

# Laboratorio di fisica terrestre

La storia del Laboratorio di fisica terrestre inizia negli anni 70 al Liceo di Lugano, dove il gruppo di fisica organizza settimanalmente un «Seminario»: un docente presenta un argomento scientifico, che viene commentato e discusso dal gruppo. Si tratta di una forma di aggiornamento permanente dei docenti, che mantiene vivo il loro interesse per la scienza. Il passo successivo sarà un contributo attivo di ricerca, con lavoro di gruppo, su un problema di attualità.

Lo spunto è venuto dall'Ufficio geologico cantonale, che richiedeva una consulenza per dei problemi di geofisica.

Perciò, nel 1975, un gruppo di 5 docenti di Lugano decide di riunirsi settimanalmente, durante il proprio tempo libero, per lavorare insieme ad un progetto scientifico. L'argomento è di grande attualità: modelli di simulazione matematica. Si tratta di questo: lo sviluppo delle moderne macchine da calcolo (computers) e della scienza ad esse collegata (informatica), ha reso possibile l'applicazione delle leggi della fisica allo studio di fenomeni naturali molto complessi che avvengono sul nostro pianeta. Fenomeni quali, ad esempio, il movimento delle acque sotterranee, dei fiumi, dei laghi, degli oceani, dei venti. La fisica passa, dallo studio del fenomeno nel laboratorio scientifico, a quello del fenomeno in scala «terrestre». Questa evoluzione è solo incominciata e non se ne vedono i limiti: sta coinvolgendo altre scienze e potrebbe portare ad una comprensione unitaria di certi fenomeni naturali. L'iniziativa dei 5 docenti viene appoggiata dal Consiglio di Stato, che istituisce, nel marzo 1975, il «Laboratorio di fisica terrestre» (LFT) presso l'Istituto cantonale tecnico sperimentale (ICTS) di Trevano. Nel 1978 i collaboratori del LFT divengono 6 e, nel 1981, il Laboratorio viene integrato nell'ICTS, dove i collaboratori lavorano due giorni settimanali, mantenendo l'insegnamento per gli altri tre giorni. Il gruppo è composto da tre fisici (Dario Bozzolo, Giorgio Salvadè, Febo Zamboni), due ingegneri (Renato Pamini, Carlo Spinedi), un matematico (Fabio Solcà). Il coordinamento scientifico del gruppo è svolto dall'ICTS, dall'Ufficio geologico cantonale e dall'Ufficio dell'energia.

L'attività del LFT è riassunta nei «Dati di base settoriali» inclusi nel Piano direttore cantonale:

## Dati di base per questionario piano direttore

### 1. Campo di attività

1.1 Il Laboratorio di fisica terrestre è un organismo che svolge un'attività scientifica di ricerca, come complemento al lavoro di altri Enti dello Stato, al fine di permettere un miglioramento degli interventi dei vari servizi.

### 1.2 Settori d'intervento:

- A. *Geofisica*
- B. *Idrologia*
- C. *Energia solare e risparmio energetico*
- D. *Informatica*
- E. *Prove di materiali*

### 1.3 Obiettivi dei settori d'intervento:

#### A. *Geofisica:*

- a) Analisi della dinamica dei franamenti e valutazione del grado di pericolosità del territorio.
- b) Studio della termica delle acque sotterranee.
- c) Impiego di misure geofisiche per la conoscenza del territorio (prospezioni geoelettriche).
- d) Controllo della propagazione delle vibrazioni nei terreni e nelle costruzioni.

#### B. *Idrologia:*

- a) Analisi idrodinamica dei laghi al fine di prevederne l'evoluzione.
- b) Modelli di simulazione del lago di Lugano e confronto dei risultati con le misure limnologiche effettuate dal Laboratorio di studi ambientali.
- c) Applicazione di un modello matematico per simulare l'effetto di una piena di un fiume sul territorio.

#### C. *Energia solare e risparmio energetico:*

- a) Determinazione sperimentale del comportamento a lungo termine di cellule fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.
- b) Ottimizzazione dei criteri di isolamento degli edifici e controllo della loro efficacia.

#### D. *Informatica:*

Sviluppo di programmi di calcolo necessari per raggiungere gli obiettivi dei settori d'intervento.

#### E. *Prove dei materiali:*

Razionalizzazione delle tecniche di misura dell'ICTS ed elaborazione sintetica dei risultati.

