

ORIENTAMENTO E ACCESSO ALL'UNIVERSITÀ

**L'evoluzione dei Test Standard CISIA
La predittività del test sulle carriere degli studenti**

Documenti per il convegno di Napoli - 25 ottobre 2017



ORIENTAMENTO E ACCESSO ALL'UNIVERSITÀ

**L'evoluzione dei Test Standard CISIA
La predittività del test sulle carriere degli studenti**

Documenti per il convegno di Napoli - 25 ottobre 2017



Edizioni CISIA

Presidente

Prof. Andrea Stella (Università degli Studi di Padova)

Vice Presidente

Prof.ssa Bianca Maria Lombardo (Università degli Studi di Catania)

Direttore

Prof. Claudio Casarosa (Università di Pisa)

Consiglio Scientifico

Presiede il Consiglio Scientifico:

Prof. Andrea Stella (Università degli Studi di Padova)

Sono membri:

Prof. Claudio Beccari (Politecnico di Torino, a riposo)

Prof. ssa Anna Ciampolini (Università di Bologna)

Prof.ssa Gioconda Moscariello (Università degli Studi di Napoli Federico II)

Prof. Marco Lonzi (Università degli Studi di Siena)

Prof. ssa Alessandra Petrucci (Università degli Studi di Firenze)

Prof. Roberto Piazza (Politecnico Milano)

Consiglio Direttivo

Prof. Andrea Stella (Università degli Studi di Padova)

Prof.ssa Bianca Maria Lombardo (Università degli Studi di Catania)

Prof. Claudio Casarosa (Università di Pisa)

Prof. Alessandro Pozzetti (Politecnico di Milano)

Prof. Paolo Villani (Università degli Studi di Salerno)

Collegio dei Revisori dei conti

Dott. Simone Tempesti (Dottore Commercialista, Revisore dei Conti) – Presidente

Dott. Stefano Corazza (Università di Bologna)

Dott. Riccardo Grasso (Università di Pisa)

Direttore Tecnico

Ing. Giuseppe Forte

L'Assemblea è costituita dai rappresentanti dei 44 Atenei Consorziati e dai 3 Presidenti delle Conferenze.

Sede nazionale:

Via Giuseppe Malagoli 12, 56124 Pisa

INDICE

Prefazione	pag. 5
Introduzione <i>a cura di Andrea Stella</i>	pag. 9
1. La storia del CISIA <i>a cura di Claudio Casarosa</i>	pag. 13
2. Attività e progetti di sviluppo <i>a cura di Andrea Stella, Claudio Casarosa, Giuseppe Forte</i>	pag. 17
2.1 Lo sviluppo dei test standard CISIA per migliorare l'orientamento e l'accesso	pag. 19
2.2 Orientamento e Accesso internazionale	pag. 22
2.3 E-learning a supporto degli studenti e delle sedi universitarie	pag. 23
2.4 Erogazione prove test su dispositivi mobili	pag. 24
3. TIP e TOLC, caratteristiche e stabilità statistica <i>a cura di Claudio Casarosa, Giuseppe Forte</i>	pag. 25
3.1 TIP - Test cartacei in presenza	pag. 25
3.2 TOLC- Test on line	pag. 26
3.3 Esempi di stabilità statistica	pag. 28
4. Studio della valenza predittiva dei test standard CISIA per l'Ingegneria <i>a cura di Anna Ciampolini e con il contributo di Alessandra Petrucci, Federica Licari, Giorgio Filippi, Luigi Salmaso, Luca Settineri</i>	pag. 39
4.1 Note metodologiche	pag. 40
4.2 Il campione	pag. 41
4.3 Il test in presenza per l'ingegneria	pag. 43
4.4 Analisi descrittive	pag. 45
4.5 Modelli predittivi del successo negli studi universitari	pag. 55
4.6 Considerazioni finali	pag. 61
5. Conclusioni	pag. 63

Appendice

pag. 65

a cura di Alessandra Petrucci, Luigi Salmaso, Federica Licari

A. Modello logit

pag. 66

A.1 Utilizzo del modello logit per l'acquisizione di CFU

pag. 68

A.2 Modello logit per la laurea

pag. 70

B. Modello di regressione quantilica

pag. 70

PREFAZIONE

Il presente volume viene redatto in occasione del convegno organizzato dal CISIA il 25 ottobre 2017 a Napoli sui temi dell'orientamento agli studi universitari e sugli strumenti innovativi che si possono mettere in campo per aiutare gli studenti a fare scelte consapevoli in merito ai percorsi formativi più idonei alla loro inclinazione e preparazione.

Il volume vede la luce dopo alcuni anni dall'ultima pubblicazione, nella quale erano stati presentati *"I risultati delle prove d'ingresso - Anni 2008 2009 2010"*. Il motivo di questa lunga parentesi è innanzitutto legato alla modifica delle modalità di somministrazione dei test. Si è passati dallo storico *Test In Presenza (TIP)* di tipo cartaceo al *Test On Line CISIA (TOLC)* che ha richiesto una lunga fase di sperimentazione, di studio e di analisi dei risultati, prima di poter essere validato e consolidato in via definitiva.

Una seconda ragione deriva dall'entrata in vigore della legge 30 dicembre 2010, n. 240, nota anche come legge Gelmini, che ha profondamente modificato gli assetti del Sistema Universitario Italiano, cancellando tra l'altro le Facoltà che, attraverso le loro Conferenze Nazionali, costituivano un formidabile interlocutore e il principale punto di riferimento per il CISIA. È stato perciò necessario riallacciare i rapporti con le Conferenze delle diverse aree, che si andavano via via faticosamente ricostituendo in forma diversa, e anche individuare, come ulteriori interlocutori, i Rettori delle università italiane, attraverso la CRUI, per sviluppare, di concerto con gli atenei, nuovi test rivolti ad altre aree e allargare ulteriormente gli orizzonti attraverso lo sviluppo di progetti innovativi.

