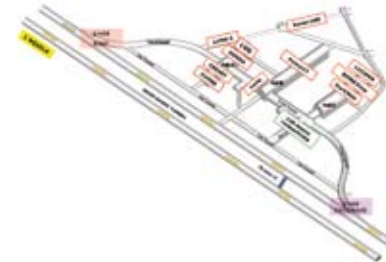
Nell'ambito del Progetto "Sistema sapere e crescita" sono titolare della borsa riguardante la Progettazione, sviluppo e gestione di ambienti ad atmosfera controllata (clean rooms) per la conduzione di processi tecnologici per l'industria chimica, farmaceutica, elettronica delle bio-tecnologie. Sono stata inserita nell'organico del Servizio di Prevenzione e Protezione dei LNGS. Questo Servizio supporta il Direttore dei LNGS (Datore di Lavoro) negli adempimenti normativi per la salute e sicurezza dei lavoratori ai sensi del D. Lgs. 81/08 e s.m.i. e si occupa di diverse attività tra cui

- l'individuazione dei fattori di rischio, la valutazione dei rischi, lo sviluppo ed ottimizzazione di analisi di rischio e l'individuazione delle misure preventive e protettive per la salute e sicurezza degli ambienti di lavoro, nel rispetto della normativa vigente ed in base alla specifica conoscenza dell'organizzazione aziendale;
- la predisposizione delle procedure di sicurezza per le varie attività dei Laboratori e dei relativi programmi formativi; il controllo ed autorizzazione degli accessi (sia del personale - Ufficio Utenti - sia dei mezzi - gestione della logistica);
- la redazione, attuazione, implementazione, aggiornamento e diffusione del Sistema di Gestione della Sicurezza (SGS) e delle sue procedure

Pertanto ho ricevuto formazione sulle normative vigenti, rivolgendo particolare attenzione al Decreto Legislativo n. 81/08 anche noto come Testo unico sulla sicurezza ed al D.Lgs. 17 Agosto 1999 n.334 aggiornato e coordinato con D.Lgs 21 Settembre 2005 n.238. Impianti a Rischio di Incidente Rilevante ed ho acquisito competenze relative alla stesura dei documenti riguardanti la Sicurezza. Le mie attività riguardano

- gli aspetti della sicurezza nei Laboratori Sotterranei dei LNGS
- classificazione delle sostanze pericolose
- applicazioni di metodi per l'analisi di rischio (HAZOP, FMECA, FTA, ETA) anche attraverso l'utilizzo di Software applicativi per la valutazione del Rischio chimico
- realizzazione di una clean room presso i Laboratori Sotterranei dei LNGS

- La Valutazione del Rischio Chimico negli ambienti di lavoro deve essere effettuata dal Datore di Lavoro tenendo presente l'applicazione ed attuazione del Titolo IX del TUS e dei regolamenti REACH (Registration Evaluation Authorisation Restriction of Chemicals) e CLP (Classification Labelling Packaging). Tale valutazione prevede innanzitutto l'identificazione degli agenti chimici pericolosi e le aree interessate sono state sia i Laboratori Sotterranei che quelli Esterni.



Laboratori Sotterranei



Laboratori Esterni

Una volta identificate le sostanze ne ho effettuato la classificazione, servendomi delle informazioni sulla salute e sicurezza comunicate dal produttore e forniture attraverso la scheda di sicurezza, per poi andare a definire il livello di rischio per ogni sostanza con l'utilizzo di modelli/ algoritmi. In particolare ho utilizzato il Software PSL-A.R.Chi.Me.DE per la valutazione del rischio chimico: il modello utilizzato è quello presentato dalla Regione Emilia Romagna, è basato su semplici algoritmi e si serve di coefficienti (parametri) che valutano i vari contributi per definire il livello di rischio secondo quanto previsto e richiesto dalla normativa.

In merito alla proposta di realizzazione di una clean room presso i Laboratori Sotterranei dei LNGS ne ho definito i requisiti al fine di avere un'area di lavoro a maggior livello di purezza per misure di radioattività con tecniche avanzate quali spettrometria alfa, beta e gamma.

La proposta progettuale si sviluppa sulle seguenti direttrici:

- Realizzazione di una Clean Room ad ambiente controllato di Classe 100 -ISO 5.
- Le classi di contaminazione dei vari ambienti realizzati sono conformi a quanto previsto dalla normativa ISO 14644-1 / Federal Standard 209E.

Class	Particles / ft ³				
	≥ 0.1 μm	≥ 0.2 μm	≥ 0.3 μm	≥ 0.5 μm	≥ 5.0 μm
1	35	7.5	3	1	NA
10	350	75	30	10	NA
100	NA	750	300	100	NA
1,000	NA	NA	NA	1,000	7
10,000	NA	NA	NA	10,000	70
100,000	NA	NA	NA	100,000	700

Limiti della Classe di Contaminazione per Clean Rooms secondo Federal Standard 209E

Class	Particles / ft ³				
	≥ 0.1 μm	≥ 0.2 μm	≥ 0.3 μm	≥ 0.5 μm	≥ 5.0 μm
1	35	7.5	3	1	NA
10	350	75	30	10	NA
100	NA	750	300	100	NA
1,000	NA	NA	NA	1,000	7
10,000	NA	NA	NA	10,000	70
100,000	NA	NA	NA	100,000	700

Limiti della Classe di Contaminazione per Clean Rooms secondo Federal Standard 209E

ISO Classification number	Maximum concentration limits (particles/m ³ of air) for particles equal to and larger than the considered sizes shown below					
	≥ 0.1 μm	≥ 0.2 μm	≥ 0.3 μm	≥ 0.5 μm	≥ 1 μm	≥ 5.0 μm
ISO Class 3	1,000	237	102	35	8	
ISO Class 4	10,000	2,370	1,020	352	83	
ISO Class 5	100,000	23,700	10,200	3,520	832	29
ISO Class 6	1,000,000	237,000	102,000	35,200	8,320	293
ISO Class 7				352,000	83,200	2,930
ISO Class 8				3,520,000	832,000	29,300
ISO Class 9				35,200,000	8,320,000	293,000

Limiti della Classe di Contaminazione per Clean Rooms secondo Normativa ISO 14644 - 1

ISO 14644-1	Class	Class	Class	Class	Class	Class
Classes	3	4	5	6	7	8
FS 209	Class	Class	Class	Class	Class	Class 6
Classes	1	10	100	1,000	10,000	100,000

Comparazione dei limiti di Classe di Contaminazione per Clean Rooms secondo Normativa ISO 14644 - 1 e FED STD 209E

- Realizzazione di un impianto di trattamento aria e climatizzazione HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning) da asservire alla clean room ed alle aree attigue alla stessa;
- Realizzazione di una rete di distribuzione aria compressa;
- Realizzazione di una rete di distribuzione azoto liquido e gassoso;
- Realizzazione di una rete distribuzione acqua e di un sistema centralizzato per la produzione di acqua ultrapura;
- Installazione di una flow cabinet o "cabina pulita" con classe di pulizia migliore rispetto alla Camera in cui è inserita, per la protezione di apparecchiature e processi critici;
- Installazione di una cappa chimica a ricircolo d'aria senza raccordo, in grado di filtrare gli inquinanti prima di ricircolare l'aria pulita nel locale, evitandone il rilascio all'esterno;
- Installazione di una cassaforte schermata per sorgenti radioattive;
- Realizzazione di un sistema di interblocco di mantenimento delle pressioni differenziali;

- Realizzazione di impianto elettrico e sistema UPS;
- Realizzazione di impianto di illuminazione al LED;
- Realizzazione di impianto antincendio;
- Realizzazione di un sistema rilevazione fumi e sensori gas;
- Realizzazione di un sistema TVCC e controllo accessi;
- Realizzazione di un intervento funzionale sull'intera area BAM.

Analisi Economica

L'analisi dei costi è stata articolata distinguendo:

- costi di costruzione della Clean Room garantendo le seguenti classi di reazione al fuoco previste dalla norma UNI EN 13501-1;
- costi relativi gli impianti necessari ed accessori.