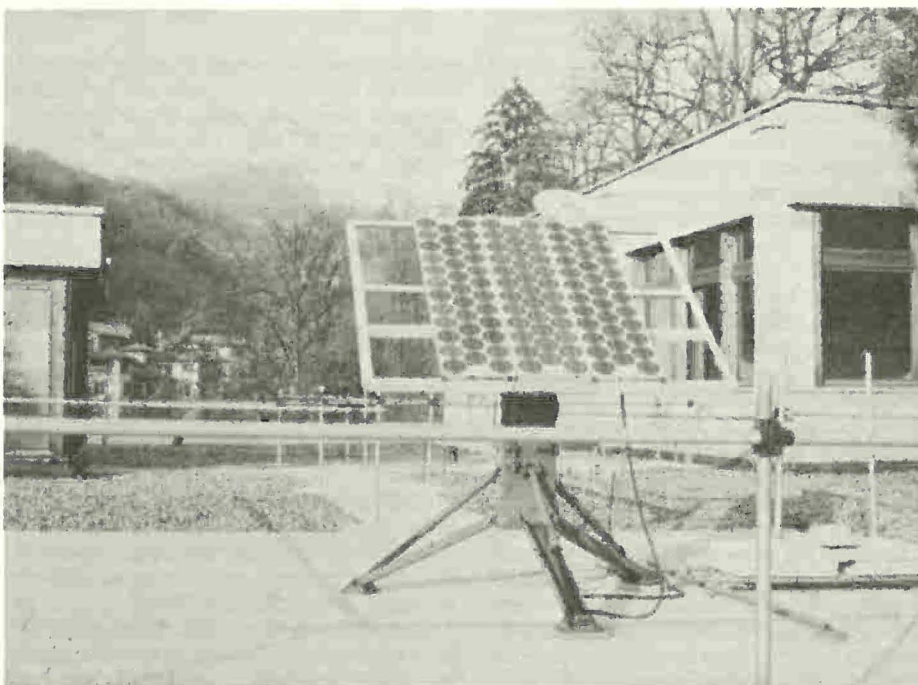


Fig. 1: Centro di calcolo del Laboratorio di fisica terrestre

Gli obiettivi possono così essere commentati:

**GEOFISICA:** progetto a): è stato intrapreso uno studio teorico, richiesto dall'Ufficio geologico cantonale, per calcolare la probabilità della caduta di sassi, su zone sottostanti a pareti rocciose instabili. Un modello matematico di simulazione calcola le traiettorie ed i rimbalzi dei singoli sassi e ne disegna la traccia su un profilo della zona. In tal modo è possibile progettare dei ripari che arrestino i sassi. L'Ufficio cantonale delle strade nazionali si è interessato del lavoro ed ha affidato in incarico al LFT per uno studio approfondito ed una estensione del modello, per consentire la sua applicazione a situazioni più complesse, in modo da agevolare la progettazione delle protezioni delle strade in zone esposte.

Fig. 2: Impianto solare fotovoltaico sperimentale.



Progetto b): Su incarico dell'Ufficio geologico cantonale, il LFT si è occupato dello studio della termica delle acque sotterranee, sia dal lato sperimentale; costruendo una sonda per misurare la temperatura nei pozzi, che dal lato teorico, contribuendo alla applicazione di un modello matematico che consente di prevedere la distribuzione della temperatura nella falda acquifera. Il problema è attuale per la concessione di permessi di sfruttamento termico delle acque sotterranee per il riscaldamento di edifici, mediante pompe termiche.

Progetto c): Le prospezioni geoelettriche sono una tecnica per la conoscenza del sottosuolo, al fine di ricavare informazioni sulla sua struttura geologica ed individuarne le risorse (ad esempio acqua potabile). Il LFT svolge un'attività di consulenza per l'Ufficio geologico cantonale, sia per l'aggiornamento delle apparecchiature, che per l'interpretazione delle misure.

Progetto d): Il controllo delle vibrazioni provocate da spari di mine o da macchine sulle costruzioni è effettuato dall'ICTS. Il LFT si occupa della messa a punto delle apparecchiature di misura.

**IDROLOGIA:** Progetto a): Dal 1977 il LFT partecipa al programma nazionale di ricerca «Wasserhaushalt» del Fondo Nazionale svizzero per la ricerca scientifica, con un credito di circa 200 mila franchi per 5 anni. Il contributo del LFT consiste nello sviluppo di modelli matematici per la simulazione della circolazione delle acque dei laghi. In particolare, il modello elaborato viene applicato al bacino nord del Ceresio ed interpreta l'idrodinamica del lago, tenendo conto di tutti gli scambi energetici: vengono simulati tutti i fenomeni termici e dinamici quali la radiazione solare, i venti, gli affluenti. Il bacino è suddiviso in circa 3000 celle di calcolo, nelle quali vengono applicate le equazioni della fisica per periodi di tempo corri-

spondenti a diversi giorni. I risultati forniscono l'insieme delle velocità di spostamento delle acque e la distribuzione della temperatura nel bacino. Essi vengono quindi confrontati con le misure sperimentali della campagna di misure dell'estate 1979, effettuate dal LFT in collaborazione con l'Istituto di idrologia del Politecnico di Zurigo. Un'altra applicazione del modello è la simulazione del prelievo di calore da un lago mediante pompe termiche. Questo lavoro è stato presentato al Congresso sulle pompe termiche di Losanna, nel maggio 1980 e pubblicato a cura dell'Ufficio federale per l'economia energetica. Il modello prevede che il prelievo di calore dalle acque profonde provochi una circolazione delle acque del bacino, che potrebbe risultare utile per il risanamento di laghi eutrofici.