In questo volume, negli specifici capitoli che seguono, sono esposte le linee operative secondo le quali il CISIA, a partire dalla sua istituzione, ha sviluppato la propria azione, in coerenza con la missione statutaria e con le linee programmatiche stabilite dai propri organi scientifici e di gestione. Vengono illustrate le attività in corso, le risultanze più rilevanti che emergono dall'analisi dei dati e i principali progetti in fase di sviluppo; in particolare:

- sono descritte le motivazioni sulla base delle quali si fonda la scelta di abbandonare progressivamente il TIP per passare al TOLC e sono illustrati e analizzati in maniera approfondita i vantaggi che quest'ultima modalità di somministrazione presenta rispetto a quella cartacea tradizionale, anche in termini di orientamento per gli studenti, comparabilità, equità e diritto allo studio. Per le sue caratteristiche di stabilità e ripetibilità nei risultati il TOLC si dimostra strumento solido, efficace ed equo anche nella determinazione degli obblighi formativi aggiuntivi e negli eventuali processi di selezione per i corsi di studio che prevedono l'accesso programmato;
- vengono illustrati i Test Standard, strumenti innovativi di valutazione della preparazione iniziale e di orientamento, che consentono agli studenti di misurare la solidità e l'adeguatezza della propria preparazione per affrontare gli studi in diverse grandi aree disciplinari. I Test Standard rientrano nella tipologia TOLC e consentono pertanto modalità di somministrazione anticipate, sono ripetibili più volte nel corso dell'anno e costituiscono uno strumento di orientamento per gli studenti che possono organizzarsi con largo anticipo per colmare le carenze evidenziate dal test o anche riconsiderare le proprie scelte iniziali;

- vengono presentati i principali risultati di un importante studio, elaborato da una commissione scientifica insediata ad hoc, con il quale si sono messi a punto gli strumenti metodologici per correlare statisticamente i risultati dei test alla carriera degli studenti. I metodi sviluppati sono stati sinora applicati ai soli studenti di ingegneria appartenenti a un limitato, ma comunque significativo, numero di atenei che hanno messo a disposizione i loro dati di carriera sempre in forma anonima. Lo studio dimostra in maniera limpida che i test CISIA si caratterizzano per una forte capacità predittiva: più alto è il punteggio ottenuto nel test, maggiore è la probabilità di completare positivamente gli studi, con votazione più elevata e in tempi minori.

Purtroppo il CISIA, per condurre lo studio, non ha potuto avere accesso all'Anagrafe Nazionale degli Studenti, la cui disponibilità sarebbe invece indispensabile per poter applicare i metodi sviluppati ad una maggiore quantità di studenti, e offrire così fondamentali elementi conoscitivi al decisore politico.

Va sottolineato che tali punti erano già stati indicati nel precedente volume come linee strategiche di sviluppo da perseguire e che, per il loro sviluppo, il CISIA ha impegnato molte risorse, umane e finanziarie. Tutte le analisi dei numerosissimi dati ricavati dai test continuano a confermare due tendenze di fondo, già emerse nelle precedenti elaborazioni, che meritano una attenta riflessione da parte di tutti i soggetti coinvolti, a qualunque titolo, nel processo formativo:

- la questione geografica, cioè le evidenti differenze di performance tra coloro che hanno completato il proprio ciclo scolastico in differenti aree geografiche del paese;
- la sostanziale assenza di correlazione tra il risultato del test e il voto di diploma che, intrecciandosi con la questione geografica e con la scarsa omogeneità che le commissioni d'esame hanno nell'attribuire il voto di diploma, ne rende poco affidabile l'utilizzo diretto. In altre parole il solo voto di diploma ha uno scarso significato in termini di orientamento.

In ogni caso va anche qui ribadito con forza, come già fatto in passato, che in nessun modo il CISIA intende interferire con il sistema di valutazione della scuola secondaria di secondo grado o dell'università, e tanto meno si propone di stabilire graduatorie o ranking di merito tra scuole, atenei o corsi di studio, ma opera per fornire strumenti e rendere pubblici dati e informazioni nell'interesse degli studenti, dell'università, della scuola e, più in generale, del Paese.

Infine desidero riconoscere l'impegno e il merito alle molte persone che negli atenei, e soprattutto all'interno del CISIA, hanno contribuito e resa possibile la realizzazione di questo volume, attraverso la qualità e la continuità del loro impegno, cresciuto enormemente negli ultimi anni a fronte delle nuove sperimentazioni e dell'impetuosa crescita del numero di test erogati.

Un personale e sincero ringraziamento va al direttore, prof. Claudio Casarosa, e al direttore tecnico, ing. Giuseppe Forte, assieme all'affiatato, dinamico ed efficiente staff che opera nel Consorzio. Senza il loro totale impegno, la disponibilità e l'enorme dedizione costantemente dimostrati in ogni frangente, sarebbero state impensabili la crescita, la qualità e la credibilità che il CISIA ha progressivamente conquistato.

Un grande ringraziamento va al prof. Armando Brandolese, che per anni ha ricoperto con grande autorevolezza e competenza il ruolo di Presidente e che ha lasciato l'incarico perché chiamato a svolgere un delicatissimo e impegnativo ruolo di pubblico interesse.

Non possiamo infine dimenticare che proprio in questi giorni cade il nono anniversario del tragico incidente che il 18 ottobre 2008 ha stravolto all'improvviso la vita del prof. Emilio Vitale che, sin dalla sua costituzione, si era assunto la responsabilità e l'onere di impostare e guidare il CISIA e lo aveva fatto con l'intelligenza, la generosità, la dedizione e il profondo senso delle istituzioni che sempre hanno ispirato la sua azione. A lui, assieme ai Membri del Consiglio Direttivo, del Consiglio Scientifico e dell'intero staff, rivolgo il più affettuoso ricordo.

Il Presidente del CISIA
Prof. Andrea Stella

INTRODUZIONE

Cenno storico

Il CISIA è stato costituito nel 2005, per iniziativa delle Conferenze dei Presidi delle Facoltà di Ingegneria e di Architettura, come Centro Interuniversitario che aveva come obiettivo l'attuazione di un servizio coordinato tra più atenei in tema di prove di accesso agli studi universitari. Lo scopo era quello di sviluppare strumenti di orientamento e accesso agli studi universitari, mediante test elaborati da studiosi e specialisti, fondati su solide metodologie scientifiche.