Lo Stage

Dopo aver svolto il periodo di formazione presso i LNGS è previsto un periodo presso l'azienda ospitante che nel mio caso è l'Università degli Studi dell'Aquila- Dipartimento di Ingegneria Industriale, dell'Informazione ed Economia (DII-IE) al fine di attuare il programma che prevede l'identificazione dei fabbisogni di innovazione delle imprese della Provincia dell'Aquila e lo studio del processo di trasferimento e di innovazione, nonché una analisi economica delle fasi di progettazione, installazione e manutenzione di clean room per usi farmaceutici e di ricerca con materiali ad alto tasso di purezza.

Analisi Tecnico - Economica

- Business Plan Exploration sulle potenziali aziende dei settori bio-tecnologico, chimico e farmaceutico del polo Aquilano.
- Descrizione sommaria del progetto d'investimento;
- Analisi di mercato, indicazioni sul mercato, sulle caratteristiche della concorrenza e su fattori critici (punti di forza e punti di debolezza rispetto al mercato);
- Descrizione della fattibilità tecnica del progetto relativamente al processo produttivo, alla necessità di investimenti in impianti, alla disponibilità di manodopera e di servizi quali trasporti, energie, telecomunicazioni, ecc...
- Piano di fattibilità economico - finanziaria ed indicazione del fabbisogno finanziario complessivo (per investimenti tecnici, immateriali e per capitale circolante) e delle relative coperture.
- Informazioni sulla redditività attesa dell'investimento e sui fattori di rischio che possono influenzarla negativamente, partendo da ipotesi realistiche e prudenziali.
- Piano temporale di sviluppo delle attività.

Sezione C
Lab_GS_Orienta
INAF

INAF



ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
OSSERVATORIO ASTRONOMICOMO DI TERAMO

A word cloud centered around the title "Sapere & Crescita". The title is written in a large, bold, blue font. Surrounding it are various words in a smaller, grey font, including: "Sviluppo", "Collaborazione", "Gran Sasso", "Sistema", "Formazione", "LNGS", "Applicazione", "Innovazione", "Rete", "Scienza", "Nucleare", "Condivisione", "Eccellenza", "Divulgazione", "Esperienza", "Tecnologia", "Europa", "Borsa di studio", "Azienda", "Corsi online", "INFN", "Società", "Fisica", "Progetto Multiasse", "Laboratori", "Scienza", "Regioni", "Sviluppo", "Collaborazione", "Gran Sasso", "Sistema", "Formazione", "LNGS", "Applicazione", "Innovazione", "Rete", "Scienza", "Nucleare", "Condivisione", "Eccellenza", "Divulgazione", "Esperienza", "Tecnologia", "Europa", "Borsa di studio", "Azienda", "Corsi online", "INFN", "Società", "Fisica", "Progetto Multiasse", "Laboratori", "Scienza", "Regioni", "Sviluppo", "Collaborazione", "Gran Sasso", "Sistema", "Formazione", "LNGS", "Applicazione", "Innovazione", "Rete", "Scienza", "Nucleare", "Condivisione", "Eccellenza", "Divulgazione", "Esperienza", "Tecnologia", "Europa", "Borsa di studio", "Azienda", "Corsi online", "INFN", "Società", "Fisica", "Progetto Multiasse", "Laboratori", "Scienza".



Studio e sviluppo di nuove tecnologie per la fruizione di percorsi espositivi e museali

di Matteo Di Carlo

Premesse

La presente Borsa di Studio viene svolta presso l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) - Osservatorio Astronomico di Teramo (OATe). Essa ha lo scopo di investigare e sviluppare tecniche e strumenti multimediali innovativi nel campo della divulgazione dell'Astronomia, utilizzando come ambiente di progettazione, verifica e qualifica degli strumenti realizzati il nuovo Laboratorio Didattico dell'Osservatorio stesso.

Obiettivi

- La presente Borsa di Studio è finalizzata al raggiungimento dei seguenti obiettivi:
- acquisizione di competenze nel campo delle tecnologie di comunicazione wireless (WiFi e NFC);
 - conoscenza di tecniche di programmazione per il controllo e l'interazione tra dispositivi mobili e postazioni interattive;
 - esperienza nell'uso degli strumenti e delle tecniche di video e audio editing professionale;
 - creazione di modelli 3D da inserire in percorsi espositivi virtuali, mediante nuove tecnologie di ricostruzione fotografica;
 - capacità di realizzare siti web basati su sistemi CMS, per la presentazione e la pubblicazione di materiale didattico-divulgativo;
 - partecipazione al percorso di ideazione, progettazione e realizzazione di contenuti multimediali per exhibit museali, nell'ambito delle attività di ampliamento ed allestimento del nuovo Laboratorio Didattico dell'OATe.

Abbreviazioni e acronimi

2D	2 dimensioni
3D	3 dimensioni
AR	Realtà aumentata
CMS	Content Management System
IDE	Integrated Development Environment
INAF	Istituto Nazionale di Astrofisica
NFC	Near-Field Communication
OATe	Osservatorio Astronomico di Teramo
SARNDBOX	Combinazione delle parole AR e SANDBOX, box di sabbia per realtà aumentata
SFM	Structure from Motion

Wi-Fi Rete di computer senza fili cablati

Glossario

Blender	Piattaforma di modellazione, animazione e rendering, 2D e 3D
NFC	Tecnologia che fornisce connettività wireless bidirezionale a corto raggio (fino a un massimo di 10 cm).
Orrery	sm. (Astron.), nome o soprannome stato dato al celebre planetario inventato ed eseguito dal rinomatissimo meccanico ed orologiaio inglese del sec. XVIII, Giorgio Graham; macchina che ha servito lungamente di modello per tutte quelle di tal fatta. Siccome il suo autore la dedicò a Carlo Boyle conte d'Orrery, così fu essa conosciuta ed indicata col nome di Orrery
Realtà aumentata	Incremento della percezione sensoriale umana mediante informazioni altrimenti non fruibili dall'uomo.
SFM	processo attraverso il quale si ricostruisce una struttura 3D ad alta risoluzione, partendo da un insieme di immagini 2D di un'unica scena
Unity	Piattaforma per lo sviluppi di giochi 2D/3D

Tecniche e tecnologie

Gli obiettivi forniti delineano un quadro esatto degli ambienti tecnologici di studio (con particolare riguardo alla computer vision) relativa alla presente Borsa di Studio. In particolare, le principali tecniche/tecnologie individuate sono:

- Structure from motion e Image-based Modeling: processo attraverso il quale si ricostruisce una struttura 3D ad alta risoluzione, partendo da un insieme di immagini 2D di un'unica scena;
- Tecniche di modellazione 3D: utilizzo di sensori di profondità (kinect) e modellazione manuale tramite software dedicati;
- Tecniche di game development: utilizzo di framework e librerie apposite per la creazione di percorsi virtuali espositivi;
- Applicazioni di realtà aumentate: utilizzo di framework e librerie per il riconoscimento di immagini predefinite attraverso una videocamera (come quella, ad esempio, di un tablet).

I software di sviluppo utilizzati sono riassunti nella seguente tabella:

Nome	Descrizione	Sito web
Visual SFMS	strumento che permette di applicare la tecnica dellostructure from motion ottenendo da un insieme di foto bidimensionali una ricostruzione 3D ad alta risoluzione.	http://ccwu.me/vsfmt/install.html

Mesh LabP	ackage che permette di lavorare con modelli 3D non strutturati attraverso tecniche note di semplificazione dei modelli, di edizione di pulizia, etc.	http://meshlab.sourceforge.net/
Blender	Piattaforma di modellazione, animazione e rendering, 2D e 3D.	http://www.blender.org/
Unity	IDE per la creazione di giochi.	http://unity3d.com/
Vuforia	PlugIn per Unity che permette di applicare le tecniche di realtà aumentata all'interno di Unity.	https://developer.vuforia.com/
Kinect for Windows	ensore di acquisizione del movimento del corpo umano.	http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/development/downloads-docs.aspx

Programma di attività e piano attuativo

Grazie ad una prima indagine sulle tecnologie applicabili sono stati individuati alcuni progetti pilota da realizzare per permettere una comprensione "hands-on" dei limiti e delle possibilità offerte dalla tecnologia e dagli strumenti selezionati. Questi hanno portato alla necessaria creazione di percorsi all'interno del Laboratorio Didattico dell'Osservatorio di Teramo.