Progetto b): Il modello del lago Ceresio verrà completato in modo da comprendere anche parametri chimici e quindi essere in grado di simulare la distribuzione delle sostanze nel bacino, in funzione della loro immissione dagli affluenti. Questo lavoro viene effettuato in collaborazione con il Laboratorio di studi ambientali, che si occupa, per incarico della Commissione internazionale delle acque italo-svizzere, delle misure di controllo del Ceresio.

Progetto c): Un modello matematico elaborato dal LFT permette di simulare fenomeni idrodinamici veloci, per tempi brevi. Il modello può, per esempio, simulare l'onda d'urto di una massa d'acqua che cade lungo un pendio. Il modello è già stato utilizzato per simulare l'onda provocata da una frana improvvisa nel Walensee. Il progetto prevede di utilizzare questo modello per simulare l'onda di piena di un fiume e tracciare la zona interessata dall'alluvione.

**ENERGIA SOLARE e risparmio energetico:** Progetto a): Da qualche anno il LFT si interessa anche di energie alternative per incari-

co del Dipartimento dell'Ambiente. Un piccolo impianto fotovoltaico è in funzione a Trevano da un anno e raccoglie dati relativi al rendimento elettrico di sei pannelli di cellule solari da 30 watt.

Nello scorso anno, l'Ufficio cantonale dell'energia ha preparato, in collaborazione con lo Studio del dott. T. Celio di Ambri, il progetto di un grande impianto sperimentale fotovoltaico. Il progetto (TISO 15) ha ricevuto il finanziamento del Fondo Nazionale svizzero per l'energia e verrà realizzato sul tetto della STS di Trevano. Dalla prossima estate produrrà 15 kw di energia elettrica, convertita in corrente alternata, per essere utilizzata nella rete di distribuzione. Al LFT sarà affidata la gestione dell'impianto, l'acquisizione dei dati misurati e la loro elaborazione. Si tratterà del primo impianto solare fotovoltaico di tale potenza realizzato in Europa.

Progetto b): Nell'ambito di una collaborazione fra Dipartimento dell'Ambiente e Scuola tecnica superiore, tendente ad introdurre tecniche di isolamento nelle costruzioni, al fine di favorire il risparmio energetico, il LFT ha avuto un incarico di consulenza e di controllo di progetti di edifici. Il lavoro consiste nello sviluppo di programmi di calcolo che consentano di valutare le perdite energetiche delle varie componenti degli edifici e quindi lo studio dei criteri di isolamento ottimale. In quest'ambito il LFT svolge già, per incarico di studi di architettura, calcoli relativi all'isolamento, per progetti di nuove costruzioni.

**INFORMATICA:** Il LFT dispone, dal 1978, di un proprio centro di calcolo, comprendente un computer PDP 11/34 acquistato parzialmente con crediti del Fondo Nazionale. Il computer dispone di 17 linee esterne, collegate a terminali dell'ICTS, della STS e del Liceo di Mendrisio. Inoltre, per i calcoli relativi al programma del Fondo Nazionale, il computer è collegato con il centro di calcolo del Politecnico di Zurigo, mediante due linee telefoniche per la trasmissione veloce dei dati. Il centro di calcolo, sia per il software che per l'hardware, è gestito dai 6 collaboratori del LFT. Oltre all'attività di preparazione dei programmi di calcolo e di elaborazione dei dati relativi ai progetti descritti sopra, ci si occupa di programmi per razionalizzare la gestione amministrativa della STS, del Liceo di Mendrisio e dell'ICTS. È prevista anche la catalogazione computerizzata dei libri della biblioteca della STS e la ricerca automatica della bibliografia, sia in ordine di autore che di materia. Il LFT dispone già di una versione del catalogo completo delle opere della biblioteca del Politecnico di Zurigo, su microfiches aggiornate ogni anno, strumento prezioso per ricerche bibliografiche.

**PROVE DEI MATERIALI:** Il LFT ha l'incarico di razionalizzare le prove dei materiali effettuate dall'ICTS, sia introducendo strumenti di misura che consentano la registrazione automatica dei dati, sia nello sviluppo di programmi di elaborazione che preparino il protocollo della misura fatta, fino alla stesura della fattura per il cliente.

Per concludere si fa notare che le spese di gestione annua del LFT, compresi gli stipendi dei collaboratori, sono coperte dalle entrate conseguite con gli incarichi ricevuti.

**Febo Zamboni**

Fig. 4: La griglia di calcolo del modello del Ceresio.