Esperienze sui test di accesso all'Università erano già state sviluppate in Italia, a partire dal 1986, quando il Politecnico di Milano aveva istituito una prova d'ammissione alle Facoltà di Ingegneria ed Architettura, successivamente estesa ad altri atenei. In questo contesto la prova era stata quindi elaborata e gestita per molti anni da una *Commissione Nazionale Test*.

Nel 2010 il CISIA, a fronte della continua crescita degli impegni e dell'esigenza di operare con maggiore tempestività e flessibilità, ha assunto la veste giuridica di Consorzio pubblico, senza scopo di lucro, denominato *Consorzio Interuniversitario Sistemi Integrati per l'Accesso*.

Capacità predittiva dei test e loro funzioni di orientamento

A partire dal 1999, con la pubblicazione del DM 509/99, la verifica della preparazione iniziale degli studenti è divenuta obbligatoria per le università che sono tenute a definire, per ogni corso di studio, le conoscenze richieste per l'accesso, a verificarle per ogni studente e a indicare specifici obblighi formativi aggiuntivi (OFA) in caso di verifica non positiva. Al tempo stesso alle università è fatto obbligo di introdurre servizi di ateneo per svolgere e coordinare le attività di orientamento.

Anni di sperimentazione e specifici studi hanno evidenziato che i risultati ottenuti nei test di accesso, predisposti da studiosi sulla base di solide metodologie scientifiche, presentano una stretta correlazione e una forte capacità predittiva rispetto alla carriera degli studenti. Più alto è il punteggio ottenuto nel test, maggiore è la probabilità di completare positivamente gli studi, con votazione più elevata e in tempi minori.

A conferma della capacità predittiva dei test, il CISIA presenta uno studio che per la prima volta riguarda un numero statisticamente solido di studenti, oltre 15 mila a quattro anni dal loro ingresso nell'università. Lo studio è limitato all'area disciplinare di Ingegneria e alla prova cartacea, ma lo scopo del CISIA non è solo quello di mostrare in modo statisticamente robusto la predittività del test, ma anche quello di mettere a punto delle metodologie da applicare ad altri tipi di test, come quelli erogati online. Data la predittività dei test, è chiaro che i risultati ottenuti dagli studenti possono essere utilizzati per aiutarli a compiere scelte consapevoli dei corsi di studio più idonei alla loro attitudine, inclinazione e preparazione iniziale. I test di accesso possono perciò costituire un formidabile strumento di orientamento agli studi universitari.

Molto meno evidente risulta invece la correlazione rispetto al voto di diploma, sia per la scarsa omogeneità nell'attribuzione dei voti da parte delle commissioni d'esame, sia per la difformità di valutazione registrata tra le diverse aree territoriali e tra le diverse scuole, anche se nominalmente analoghe. Pertanto il voto di diploma è difficilmente utilizzabile, in maniera altrettanto efficace, come strumento di orientamento alla scelta del corso di studio.

I dati statistici a disposizione dicono che troppi studenti, dopo aver iniziato gli studi universitari, decidono di abbandonarli perché, in molti casi, scoprono troppo tardi di non possedere la necessaria preparazione iniziale o che gli studi scelti non corrispondono alle loro aspettative. Per limitare il fenomeno degli abbandoni è dunque necessario che lo studente, all'atto dell'immatricolazione, sia pienamente

consapevole della scelta fatta e sia informato se la sua preparazione è idonea ad affrontare con successo gli studi prescelti.

Il Test in Presenza

Per molti anni il CISIA ha erogato in forma cartacea i cosiddetti Test In Presenza (TIP), uguali per tutti i candidati e somministrati contemporaneamente in un'unica giornata nei primi giorni di settembre.

Tale modalità di somministrazione, ancora utilizzata anche come test di selezione per i corsi ad accesso programmato a livello nazionale, presenta molti limiti e soprattutto non si presta a svolgere un'incisiva funzione di orientamento per gli studenti che intendono immatricolarsi. Infatti una somministrazione troppo tardiva non consente agli studenti di organizzarsi tempestivamente per colmare le proprie carenze evidenziate dal test o anche di riconsiderare le proprie scelte iniziali e orientarsi quindi verso altri corsi di studio, più idonei alla propria preparazione.

Inoltre, anche in caso di quesiti predisposti da commissioni scientifiche stabili, competenti e di elevata esperienza, i risultati presentano livelli di difficoltà variabile di anno in anno e non consentono perciò di valutare in termini assoluti l'effettiva preparazione degli studenti. Se poi le commissioni che predispongono i quesiti cambiano da un anno all'altro, i risultati del test sono ancora meno idonei a stabilire l'adeguatezza della preparazione iniziale degli studenti, ad attribuire gli obblighi formativi aggiuntivi e a comparare la preparazione di studenti appartenenti a coorti diverse, oltre al fatto che gli studenti stessi non sono posti nelle condizioni di poter comprendere compiutamente il livello della propria preparazione.

Il Test On Line

La necessità di superare le intrinseche limitazioni del tradizionale test in presenza ha spinto a studiare, elaborare e sperimentare una nuova tipologia di test: il TOLC, acronimo di Test On Line CISIA.

Il TOLC è un test individuale erogato online, diverso da studente a studente, composto da quesiti selezionati automaticamente e casualmente da un ampio database e somministrato mediante un software proprietario, realizzato e gestito dal CISIA. I quesiti utilizzati per lo svolgimento del test sono validati da commissioni scientifiche, appositamente costituite dal CISIA, composte da docenti universitari ed esperti.

A ciascun quesito presente nel database è associato un coefficiente di difficoltà, determinato statisticamente sulla base delle risposte ottenute in somministrazioni precedenti. In tal modo è possibile generare automaticamente TOLC diversi tra loro, ma che presentano analoga difficoltà, non solo nel loro complesso, ma anche in ciascuna delle sezioni dalle quali esso è composto.