Progetto ricostruzione strumenti

L'idea di questo progetto è quella di portare l'attenzione dei visitatori del Laboratorio Didattico sugli oggetti mostrati nelle teche del museo storico in modo tale da consentire a tutti una visione 3D ad alta definizione a 360° dello strumento mostrato. Sono stati quindi analizzati gli strumenti storici della collezione dell'Osservatorio. Dal momento che gli algoritmi di Structure from motion (SFM) lavorano principalmente sul colore presente nelle immagini, riflessi o trasparenza rappresentano delle distorsioni quasi insuperabili. Si è riuscito quindi a ricostruire digitalmente un busto di Vincenzo Cerulli, fondatore dell'Osservatorio.

Nella Figura 1 - Ricostruzione e originale del busto di V. Cerulli (rendering viene mostrato il rendering finale ed il busto originale).

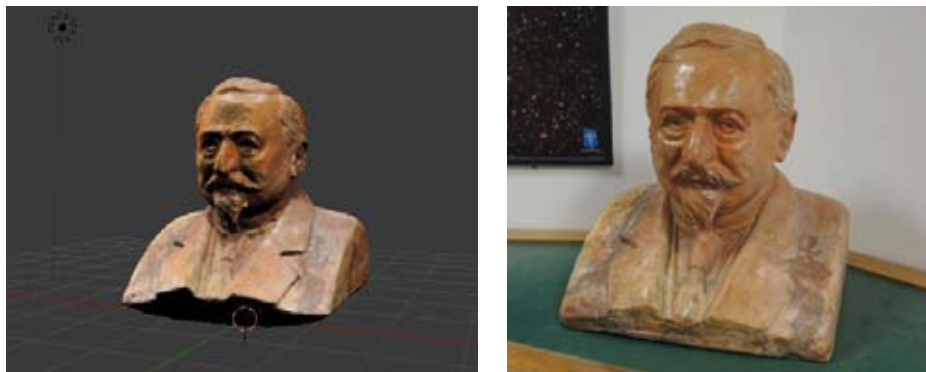


Figura 1 - Ricostruzione e originale del busto di V. Cerulli (rendering)

Progetto planetario e museo storico

Il progetto Planetario nasce dall'esigenza di approfondire le conoscenze degli strumenti Unity e Blender oltre a fornire una nuova esperienza virtuale al visitatore del Laboratorio Didattico riguardo il Sistema Solare. Attraverso l'uso di questi software è stato possibile creare un insieme di oggetti più semplici rispetto alla collezione di strumenti storici astronomici di Collurania e consentire agli utenti di avere un'esperienza multimediale superiore che fosse in grado di mostrare oggetti complessi in modo semplice. Si è deciso quindi di puntare sullo sviluppo di un'applicazione mobile che sfrutti le potenzialità della realtà aumentata per incuriosire l'utente e creare un effetto sorpresa. Dopo aver realizzato oggetti sferici, trasformandoli in pianeti del Sistema Solare, ed aver utilizzato modelli creati da Istituti, Enti e Agenzie scientifiche come Nasa o Esa e altri scenari 3D e video appositamente per spiegare concetti complessi, è nato il primo percorso all'interno del Laboratorio Didattico. I principali temi affrontati e approfonditi nell'applicazione e quindi nel percorso museale sono:

- corpi del Sistema Solare;
- il tempo;
- le scoperte di Vincenzo Cerulli;
- Galileo;
- Sonde spaziali/Satelliti.

Si è deciso inoltre di non dotare l'applicazione di finestre di visualizzazione standard (interfacce grafiche a finestre) ma di sviluppare un tutor virtuale (che ha le sembianze di un astronauta, catturando così maggiormente l'attenzione e la curiosità, soprattutto nei più giovani) che accompagni il visitatore fornendo dati e spiegazioni sugli allestimenti. Di seguito viene mostrata un'immagine dell'applicazione dove si può notare il tutor (astronauta) che mostra la Terra vista dallo spazio.



Figura 2 - Progetto Planetario

OATE – Sistema Solare

A partire dal precedente progetto, si è deciso di creare una nuova esposizione che avesse come tema principale il Sistema Solare. A tale scopo, grazie all'aiuto dei ricercatori astrofisici dell'Osservatorio Astronomico di Teramo, è stata realizzata una mostra espositiva (10 pannelli) all'interno dei quali sono stati inseriti i contenuti virtuali accessibili tramite tablet o smartphone.

I pannelli sono stati divisi nelle seguenti categorie:

- Sole, Terra-Luna e Sistema solare
- Pianeti interni: Marte, Venere e Mercurio;
- Pianeti esterni: Saturno, Urano e Nettuno;

Nella Figura 3 si può notare come al centro, in alto, sia presente l'immagine (contrassegnata dal logo AR+) puntando la quale viene mostrato il Sistema Solare in movimento (che appare come mostrato in Figura 4, dove l'immagine di riferimento è sul monitor di un computer e la realtà aumentata mostra i pianeti come so-spesi nella stanza!).



Figura 3 - Il poster introduttivo sul Sistema Solare

Sviluppi su Kinect

Per spiegare alcuni concetti particolari come la topografia di un determinato paesaggio (terrestre o extra-terrestre) sono stati sviluppati negli ultimi anni alcuni

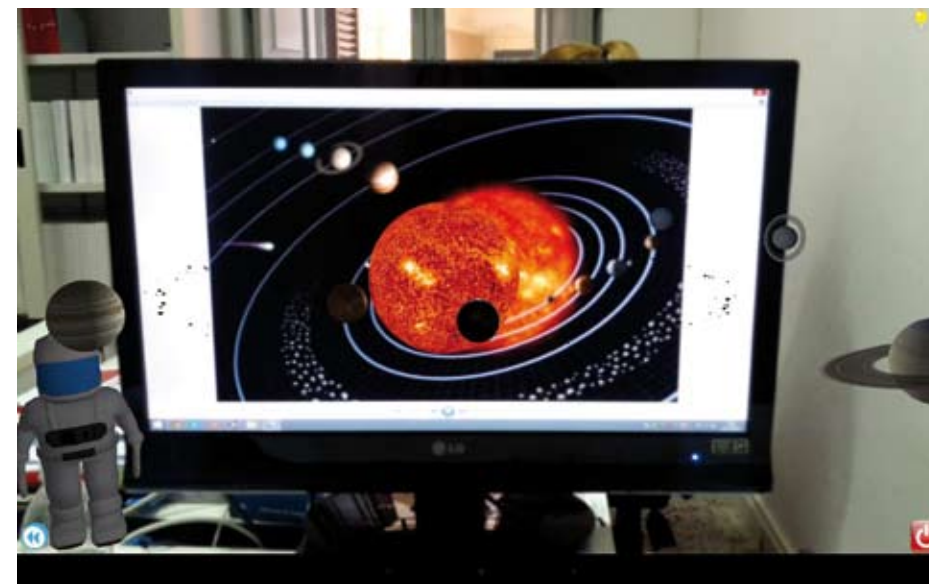


Figura 4 - Il Sistema Solare in 3D visto con realtà aumentata

software che, basandosi sullo strumento Kinect di Microsoft, riescono a calcolare la topografia di una determinata superficie e proiettare sopra di esse un'immagine (texture) realistica. È nato così il progetto opensource denominato SARNDBOX (combinazione delle parole AR e SANDBOX) che, dato un contenitore pieno di sabbia permette di modellare e ricostruire una particolare scena. Di seguito vengono mostrate alcune figure relative.



Figura 5 - Struttura con sabbia



Figura 6 - Proiezione ottenuta

L'obiettivo originale del progetto era quello di creare "con le proprie mani" un particolare modello per poi importarlo all'interno di altri strumenti di sviluppo.