Aderiscono al TOLC sedi universitarie con propri dipartimenti, scuole o strutture simili di coordinamento della didattica. Le sedi aderenti al TOLC devono adottare le medesime modalità di gestione e le medesime misure organizzative, stabilite nel "Regolamento TOLC per le sedi universitarie aderenti", e si impegnano a redigere i propri regolamenti didattici e gli eventuali bandi di accesso, specificando la spendibilità del risultato ottenuto presso ciascuna delle sedi aderenti. Il risultato ottenuto in un TOLC è riconosciuto, ai fini dell'ammissione a un corso di studio, da tutte le sedi che utilizzano quella stessa tipologia di TOLC, a prescindere dalla sede in cui è stato effettuato. Per tale ragione Il TOLC si caratterizza come test unico con valenza nazionale.

Ogni ateneo, nella propria autonomia, è libero di stabilire le soglie al di sotto delle quali sono attribuiti gli obblighi formativi aggiuntivi che andranno soddisfatti secondo le modalità descritte nei regolamenti didattici di ateneo, come previsto dalla normativa vigente.

Il TOLC introduce grandi e oggettivi miglioramenti al processo di orientamento, all'identificazione

degli obblighi formativi aggiuntivi ed eventualmente, alla selezione per i corsi di studio ad accesso programmato. Infatti:

- può essere svolto con largo anticipo rispetto all'inizio dei corsi, consentendo agli studenti di individuare e colmare tempestivamente le proprie carenze di preparazione oppure di rivedere le proprie scelte, riducendo così il drammatico problema degli abbandoni durante il primo anno di corso;
- può essere ripetuto più volte all'anno (una volta per mese solare), offrendo agli studenti la possibilità di migliorare il proprio risultato e, per i corsi a numero programmato, offrendo maggiori occasioni di accesso;
- amplia le opportunità di accesso perchè può essere svolto in qualunque sede aderente, non richiede lunghi spostamenti e riduce così i costi e gli impegni economici per le famiglie, garantendo maggiormente il diritto allo studio e favorendo la mobilità sul territorio nazionale;
- consente una determinazione trasparente di eventuali obblighi formativi aggiuntivi;
- fornisce agli atenei uno strumento per migliorare la qualità di importanti servizi agli studenti che la legge impone loro, come l'orientamento in ingresso e la predisposizioni di attività mirate al recupero delle carenze formative;
- consente l'utilizzo ottimale delle postazioni informatiche disponibili in ateneo, che possono essere utilizzate più volte nell'arco della giornata.

L'adozione del sistema TOLC fornisce quindi utilità e vantaggi oggettivi, anche sotto il profilo dell'interesse generale.

I Test Standard

Il TOLC è stato inizialmente sviluppato e somministrato, in via sperimentale, quale test d'accesso ai corsi di Ingegneria (TOLC-I); dopo un'attenta e approfondita analisi dei risultati e a seguito di una sua progressiva messa a punto il TOLC va ora considerato uno strumento ormai consolidato e di elevata affidabilità.

Sotto il profilo metodologico, lo sviluppo di un test d'accesso per una determinata area disciplinare richiede innanzitutto di classificare le conoscenze, le competenze e le capacità che i corsi di studio di quell'area hanno definito come requisiti richiesti ai loro studenti in ingresso. Attraverso un processo di tale tipo il CISIA ha identificato un determinato numero di macroaree disciplinari, i cui corsi di studio richiedono requisiti d'ingresso affini e per ciascuna delle quali si può sviluppare uno specifico test, denominato **Test Standard**.

Per l'accesso a un determinato corso di studio sono richieste specifiche attitudini, conoscenze e competenze differenziate in base alla macroarea alla quale il corso appartiene. Ogni Test Standard è caratterizzato pertanto da un preciso syllabo di riferimento che indica in dettaglio conoscenze e competenze necessarie per un'adeguata preparazione iniziale, necessaria per compiere con profitto gli studi in quella specifica area.

Seguendo tale metodologia, sempre in stretta collaborazione con le comunità scientifiche di riferimento, sono stati sviluppati e sono in via di sviluppo, i Test Standard per le aree di Ingegneria, Economia, Scienze e Farmacia e, da quest'anno, anche per l'area umanistica.

Il CISIA, in collaborazione con le università, ha deciso di impegnare molte risorse per sviluppare e sperimentare i Test Standard, considerandoli strumenti innovativi di valutazione della preparazione iniziale e di orientamento, in grado di consentire agli studenti di misurare la solidità e l'adeguatezza della

propria preparazione per affrontare gli studi in diverse macroaree disciplinari. I Test Standard possono inoltre essere visti come elementi per il miglioramento delle politiche di orientamento e di raccordo tra la scuola e gli studi universitari.

I Test Standard rientrano nella tipologia TOLC e ne conservano tutte le caratteristiche:

- consentono modalità di somministrazione anticipata;
- sono ripetibili più volte nel corso dell'anno e costituiscono perciò uno strumento di orientamento per gli studenti che possono organizzarsi, con largo anticipo, per colmare le proprie carenze evidenziate dal test o anche per riconsiderare le proprie scelte iniziali;
- sono sviluppati per possedere caratteristiche di stabilità e ripetibilità nei risultati e per poter essere perciò utilizzati come strumenti solidi, efficaci ed equi nella determinazione degli obblighi formativi aggiuntivi e, se necessario, anche nei processi di selezione per i corsi di studio che prevedono l'accesso programmato.

1. LA STORIA DEL CISIA

Il *Consorzio Interuniversitario Sistemi Integrati per l'Accesso CISIA*, in quanto tale, ha una storia ormai settennale: è stato istituito il giorno 21 gennaio 2010 in Pisa, principalmente per volontà della Conferenza dei Presidi delle Facoltà di Ingegneria Italiane e di quella dei Presidi delle Facoltà di Architettura Italiane.

Tuttavia le origini del Consorzio vanno ben al di là del 2010. Esso infatti è l'esito di un lungo processo iniziato nel 1986, quando il Politecnico di Milano introdusse una prova d'ingresso per le facoltà di Ingegneria e di Architettura, istituendo per la sua attuazione la *Commissione Test*.

Negli anni successivi si unirono all'iniziativa del Politecnico di Milano altri atenei ed i loro rappresentanti entrarono a far parte della *Commissione Test*, che a partire dal 1990 divenne la *Commissione Interuniversitaria per la Prova d'Ammissione* meglio nota come *Commissione Nazionale Test*.

Sotto la presidenza di eminenti personalità del Politecnico di Milano come i proff. Mario Silvestri, Evandro Sacchi e Luigi Cedolin, la Commissione operò con grande efficacia e crescente successo. In quegli anni furono molte le Facoltà di Ingegneria e di Architettura che introdussero prove di ingresso e, se nel 1991 le Università aderenti all'iniziativa e facenti parte della Commissione Nazionale Test erano solo 4, nel 1999 erano salite a 15.

Le prove di ingresso, differenti e distinte per Ingegneria e per Architettura, erano erogate contemporaneamente in modalità cartacea in tutte le sedi e, nella loro totalità, avevano finalità solo orientative. Dopo più di un ventennio dalla legge 11 dicembre 1969, n. 610, con cui i corsi di studio universitari, ed in particolare quelli di Ingegneria e di Architettura, erano stati aperti a studenti in possesso di un qualunque diploma di scuola secondaria superiore, le Facoltà avevano un numero rilevante di iscritti a fronte di un numero limitato di laureati e di numeri crescenti di fuori corso e di abbandoni. La prova di ingresso era considerata perciò uno strumento per saggiare le conoscenze, le competenze e le attitudini ritenute necessarie per affrontare gli studi e con essa si voleva integrare l'esame di diploma di istruzione media superiore, ma non si intendeva sostituirlo.

In molte sedi universitarie l'azione di orientamento veniva poi affidata all'invio di una lettera a chi aveva affrontato il test, con la quale gli veniva comunicato il risultato e la sua posizione in una ipotetica graduatoria. In caso di un cattivo risultato, lo si invitava a prendere atto delle sue carenze, a meditare sulla scelta della facoltà e, in caso di iscrizione, a impegnarsi negli studi con molta determinazione e serietà. Non si hanno dati su quanto questa azione fosse efficace, ma non sembra sortisse a pieno gli effetti desiderati.

Il quadro comunque cambiò alla fine degli anni '90 con l'emanazione di leggi e decreti che portarono diverse novità: crediti, struttura fondata su due cicli, ecc..

In particolare la Legge 2 agosto 1999, n. 264, "*Norme in materia di accessi ai corsi universitari*", introduceva per alcuni corsi di studio, tra cui Architettura, il numero programmato a livello nazionale e dava alle Università la possibilità di istituire corsi a numero programmato a livello locale, mentre il Decreto 3 novembre 1999, n. 509, "*Regolamento recante norme concernenti l'autonomia didattica degli atenei*", affidava ai regolamenti didattici degli atenei la definizione delle conoscenze richieste per accedere ai corsi di studio e la determinazione delle modalità di verifica delle medesime. Inoltre, in caso di verifica non positiva, agli atenei spettava il compito di indicare specifici obblighi formativi aggiuntivi (OFA) da soddisfare nel primo anno di corso e ciò anche per gli studenti dei corsi di laurea ad accesso programmato ammessi ai corsi con una votazione inferiore a una prefissata votazione minima.

Come era presumibile, il numero delle sedi universitarie che fecero ricorso alle prove di accesso preparate dalla Commissione Nazionale Test aumentò rapidamente: furono 19 nell'anno 2000, e 26 nel 2002.

Naturalmente la prova d'ingresso ai corsi di studio di Architettura assunse con le nuove norme un carattere esclusivamente selettivo, mentre alla funzione di orientamento della prova di Ingegneria molte sedi affiancarono quella di verifica delle conoscenze e di attribuzione di OFA. Di fronte alla crescita delle attività, non tardarono ad emergere i limiti insiti nel modo di operare della Commissione. Fondato da sempre sul volontarismo dei rappresentanti dei diversi Atenei e sul sostegno amministrativo e organizzativo del Politecnico di Milano, quel *modus operandi* permetteva ogni anno a molte delle università partecipanti alla prova di avere a disposizione, con poco impegno e bassi costi, i materiali necessari, e quindi non rimaneva che preoccuparsi solo dell'organizzazione in sede della prova.

Se apparentemente tutto ciò non comportava grandi oneri, in realtà i costi c'erano anche se non evidenti e di difficile computazione. Ma al di là dei costi, la crescita della attività della Commissione testimoniava che, per poter concepire, finanziare e intraprendere progetti innovativi relativi alle prove di ingresso, era necessaria un'evoluzione della struttura organizzativa. Con questo intento, nel giugno 2005 le Conferenze dei Presidi di Ingegneria e di Architettura, giudicando prematura la nascita di un consorzio, promossero l'istituzione del *Centro Interuniversitario per l'accesso alle Scuole di Ingegneria e Architettura* (CISIA) in cui confluirono l'esperienza e le competenze della *Commissione Interuniversitaria per la Prova d'Ammissione* la quale chiuse definitivamente i propri lavori il 24 ottobre 2005.

Alla Presidenza del Centro, le Conferenze di Ingegneria e Architettura designarono il prof. Emilio Vitale, allora Preside della Facoltà di Ingegneria di Pisa, con il primo obiettivo di fornire ed elaborare dati statistici complessivi sui risultati dei test in ingresso, dati che la precedente Commissione Nazionale non aveva la possibilità di raccogliere. Il secondo obiettivo fu quello di stabilire rapporti con Conferenze dei Presidi di altre Facoltà per portare alla loro attenzione la necessità di passare da test locali a prove condivise dalle comunità accademiche, in modo che, avendo un quadro più ampio possibile degli immatricolati ai loro corsi di laurea, potessero migliorare le capacità orientative e valutative dei test.