1. BACKGROUND REMOVAL

Una prima, ulteriore possibilità di sviluppo offerta dal Kinect è stata quella catturare un'immagine del visitatore che si trova di fronte al sensore e di isolarla visivamente in modo tale da permettere di cambiare lo sfondo reale ed aggiungerne uno fittizio. L'idea era quella di posizionarlo in uno scenario differente, per esempio su Marte o un altro pianeta extra-terrestre, e permettere l'interazione necessaria alla fruizione di contenuti virtuali (dati, testi, immagini, etc).

2. OSSERVAZIONI MULTIBANDA

Un'altra possibile applicazione era quella di realizzare un tappeto virtuale con opportuni sensori in grado di riconoscere l'utente in una determinata posizione su di esso. In base alla sua posizione sul tappeto l'utente può selezionare, sul tappeto o su un monitor, un esempio particolare di banda dello spettro elettromagnetico e visualizzare immagini di uno stesso oggetto astronomico ottenuta alla frequenza in esame. Un esempio di ciò che si vuole raggiungere è mostrato nella Figura 7 - In base alla posizione utente viene mostrato il Sole varie lunghezze d'onda.

3. ANIMAZIONI

Uno degli utilizzi principali del sensore Kinect è quello di permettere all'utente di interagire con oggetti virtuali attraverso l'uso di Avatar, cioè attraverso una sua rappresentazione grafica e virtuale.

Una terza ulteriore possibilità è stata quindi quella di costruire un Avatar (per esempio il tutor utilizzato nel progetto del Sistema Solare), il cui movimento è comandato dal sensore Kinect, e permettere all'utente di interagire in un mondo extra-terrestre: per esempio permettere di capire come agisce la gravità in altri pianeti oppure viaggiare all'interno di strutture, come ad esempio le galassie, o corpi celesti in genere.

Progetti futuri

L'attività condotta nel corso della fruizione della Borsa di Studio ha condotto all'elaborazione di nuove idee, che rimangono però sono al momento sono in fase di possibile studio futuro. Lo scopo è, ancora, creare nuovi percorsi museali ed espositivi. Di seguito vengono elencati i principali candidati.

KEPLER ORRERY

Questo progetto si pone come obiettivo quello di spiegare la missione Kepler attraverso la rappresentazione in 3D dei pianeti extrasolari fino ad ora scoperti e spiegazioni interattive sul concetto alla base della missione del-

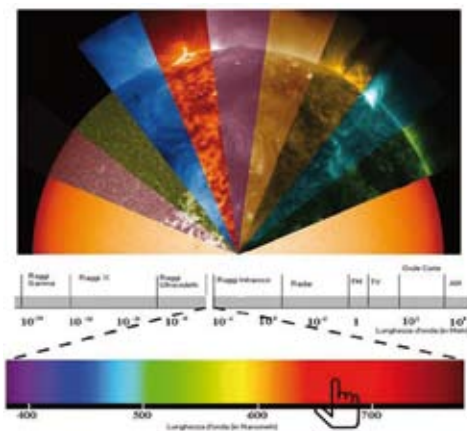


Figura 7 - In base alla posizione utente viene mostrato il Sole varie lunghezze d'onda

la Nasa. Per la spiegazione interattiva si vuole sviluppare una scena 3D in cui una falena fa diminuire impercettibilmente il flusso luminoso che riceviamo da una lampada. Questa visione spiega bene il concetto dietro questo tipo di scoperte astronomiche: le variazioni di luce. Attraverso i dati riportati dalla Nasa5 è possibile disegnare dinamicamente e in 3D i pianeti scoperti dalla missione in modo da creare un'applicazione simile al video6 prodotto negli studi americani.

ALTRI SVILUPPI

Altri progetti riguardano lo sviluppo di App volte ad avvicinare il pubblico e familiarizzare con concetti astronomici complessi. In generale però è necessario considerare che gli utenti, soprattutto i più giovani, devono essere motivati ad eseguire l'applicazione più volte. Per fare ciò è necessario aggiungere dei meccanismi cosiddetti di "gamification": a partire da un insieme di operazioni che un utente può fare, creare un sistema di prosecuzione nelle esecuzioni per "assegnare un punteggio" ad ognuna di esse. A seconda del task che l'utente svolge e/o ha svolto in aggiunta al punteggio ottenuto, si possono poi definire missioni, livelli, eventi e/o badge fino ad una vera e propria classifica che sostenga l'interesse degli utenti nel tempo. Allo stesso scopo infine è possibile inserire interazioni con i social network per massimizzare la diffusione delle applicazioni realizzate con i moderni sistemi di comunicazione (facebook, twitter, instagram, etc).



Sviluppo di tecniche di visualizzazione scientifica a scopo formativo e divulgativo e realizzazione di software non commerciale per la didattica

di Maurizio Valleriani

Le principali attività svolte da Maurizio Valleriani, presso l'INAF-Osservatorio Astronomico di Teramo possono essere riassunte nei seguenti punti:

Realizzazione di Filmati per la Visualizzazione Immersiva:

Dopo aver approfondito i principi fondamentali della stereoscopia attiva e passiva, sono stati realizzati alcuni filmati per gli exhibit immersivi presenti all'interno del laboratorio Didattico dell'INAF-Teramo. In particolare è stato realizzato un promo 3D (risoluzione full HD 1080p, formato stereografico SBS) introduttivo ai contenuti scientifico-didattici, dove in un percorso immaginario attraverso oggetti astronomici fedelmente ricreati (galassie stelle pianeti

e asteroidi) si giunge alla costruzione di una struttura solida rappresentante l'edificio storico dell'Osservatorio che con un gioco di proiezioni muta nel logo tridimensionale dello stesso. Di tale video è stato curato anche l'editing delle tracce audio. Sono stati affrontati anche alcuni aspetti legati alla visualizzazione immersiva basata su schermi sferici, con la produzione di alcuni filmati dimostrativi ai fini della comprensione delle criticità intrinseche ai sistemi di proiezione in esame.

Modelli tridimensionali di oggetti museali:

Sono state studiate alcune tecniche di Close Range Photogrammetry e Structure from Motion (SfM), atte alla creazione semi-automatica di modelli tridimensionali di oggetti reali (utilizzando come campioni oggetti esposti nel Museo Storico), dando rilievo alle tipiche correzioni da apportare alle mesh per la correzione di deformazioni dovute al campionamento fotografico, con particolare riguardo all'angolazione e all'illuminazione, e di eventuali artefatti presenti nel modello 3D.

Realizzazione di piattaforme web basate su sistemi CMS:

Individuazione dei più diffusi CMS (Content Management System) open-source in riferimento alle principali caratteristiche relative all'amministrazione di piattaforme web e alla gestione strutturata di contenuti e servizi ad essi associati. Realizzazione di un portale dedicato al Laboratorio Didattico dell'INAF-Teramo utilizzando il CMS WordPress. Sono state curate anche la grafica, la fotografia e la creazione di schede informative sugli allestimenti e sul patrimonio storico-museale ivi contenuto.

Disegno e modellazione per la prototipazione attraverso stampa 3D:

Attraverso la creazione e la stampa tridimensionale di modelli digitali sono state acquisite esperienze di prototipazione, con particolare attenzione alle tecniche di estrusione, ai materiali, alla ottimizzazione dei parametri che determinano la semplificazione del progetto, la qualità del prodotto e la velocità di esecuzione della stampa.

Progettazione grafica di materiale promozionale per iniziative didattico-divulgative: Locandina per "School of Astrophysics International - Francesco Lucchin" 2014

Locandina per la conferenza tenuta dal prof. Roberto Buonanno presso l'Istituto Musicale "G. Braga" in occasione della "XXII settimana Cultura Scientifica". Video di 2' per la simulazione di profondità tramite la tecnica dei multilivelli su l'incisione d'epoca "Musurgia Universalis" di Kircher del 1650. Locandina per la conferenza tenuta dal prof. Roberto Buonanno presso il Convitto Nazionale M. Delfico dal titolo "Le comete e la Missione Rosetta"

Progettazione grafica di mostra interattiva su pannelli:

Realizzazione di 12 pannelli (70x50) per la mostra interattiva "Le Meraviglie del Sistema Solare" realizzata in occasione dell'inaugurazione del Laboratorio Didattico presso la ristrutturata palazzina storica dell'Osservatorio di Teramo. Nei

poster sono stati integrati target per la Realtà Aumentata visualizzabile tramite specifica app dell'INAF-Teramo.

Collaborazione alle iniziative didattiche e divulgative dell'INAF-Teramo:

Durante il periodo di svolgimento delle suddette attività è stato inoltre possibile partecipare all'organizzazione degli eventi culturali promossi dall'INAF-Teramo, in particolare "Notte dei ricercatori 2014", Inaugurazione del Laboratorio Didattico, etc. etc., per cui sono stati realizzati anche materiali informativi e grafici utili agli eventi.



Attività di formazione scientifica, divulgazione e orientamento per studenti delle scuole secondarie abruzzesi

di Alessandra Di Cecco

Attività svolte:

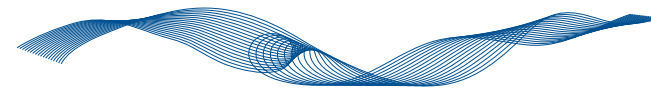
1. Organizzazione e coordinamento delle attività per la cerimonia di inaugurazione del 'Laboratorio Didattico', riservata alle autorità politiche e amministrative, in data 28 Giugno 2014.
2. Organizzazione e coordinamento delle attività per l'apertura del 'Laboratorio Didattico', riservata alle scuole della provincia di Teramo. Alla manifestazione sono stati presenti 300 studenti.
3. Organizzazione e coordinamento delle attività de 'La Notte dei Ricercatori' in data 26 Settembre 2014, sia per gli eventi realizzati al mattino presso l'Università di Teramo, sia per gli eventi serali presso l'Osservatorio.
4. Creazione e mantenimento della pagina dell'OATE nell'ambito di contesti multimediali (Facebook, LinkedIn); gestione delle relazioni con il pubblico attraverso l'indirizzo e-mail divulgazione@oa-teramo.inaf.it.
5. Gestione dell'ampliamento audio-visivo del "Laboratorio Didattico" attraverso l'acquisto di materiale presso i negozi virtuali dell'European Southern Observatory (ESO) e dell'Hubble Space Telescope della NASA (HST/NASA).
6. Scrittura ed invio di articoli per la stampa riguardanti le attività svolte in Osservatorio.
7. Studio dell'accreditamento dei fondi della FSE, FESR e sovvenzioni regionali per la continuità delle attività di divulgazione. Scrittura ed invio di articoli per la stampa locale, riguardanti le attività svolte in Osservatorio.

8. Co-organizzatrice e relatrice dell'evento 'Dall'Abruzzo alla conquista dello Spazio', organizzato presso l'Università degli Studi di Teramo in data 5 Dicembre 2014, in occasione della consegna della pergamena al merito del project engineer di Euclid dell'ESA.
9. Guida agli studenti delle scuole primarie e secondarie in visita presso il Laboratorio Didattico dell'OATe (il calendario delle visite è consultabile alla pagina http://www.oa.teramo.inaf.it/ita/index.php?option=com_content&task=view&id=339&Itemid=137).
10. Membro attivo della giuria per le Olimpiadi di Astronomia, per le fasi di preselezione e di gara interregionale. Partecipazione alla giornata della prova scritta ed alle correzioni dei compiti.
11. Attività di diffusione via web del video dell'eclissi di Sole in data 20 Marzo 2015. Attualmente si contano sulla pagina Facebook più di 26,000 contatti di visualizzazione.
12. Partecipazione ai progetti di divulgazione e didattica finanziati con fondi Legge 6/2000 e Progetto di Interesse Nazionale (PDIN) INAF, ed alle riunioni del personale staff dell'OATe per la pianificazione dei progetti nell'anno 2015.
13. Stesura del progetto di osservazione di 'Space Debris' dall'OATe, e partecipazione all'incontro, tenutosi al Centro di Geodesia Spaziale di Matera, tra rappresentanti dell'Agenzia Spaziale Italiana e del Dipartimento di Ingegneria Aerospaziale dell'Università 'La Sapienza' di Roma. Realizzazione di test osservativi di space debris con il Teramo Normale Telescope (TNT).
14. Stesura del progetto di Master in 'Politiche dello Spazio' da realizzare in collaborazione con l'Università di Teramo. In particolare, sono stati studiati e descritti i target, la mission, i corsi scientifici, i costi, ed i relativi partner istituzionali (ASI) ed industriali. Il progetto è in fase di realizzazione.
15. Stesura del progetto intitolato 'Centro Dati Astronomico' da realizzare presso l'OATe. In particolare, è stato descritto la mission, i costi ed i relativi partner industriali, nonché la possibilità di evolvere verso un centro non solo d'archivio ma di analisi di big-data. Il progetto è tuttora in fase di realizzazione.
16. Studio di fattibilità dell'accreditamento della Struttura per partecipare direttamente ai bandi di fondi FSE della Regione Abruzzo. Inoltre, studio dei bandi FESR e di altre sovvenzioni regionali per la continuità delle attività di divulgazione. Studio dei bandi H2020 per il settore spaziale. Lo studio è tuttora in fase di realizzazione.
17. Partecipazione su fondi dell'ASI Science Data Center (ASDC) al meeting 'Star Formation Across Space and Time' ad ESTEC, in Olanda, con contributo di un poster.
18. Pubblicazione dei risultati del lavoro 'Herschel FIR observations of the Giant HI region NGC3603', Di Cecco et al., 2015, ApJ, 799, 100.
19. Sottomissione a rivista referata dell'articolo 'On the absolute age of the metal-rich globular M7 I(NGC6838): I. Optical Photometry. (Di Cecco et al submitted

ad AJ).

20. Seminario tenuto presso ASDC a Roma (diapositive consultabili sul sito web della struttura in questione).

21. Collaborazione con ASDC per la realizzazione di pipeline di processamento per i dati del satellite Gaia con metodi di Big-Data mining.



Determinazione delle caratteristiche chimico-fisiche delle popolazioni stellari vicine - applicazione allo studio delle a grandi distanze

di Cantiello Michele

Durante il primo semestre l'attività di ricerca è stata focalizzata sullo studio delle popolazioni stellari non risolte appartenenti a sistemi satellite di galassie ellittiche brillanti. Per tale studio ha utilizzato dati della survey a grande campo VEGAS, "VST Survey of Elliptical Galaxies in the Southern Hemisphere". La survey si propone di studiare le propri età di galassie ellittiche brillanti in vari ambienti, per analizzare la distribuzione della luce, e quindi della massa, fino a circa -10 raggi effettivi. VEGAS è una survey GTO-INAF (guaranteed time observations), ed ha già ottenuto dati per circa 20 galassie brillanti, nei filtri gri e, per target specifici, anche in banda u. Nel quinquennio 2012-2017 VEGAS osserverà circa 80 altre galassie. La prima fase di studio dei sistemi di popolazioni stellari satellite (SSPS di seguito) della galassia NGC3115, è già stata accettata per la pubblicazione sulla rivista specialistica peer-reviewed Astronomy and Astrophysics: "VEGAS-SSS. A VST survey of elliptical galaxies in the southern hemisphere: analysis of small stellar systems. Testing the methodology on the globular cluster system in NGC3115". In questo lavoro, svolto in collaborazione con vari esperti del settore, sono state descritte le fasi di data reduction e analysis che verranno adottate per lo studio di SSPS in altre galassie della survey VEGAS. Attualmente sto elaborando, in collaborazione con altri membri del team VEGAS, il piano di elaborazione ed analisi dati per i target già osservati e pronti per lo studio. Durante il periodo dell'assegno, ho partecipato a vari congressi e workshop:

- The evolution of stellar populations in globular clusters & early-type galaxies (Yonsei University, Seoul, South Korea, Giugno 2014);
- The extragalactic distance scale (MIAPP, Garching bei Munchen, Germania,

Maggio 2014);

- The Universe of Digital sky surveys (Osservatorio di Capodimonte, Napoli, Novembre 2014).