Il test di Architettura, come prova selettiva, veniva intanto sempre più regolato da appositi decreti ministeriali tanto che, con il D.M. 17 maggio 2007, fu stabilito che la prova di accesso per i Corsi di Laurea a numero programmato fosse unica sul territorio nazionale e ricadesse sotto la diretta responsabilità del Ministero della Università sia per la formulazione dei quesiti, che per l'approntamento del materiale e dei servizi informatici necessari per l'attuazione della prova.

In questa situazione il CISIA offrì la massima collaborazione alla Commissione Ministeriale che annualmente redigeva la prova e contribuì concretamente, per quanto gli fu richiesto, a mantenere la formulazione del test a un alto standard di qualità. La collaborazione proseguì fino al 2012 e il CISIA continuò fino a quella data a raccogliere ed elaborare i risultati della prova utilizzando i dati pubblici del Ministero. In questo modo era possibile, anche se in misura abbastanza parziale, controllare statisticamente l'affidabilità della prova.

Con la conclusione nel 2013 della suddetta collaborazione, il CISIA rinunciò a raccogliere i dati necessari per ottenere elaborazioni statisticamente omogenee a livello nazionale. Perciò, per tutti i corsi di laurea coinvolti a qualsiasi titolo nella prova ministeriale, da allora ad oggi il CISIA non ha più presentato alcun studio statistico significativo.

Intanto i contatti con la Conferenza dei Presidi delle Facoltà di Economia Italiane permisero di dare inizio, nell'anno 2008, ad una sperimentazione limitata di un test di Economia erogato in forma cartacea. Questa sperimentazione richiese tempi brevi e già nel 2009 il test di Economia fu erogato in 10 sedi, che divennero 15 nel 2010.

Nell'anno 2009 anche i contatti con la Conferenza dei Presidi delle Facoltà di Scienze Italiane erano stati molto intensi e portarono alla realizzazione nel 2010 di un test cartaceo utilizzato prevalentemente come prova selettiva per l'accesso ai corsi di studio di Biologia e di Biotecnologie, ma con una struttura

che ne consentiva l'uso come test di verifica delle conoscenze per altri corsi di studio delle Facoltà di Scienze. Nella prima erogazione del 2010 furono ben 17 le sedi che parteciparono all'iniziativa.

Poiché, come Centro Interuniversitario, il CISIA doveva appoggiarsi dal punto di vista amministrativo a un centro spesa universitario (dal 2006 la Facoltà di Ingegneria di Pisa), apparve chiaro già nel 2009 che ciò comportava il peso di una doppia contabilità e rendeva problematico per il CISIA avere a disposizione le proprie risorse finanziarie ogniqualevolta ne avesse bisogno. D'altra parte, il bilancio del Centro si era ormai consolidato e dimostrava che poteva reggersi su introiti legati solo ai servizi resi agli atenei, senza alcuna altra forma di contributo aggiuntivo da parte loro.

Un altro elemento di grande importanza fu il dibattito sull'imminente riforma universitaria che si andava prefigurando, e che avrebbe avuto compimento con l'approvazione della legge 30 dicembre 2010 n.240. La legge, tra l'altro, cancellava le Facoltà come centri spesa ponendo dunque un ulteriore problema amministrativo. Ciò convinse le Conferenze di Ingegneria e Architettura che si dovesse passare alla forma consortile e ciò si concretizzò nel gennaio 2010 nell'atto istitutivo del *Consorzio Interuniversitario Sistemi Integrati per l'Accesso* (CISIA) che, pur mantenendo l'acronimo del Centro Interuniversitario, intendeva aprirsi ad aree culturali e professionali diverse dall'Ingegneria e dall'Architettura a conferma delle collaborazioni già in atto.

Presidente del Consorzio fu nominato il prof. Armando Brandolese del Politecnico di Milano con l'obiettivo di realizzare una nuova forma di erogazione del test che superasse quella cartacea e utilizzasse le tecnologie informatiche e la rete internet. Differentemente da quanto si potrebbe pensare, le motivazioni dell'impresa non erano da ricercare solo nell'innovazione o nel superamento dei problemi logistici legati ai test cartacei, quanto nel miglioramento della stabilità statistica delle caratteristiche dei test. Il Consorzio si trovò dunque impegnato a mantenere le attività consolidate o in fase di accrescimento, e contemporaneamente ad acquisire e sviluppare gli strumenti necessari per un test online. Grazie alla nuova struttura consortile fu possibile reperire le forze e le competenze necessarie con tempestività e i risultati furono abbastanza soddisfacenti.

Nel 2011 le sedi che utilizzavano il test di Ingegneria erano ormai 35, quelle che aderivano al test di Economia stabilmente 15, mentre per il test di Scienze erano 21.

Nel 2012, grazie alla preziosa collaborazione con il Politecnico di Milano che aveva già sperimentato e sviluppato un proprio test online, fu possibile sperimentare il nuovo Test On Line CISIA per Ingegneria (TOLC-I) in 11 sedi universitarie. Ciò rese possibile lanciare il TOLC-I a partire dall'anno seguente.

Nel 2013 infatti le sedi universitarie che utilizzarono il Test cartaceo in Presenza di Ingegneria (TIP-I) furono 34 e di queste 16 scelsero di anticipare il test utilizzando anche il TOLC-I.

Nello stesso anno per l'area economica, oltre al test cartaceo in presenza, fu possibile sperimentare in 4 sedi un test online, mentre il test cartaceo di Scienze vide la partecipazione di 24 sedi universitarie.