Ha inoltre fatto parte del Local Organizing Committee della scuola internazionale di astrofisica Francesco Lucchin tenutasi a Teramo dal 9 al 13 dicembre 2014. Infine, in varie occasioni, ho contribuito a manifestazioni di vario genere, finalizzate alla divulgazione di tematiche di astronomia.

Durante il secondo semestre del progetto "Determinazione delle caratteristiche chimico fisiche delle popolazioni stellari vicine - applicazione allo studio delle popolazioni a grandi distanze" l'attività di ricerca è stata focalizzata sullo studio delle popolazioni stellari non risolte appartenenti a sistemi satelliti di galassie ellittiche brillanti, al fine di ottimizzare le procedure già sviluppate nella fase precedente del progetto. Utilizzando i dati della survey a grande campo VEGAS, "VST Survey of Elliptical Galaxies in the Southern hemisphere", sono state analizzate le proprietà di galassie ellittiche brillanti in vari ambienti.

VEGAS è una survey GTO-INAF (guaranteed time observations), ed ha già ottenuto dati per circa 20 galassie brillanti, nei filtri gri e, per target specifici, anche in banda u. Nel quinquennio 2012-2017 VEGAS osserverà circa 80 altre galassie.

Questa seconda fase di studio dei sistemi di popolazioni stellari satellite (SSPS di seguito) della galassia NGC3115, segue la pubblicazione sulla rivista Astronomy and Astrophysics, di un lavoro dal titolo "VEGAS-SSS. A VST survey of elliptical galaxies in the southern hemisphere: analysis of small stellar systems. Testing the methodology on the globular cluster system in NGC3115" (Cantiello M., et al., A&A, voi. 576). A questa pubblicazione vanno aggiunte le altre due: "VEGAS-SSS: A VST Programme to Study the Satellite Stellar Systems around Bright Early-type Galaxies" recentemente pubblicata su "The ESO Messenger", e "VEGAS-SSS. A VST Early-type Galaxy Survey: analysis of Small Stellar Systems" che verrà pubblicata per i proceedings del congresso "The universe of digital sky surveys" (Napoli, 24-28 Novembre, 2014). In questi lavori, in collaborazione con vari esperti del settore, ho presentato le fasi di data reduction, data analysis che verranno adottate per lo studio di SSPS in altre galassie della survey VEGAS. Attualmente in collaborazione con altri membri del team VEGAS, prosegue l'analisi dei dati di target già osservati e pronti per lo studio, fra questi vanno citate le galassie NGC4472 e NGC1399 appartenenti ai due cluster di galassie più ricchi e vicini al sistema di galassie a cui appartiene la Via Lattea, il Gruppo Locale, ovvero gli ammassi Virga e Fornax.

Durante questo semestre, inoltre, è proseguito il contributo a manifestazioni finalizzate alla divulgazione di tematiche di astronomia.

Caratterizzazione spettro-fotometrica delle popolazioni stellari delle galassie nane del Gruppo Locale"

di Michele Fabrizio

Nell'ambito dell'assegnio di ricerca "Caratterizzazione spettro-fotometrica delle popolazioni stellari delle galassie nane del Gruppo Locale", ho avuto l'occasione di partecipare a diversi progetti scientifici finalizzati alla crescita professionale/formativa. In particolare l'attività svolta ha consentito l'apprendimento e l'applicazione di varie tecniche osservative spettro-fotometriche (fotometria multi banda, spettroscopia ad alta e bassa risoluzione) per l'analisi delle popolazioni stellari di galassie nane. Fotometria multibanda: l'esperienza mi ha permesso di prendere parte ad un'ampia collaborazione internazionale, che vede coinvolto anche l'Istituto de Astrofisica de Canarias (Spagna), con la quale ci si è confrontati per una pubblicazione scientifica sull'analisi delle popolazioni stellari presenti nella galassia nana Carina. In particolare si è curata la misura della metallicità delle stelle correlandola ad altre proprietà delle diverse popolazioni stellari. Spettroscopia a bassa risoluzione: al momento della presa servizio si aveva a disposizione migliaia di spettri a bassa risoluzione raccolti con lo spettrografo VIMOS@VLT, per le galassie Carina e Sculptor. È stata sviluppata una tecnica di analisi dati automatica in grado di determinare, con la massima accuratezza possibile per tale strumento, le velocità radiali di oltre 1400 stelle in diverse fasi evolutive. Tale tecnica ha consentito di misurare le velocità delle stelle appartenenti puramente alla popolazione più antica di queste galassie. L'estensione dell'assegnio di ricerca ha permesso di completare l'analisi dei risultati, riscontrando diverse peculiarità cinematiche correlate alle varie popolazioni stellari appartenenti alle due galassie nane. Questi importanti risultati verranno a breve presentati alla comunità scientifica in una prossima pubblicazione, attualmente in fase di stesura.

Gli ultimi sviluppi hanno consentito, inoltre, di mettere in evidenza, per la prima volta in una galassia nana, le caratteristiche spettroscopiche delle stelle variabili RR Lyrae. Spettroscopia ad alta risoluzione: durante l'attività sono stati riuniti i dati spettroscopici disponibili sull'archivio ESO per la galassia nana Carina. Si è giunti a collezionare più di 30.000 spettri, raccolti con due diversi spettrografi, installati ai telescopi cileni da 8 metri di Cerro Paranal, ciascuno utilizzando due diversi setup strumentali. La riduzione ed analisi è stata mirata ad ottenere il più ampio omogeneo di abbondanze chimiche per questa galassia, investigando per la prima volta la chimica delle stelle di età intermedia, in fase di bruciamento centrale di elio. In particolare, l'analisi chimica ha coinvolto gli elementi del cosiddetto gruppo degli "alpha", fondamentali diagnostici per studiare l'evoluzione chimica di un sistema così complesso. Si è stati guidati dal tutor nell'interpretazione dei risultati ottenuti



e dei possibili risvolti teorici evolutivi. Questo settore di ricerca ha prodotto un articolo – sottomesso alla rivista “Astronomy & Astrophysics” ed accettato per la pubblicazione- in cui è stata mostrata una correlazione tra l’età delle popolazioni stellari e le relative abbondanze “alpha”. Si è dimostrata, inoltre, la presenza di una correlazione tra le abbondanze di sodio ed ossigeno, evidenza esattamente contraria a quanto si osserva negli ammassi globulari galattici. Le tecniche di analisi, sviluppate nell’ambito del progetto, si sono rivelate molto affidabili e facilmente applicabili allo studio anche di altri elementi chimici. L’estensione dell’assegno di ricerca ha consentito di portare avanti l’analisi – sui medesimi dati spettroscopici dei cosiddetti elementi da cattura neutronica lenta e rapida, traccianti dell’inquinamento chimico prodotto dalle stelle massive nelle prime fasi di formazione della galassia in oggetto. I risultati della completa analisi chimica della galassia Carina che si sono ottenuti mostrano un complesso scenario di arricchimento chimico, la cui interpretazione richiede ulteriori studi ed approfondimenti. Tuttavia la formazione che si è ricevuta nell’ambito del Progetto “Sistema Sapere e Crescita”, consentirà di portare a termine in modo autonomo l’interpretazione dei dati osservati e di pubblicarne a breve i risultati.

Sezione CFA





Interazioni di neutrini di bassa energia nei rivelatori di materia oscura

di Andrea Gallo Rosso

Dal 29 marzo 2015 sto usufruendo di una borsa di studio per laureandi magistrali nell'ambito del progetto Sistema Sapere e Crescita finanziato dal Fondo Sociale Europeo del Piano Operativo della Regione Abruzzo e, in particolare, nell'ambito delle attività del Centro di Fisica Astroparticellare dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS).

L'attività è incentrata, da una parte, sullo studio teorico delle interazioni dei neutrini di bassa energia – qualche megaelettronvolt (MeV) – e, dall'altra, sul segnale sperimentale che essi possono generare in un rivelatore di materia oscura. Benché siano di per sé particelle estremamente leggere ed elusive, negli ultimi decenni la fisica del neutrino ha compiuto passi da gigante, portando alla rivelazione ed identificazione di neutrini provenienti da diverse sorgenti naturali, non da ultimi quelli riconosciuti come provenienti dall'esplosione della supernova SN-1987A.

Una supernova è generata da una stella massiccia quando giunge alla fine della sua esistenza e il nucleo non è più in grado di sostenere le reazioni termonucleari necessarie a contrastare il collasso gravitazionale degli strati più esterni. Questo meccanismo genera instabilità ed – a cascata, attraverso processi che non sono del tutto compresi – una violenta esplosione visibile da grandissima distanza. Benché tale spettacolo generi per un breve periodo una luminosità pari a quella generata da una galassia intera, la quasi totalità dell'energia (dell'ordine di 3×10^{39} kW h) non è emessa come radiazione elettromagnetica bensì in neutrini. Data questa enorme quantità, tale fenomeno è perfetto per studiare a fondo le proprietà dei neutrini.

Se le esplosioni di supernova sono abbastanza frequenti nell'Universo, non è altrettanto probabile osservarne una ad una distanza sufficientemente prossima tale da rendere possibile una rivelazione diretta: non avendo controllo diretto sulla sorgente bisogna essere sempre pronti. Per quanto gli stessi LNGS possano contare sulla costante presenza del Large Volume Detector (LVD), rivelatore che dal 1992 è in attesa di rivelare uno di quei rari eventi, è interessante capire se – incidentalmente – esso possa essere affiancato da rivelatori costruiti per la ricerca di materia oscura, progettati quindi per particelle altrettanto elusive ma di cui, a differenza dei neutrini, non si ha ancora evidenza diretta.

I rivelatori di materia oscura usano prevalentemente nuclei pesanti, come argo o xeno, che hanno lo svantaggio di rendere sfavorevole la cinematica – il rinculo generato da un neutrino è molto inferiore di quello che genererebbe la (ipotetica) particella di materia oscura che si sta cercando. D'altra parte, tuttavia, i neutrini interagirebbero grazie alla diffusione coerente mediata dal bosone Z delle interazioni deboli, la quale presenta un andamento proporzionale al quadrato del

numero dei neutroni in gioco; ciò giustifica (almeno in parte) la necessità di uno studio teorico approfondito.

La teoria da sola, però, non basta: una volta identificata l'interazione, il modo con cui l'energia viene depositata nel rivelatore e la sua quantità è necessario conoscere in dettaglio lo specifico strumento con cui si ha a che fare per capire se possa essere generato un segnale. A questo proposito è di fondamentale importanza la conoscenza delle minime soglie di rinculo nucleare rivelabile, proprio in merito della cinematica che tanto sfavorisce i neutrini. L'ultimo passo, infine, consiste nel determinare il numero totale di interazioni per capire quanto tale segnale possa ergersi sopra al rumore di fondo, in alcuni casi causato addirittura da altri neutrini (come quelli generati dal Sole).

Per quanto l'esperienza personale mi porti ad essere coinvolto nell'esperimento Xenon1T, l'intenzione di questa analisi è rimanere più generale possibile, in modo che possa essere utile anche ad esperimenti come Cresst o DarkSide. Da questo punto di vista la realtà dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso, forse unica nel suo genere, permette di portare avanti un profondo approccio fenomenologico toccando di volta in volta tutti i passaggi del metodo scientifico, in un atteggiamento sempre di grande apertura mentale.



Resoconto attività svolte nell'ambito del CFA

di Andrea Mammarella

Ho preso servizio ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso (LNGS) in qualità di assegnista di ricerca nell'ambito del Progetto Sistema Sapere e Crescita nel luglio 2014. Durante il mio servizio ho svolto ricerca scientifica in due ambiti: la fisica delle particelle elementari all'interno della materia e la fisica delle onde gravitazionali. Nell'ambito della fisica delle particelle elementari all'interno della materia ho studiato le proprietà di una classe di particelle chiamate mesoni. Ho svolto tali studi in collaborazione con Massimo Mannarelli. La metodologia di lavoro che abbiamo scelto per affrontare questi problemi è stata quella delle Teorie di Campo. Si tratta di un formalismo matematico molto solido (per fare un esempio è stato utilizzato per costruire il Modello Standard, che è la teoria più completa attualmente nota riguardante le particelle elementari) ma che non è facile applicare alle particelle nella materia a causa delle difficoltà matematiche ad esprimere la relazione tra le particelle e la materia in cui sono immerse. Per superare queste difficoltà abbiamo utilizzato una classe di teorie approssimate chiamate "Chiral Perturbation



Theory". Abbiamo utilizzato tali strumenti matematici per studiare le masse ed i decadimenti dei mesoni. Abbiamo trovato che all'interno della materia tali proprietà sono diverse rispetto al caso in cui tali particelle siano libere. Le loro masse cambiano a seconda della materia in cui sono immerse: abbiamo eseguito il loro calcolo completo, rendendo precisa la relazione tra queste masse ed il tipo di materia in cui si trovano i mesoni.

Esempi di tali masse sono mostrate nella figura 1. Per quanto riguarda le loro reazioni nucleari, abbiamo calcolato che reazioni nucleari (ben note da studi passati) che riguardano i mesoni nel vuoto, hanno una diversa probabilità di avvenire nel caso in cui gli stessi mesoni siano all'interno della materia, come ad esempio i decadimenti dei pioni in coppie $I^- \bar{\nu}_l$ e $I^+ \nu_l$ nella figura 2. Abbiamo inoltre trovato che all'interno della materia avvengono diverse reazioni che sono proibite all'esterno: abbiamo studiato in dettaglio alcune di esse, come il decadimento $\pi^0 \rightarrow \pi^+ \mu^- \bar{\nu}_\mu$. La nostra previsione al riguardo è mostrata nella figura 3. Ora il nostro scopo è applicare questi risultati a sistemi osservabili, come per esempio la radiazione cosmica, ed estenderli includendo gli adroni. Nell'ambito dello studio delle onde gravitazionali ho lavorato con Luigi Pilo dell'Università de l'Aquila su modelli che modificano la gravità inserendo una massa per la particella che dovrebbe essere responsabile della propagazione delle onde gravitazionali, il gravitone. Tale assunzione può essere importante per studiare deviazioni dalla teoria della gravitazione di Einstein e per mettere dei limiti sulla massa del gravitone. Abbiamo quindi studiato le caratteristiche della radiazione gravitazionale in questa situazione, scomponendola nei cosiddetti multipoli. Il nostro scopo è di verificare se modificando la struttura della teoria gravitazionale si possono ottenere multipoli di ordine inferiore al secondo. Questo può essere interessante perché un risultato ben noto della teoria di Einstein è che i multipoli di ordine inferiore al secondo sono nulli, per cui i multipoli di ordine zero o uno possono dirci molto sulla

struttura di queste teorie che estendono quella di Einstein. Questo studio è ancora in corso. Inoltre, nell'ambito del Centro di Fisica Astroparticellare (CFA) sono stato tra gli organizzatori della serie di lectures denominata "Lectures on double beta decay", che si sono tenute ai LNGS nei giorni 25-26/06/2015. Tali lectures hanno coperto lo stato attuale della ricerca sul doppio beta, sia dal punto di vista teorico che dal punto di vista sperimentale. Per la parte teorica è stato invitato Fedor Simkovic, che ha tenuto lezioni sui metodi a molti corpi per il calcolo degli elementi di matrice nucleare relativi al decadimento doppio beta, e Carlo Bucci, che ha svolto una lezione sullo stato attuale e sulle prospettive future della ricerca sperimentale in questo campo.