Con l'anno 2014 l'area di Ingegneria mostrò un trasferimento sensibile dai test cartacei a quelli online. I primi passarono da circa 25.000 del 2013 a circa 19.000, mentre i TOLC-I da circa 4.500 del 2013 a circa 19.000. Un buon successo registrò il varo del Test On Line CISIA di Economia (TOLC-E) con circa 5.000 test contro i 10.000 test cartacei erogati nel medesimo 2014. Infine i Test dell'area di Scienze si stabilizzarono intorno ai 20.000. A ciò si aggiunse un nucleo di corsi di studio di Farmacia che si rivolse al CISIA o per utilizzare il Test di Scienze o per avere supporto nell'organizzare test propri. Sono state queste le sedi che hanno concorso allo sviluppo di un Test di Farmacia che dopo tre anni di sperimentazione è diventato nel 2017 un altro dei test online CISIA: il TOLC-F.

Negli ultimi tre anni il Consorzio è andato sviluppando i propri progetti e le proprie attività, ma ha anche cercato di favorire una riflessione sulle prove di accesso che spesso hanno ingiustamente goduto di pessima stampa. Il CISIA ha sempre sottolineato che ridurre le prove di accesso ad un mero obbligo

di legge da soddisfare non solo sia riduttivo, ma sbagliato. Esse, infatti, possono fornire utili informazioni ed essere uno strumento efficace di orientamento agli studi, ma ciò non è indipendente da come le prove sono realizzate e organizzate. Il CISIA, come Consorzio Interuniversitario, si propone come soggetto che può dare il proprio contributo al miglioramento del sistema di accesso e di orientamento agli studi universitari.

2. ATTIVITA' E PROGETTI DI SVILUPPO

Premessa

Oggi il CISIA è un *Consorzio Pubblico* senza fini di lucro composto da 44 Atenei che eroga ogni anno decine di migliaia di prove di accesso e di verifica delle conoscenze agli atenei italiani. Da un punto di vista giuridico il CISIA si configura come un ente *in house* delle università consorziate e può contare sulla collaborazione di 500 persone, tra docenti e tecnici.

Nel corso del 2017 sono state erogate prove ufficiali a circa 120 mila studenti, 85 mila test online e 30 mila cartacei; circa 800 mila sono state le prove di simulazione e di allenamento online. I contenuti liberi e gratuiti del portale *www.cisiaonline.it* sono stati utilizzati, nel solo 2017, da oltre 600 mila utenti unici. Infine, il servizio di helpdesk CISIA, rivolto agli studenti e alle loro famiglie, di anno in anno ha registrato un numero crescente di utenti fino a raggiungere 23 mila persone nel 2017. Questi numeri sono l'indicazione evidente del ruolo assunto dal CISIA come riferimento nazionale delle politiche di orientamento e di accesso per una larga fetta del Paese, figura 2.1.

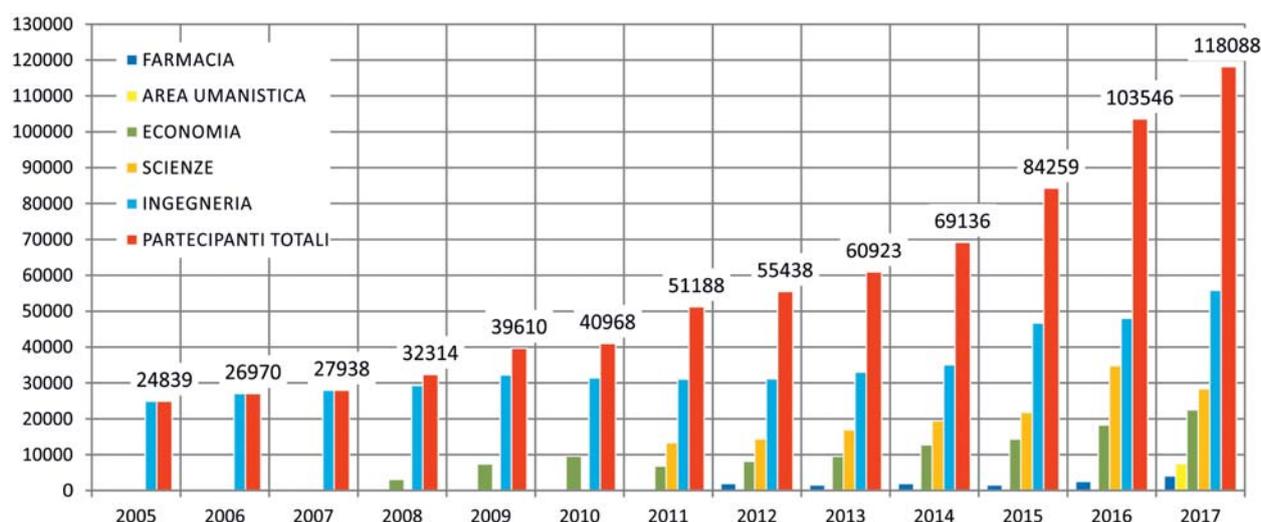


Figura 2.1 - Andamento negli anni dei partecipanti ai test CISIA

Il CISIA può ormai essere considerato come una struttura consolidata ed affidabile a supporto di un numero elevato di Atenei e dunque del sistema universitario italiano.

Tra i supporti offerti dal CISIA ai propri Atenei c'è un test erogato online, il primo su base nazionale (TOLC), con caratteristiche che lo rendono particolarmente adatto per svolgere più funzioni e tra queste, in particolare, l'orientamento anticipato, la possibilità di selezione su più periodi e, non ultimo, la confrontabilità statistica dei risultati negli anni.

Dal 2012 ad oggi, anno di avvio delle sperimentazioni CISIA, l'utilizzo dei Test Online è cresciuto rapidamente, fino ad essere il doppio dei test cartacei.