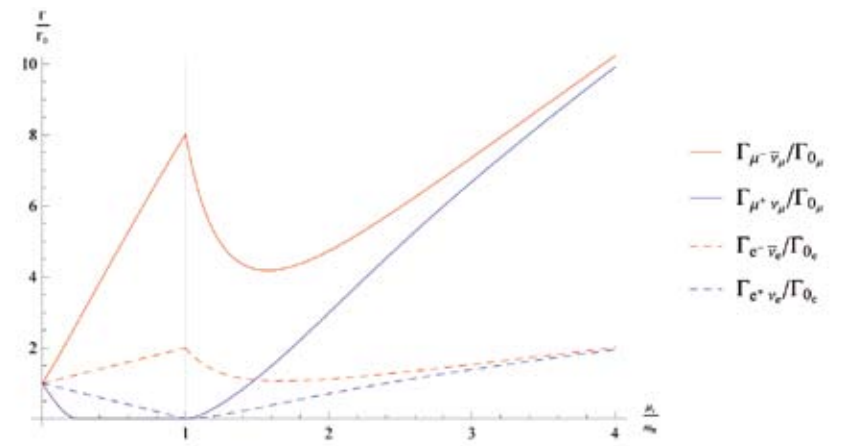
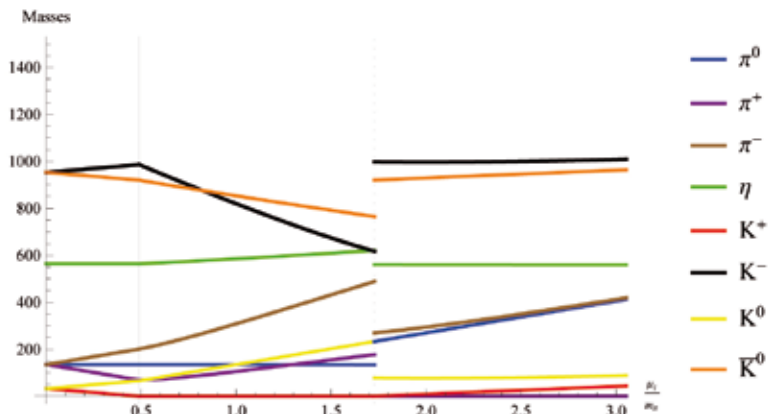


Figura 2: Decadimento di pioni carichi in $I^- \bar{\nu}_l$ e $I^+ \nu_l$

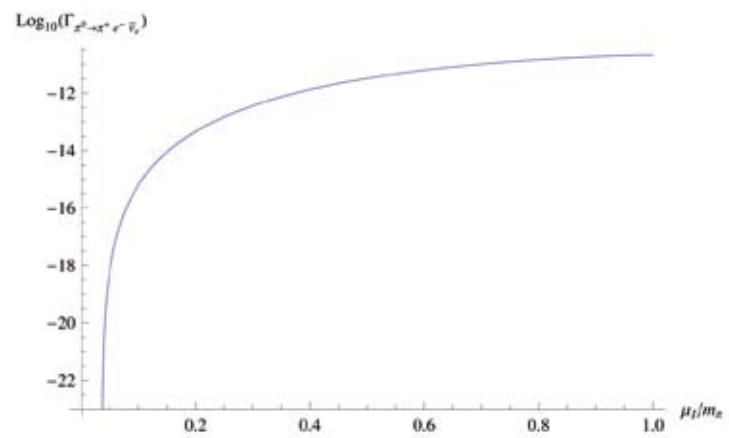


Figura 3: Decadimento del pione neutro in $\pi^+ \mu^- \bar{\nu}_\mu$

Relazione pubblicazione finale

di Clara Taruggi

La mia attività di tesi si svolge presso i Laboratori del Gran Sasso e riguarda lo studio di un fenomeno nucleare raro detto decadimento doppio β . Lo studio di questo fenomeno è importante per ottenere informazioni sul neutrino. Un decadimento doppio β è un processo che avviene in un nucleo in seguito alla trasformazione di due neutroni in due protoni con l'emissione di due elettroni e di due antineutrini;

Questo processo è stato osservato in vari esperimenti ed è ben spiegato nell'ambito del Modello Standard delle particelle che prevede che il neutrino sia una particella di massa nulla e che nelle reazioni nucleari il numero leptonico si conservi. Alcuni esperimenti recenti tuttavia hanno evidenziato un fenomeno noto come oscillazione dei neutrini che può essere spiegato solo ammettendo che il neutrino ha una massa che, seppure molto piccola, deve essere diversa da zero. Questi risultati aprono allora una nuova prospettiva. Se infatti il neutrino ha massa, il decadimento doppio β può avvenire anche senza che nel processo vengano emessi antineutrini. Questo processo, se osservato, può permettere di misurare il valore della massa del neutrino. Inoltre tale processo violerebbe la conservazione del numero leptonico e sarebbe una prova che il neutrino è un cosiddetta particella di Majorana, ossia una particella che è anche al sua stessa antiparticella, come previsto dalla teoria del noto fisico.

Gli esperimenti di decadimento doppio β servono dunque a sondare la natura del neutrino.

Nella mia attività di tesi, sto partecipando allo sviluppo di alcuni rivelatori che saranno impiegati per la ricerca di decadimenti doppio β . Le misure cui partecipo sono condotte nell'ambito del progetto DAMA presso i Laboratori del Gran Sasso. Queste misure vengono eseguite nell'apparato DAMA/Crys, un apparato di basso fondo per la misure di rivelatori prototipo ed esperimenti di piccola scala. Poiché il decadimento doppio β in assenza di neutrini si configura come un processo estremamente raro, l'esperimento che ne ricerca evidenze sperimentali deve essere realizzato in modo tale da limitare quanto più possibile la presenza di processi che costituiscono il fondo. La radiopurezza dei componenti utilizzati per la costruzione dell'esperimento risulta quindi un elemento imprescindibile per l'esito positivo della ricerca. Su tale criterio è stato improntato il lavoro cui partecipo, che consiste nella misura del fondo di un cristallo di tungstato di zinco $ZnWO_4$, al fine di identificarne i principali contaminanti in previsione di una possibile ulteriore purificazione e successivo utilizzo in esperimenti di rivelazione.

Credits



Aziende, enti di ricerca e università

L'intervento Lab_GS_Orienta è stato realizzato in collaborazione con INAF, Osservatorio Astronomico di Teramo

INAF



ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
 OSSERVATORIO ASTRONOMIC DI TERAMO

Green Lab Group Spoltore (PE)
 Scarcia Luca srl
 Intecs L'Aquila
 Elettronica srl Corropoli (TE)
 SEA Servizi Energia Ambiente L'Aquila
 La Casa Attiva – Società di ingegneria S.r.l. Teramo
 Quality Service S.r.l. Chieti
 Dompè Farmaceutici L'Aquila
 NOVATEC S.r.l. L'Aquila
 MTA Atomki Ungheria

Confartigianato Abruzzo Chieti

CERN
 UNIVAQ - DIIE

Ringraziamenti

Si ringraziano tutti coloro che, a vario titolo, hanno reso possibile la realizzazione del Progetto "Sistema Sapere e Crescita"

Redazione a cura di
 Monica De Simone
 Franca Masciulli

Contributi

Roberta Antolini
 Marina Baglioni
 Carlo Bucci
 Roberto Buonanno
 Michele Cantiello
 Sabrina Ciprietti
 Giacomo Cirotti
 Valerio Conicella
 Caterina Cordoni
 Monica De Simone
 Ivan Di Antonio
 Federica Di Blasio
 Matteo Di Carlo
 Alessandra Di Cecco
 Mattia Di Cicco
 Tommaso Di Rino
 Alba Formicola
 Andrea Gallo Rosso
 Alessandra Giusti
 Andrea Mammarella
 Franca Masciulli
 Fabrizio Michele
 Mafalda Musti
 Giulia Pagliaroli
 Annalisa Palozzo
 Claudia Paris
 Stefano Ragazzi
 Maria Teresa Ranalli
 Davide Sablone
 Eleonora Sasso
 Marinella Sclocco
 Daniele Scoccia
 Clara Taruggi
 Maurizio Valleriani
 Dario Verzulli
 Giuseppina Zacchia

Grafice e impaginazione
DG Promotion S.r.l. - L'Aquila
www.dgpromotion.it

Stampato nel mese di settembre 2015 presso
Arti Grafiche Aquilane - L'Aquila



Laboratori Nazionali del Gran Sasso

LABORATORI NAZIONALI DEL GRAN SASSO - INFN

Servizio Alta Formazione

altaformazione@lngs.infn.it - 0862 437 231

<http://saperecrescita.lngs.infn.it>



AltaFormazioneL



altaformazionegs



Alta Formazione al Gran Sasso