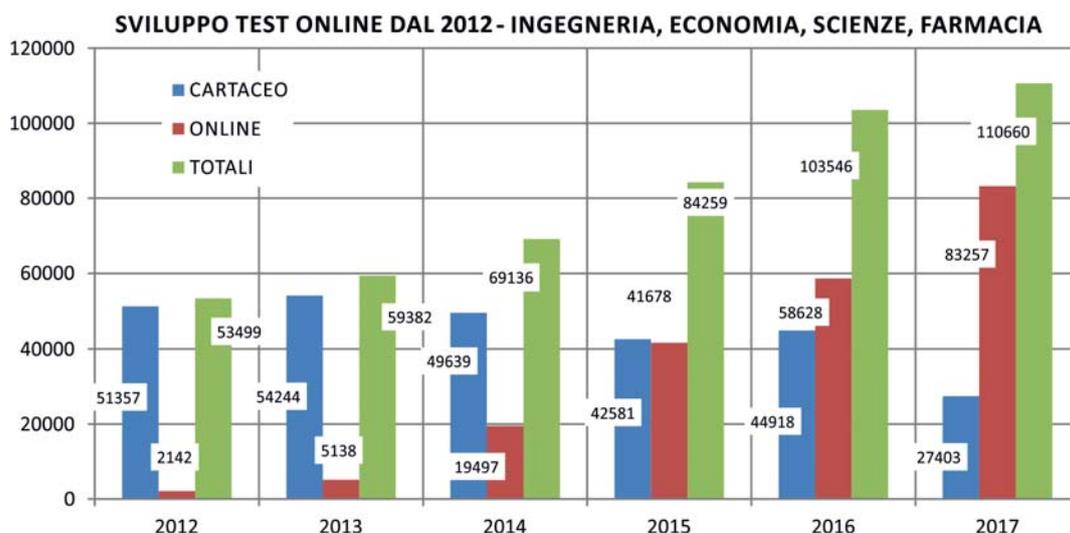


Figura 2.2

Le aree in cui attualmente opera il CISIA, con l'adesione diretta di strutture di Ateneo e/o Scuola e/o Dipartimento sono quelle di Ingegneria, Economia, Scienze, Farmacia e dal 2017, con una prima positiva sperimentazione, anche l'Area Umanistica. Naturalmente non tutti i corsi di laurea afferenti a queste aree utilizzano un test di accesso CISIA. L'adesione degli Atenei è libera e volontaria e il numero dei corsi di laurea che adoperano un test erogato dal CISIA mostra attualmente un progressivo e costante aumento.

Il CISIA ha creato e stabilizzato proprie commissioni scientifiche che sviluppano le loro attività intorno alla predisposizione dei test di accesso e del loro progressivo e continuo miglioramento. Nell'anno in corso sono circa 100 le persone coinvolte, tra docenti universitari e insegnanti delle scuole medie superiori. Il lavoro scientifico di formulazione dei quesiti è organizzato in commissioni per aree tematiche, alcune di esse trasversali a più tipologie di test, altre esclusive per alcuni settori.

Il CISIA ha sede a Pisa dove opera il suo staff tecnico ed amministrativo quale braccio organizzativo ed operativo. Al lavoro di elaborazione e validazione dei test si affianca il lavoro scientifico, curato dal Consiglio Scientifico, legato in larga misura all'analisi dei risultati per il miglioramento della formulazione e della validazione dei test. Il progetto e gli studi presentati nel convegno di Napoli del 25 ottobre 2017 ne sono un esempio.

Il CISIA è inoltre impegnato su diversi progetti di sviluppo sia tecnico che scientifico.

Un progetto, già in parte attuato con la collaborazione del *Knowledge Discovery and Data Mining Laboratory (KDD Lab)*, centro di ricerca costituito dall'ISTI-CNR e dal Dipartimento di Informatica dell'Università di Pisa, è la visualizzazione, in forma statistica, dei risultati dei test CISIA per offrire al pubblico, ed in particolare alla stampa, un quadro conoscitivo sintetico. Ad oggi sul portale CISIA www.cisiaonline.it/area-tematica-cisia/report sono disponibili i dati statistici dei TOLC, e nel prossimo futuro e in forma riservata, dati più completi e organici saranno messi a disposizione degli atenei. Infine, con l'intento di favorire l'orientamento e l'autovalutazione, il singolo candidato potrà confrontare, nell'area a lui riservata, il proprio risultato con quello della coorte statistica di cui fa parte, in modo da poter prendere decisioni consapevoli. Un tema in continua evoluzione, che impegna quotidianamente il CISIA, è quello per lo sviluppo e il miglioramento delle tecnologie di erogazione dei Test in sicurezza nelle sedi universitarie.

E' inoltre in corso un progetto per la realizzazione di prove online in lingua inglese, da somministrarsi anche all'estero, e un progetto per la realizzazione di un MOOC di Matematica di Base, trasversale a diversi Test Standard, come strumento a supporto degli studenti e delle sedi finalizzato all'assolvimento degli obblighi formativi aggiuntivi.

2.1 Lo Sviluppo dei Test Standard CISIA per migliorare l'orientamento e l'accesso

Come già anticipato nell'introduzione, il CISIA intende da un lato ampliare il proprio campo di azione estendendo l'utilizzo degli attuali Test Standard (Ingegneria, Economia, Scienze, Farmacia), e dall'altro realizzare nuovi Test Standard per altre aree scientifico-disciplinari. Il CISIA infatti conta di consolidare il lavoro avviato nel 2017 per l'Area Umanistica, ma anche di coinvolgere sedi universitarie e corsi di studio interessati per verificare la possibilità di creare Test Standard per l'area di Agraria, l'area Giuridica e quella Sociale.

Uno standard sono già di fatto le prove d'accesso fissate a livello Nazionale e gestite dal Ministero per Medicina, Veterinaria ed Architettura. Per queste potrebbero eventualmente essere prese in considerazione metodologie analoghe a quelle dei TOLC CISIA, ovvero erogare prove ripetute ed anticipate Computer Based.

Un possibile sviluppo dei Test Standard, per i corsi per i quali non sia previsto un numero programmato nazionale, è sintetizzato nella Tabella 2.1 dove è rappresentato lo stato attuale e le possibili prospettive future.

Per procedere allo sviluppo di prove di verifica e di accesso, il CISIA intende procedere secondo una sua modalità ormai consolidata che si articola principalmente in tre fasi:

- promuovere tra gli Atenei consorziati un coordinamento tra un gruppo iniziale di sedi disponibili a definire gli standard sui prerequisiti in accesso e dunque i sillabi da rendere noti e condivisi;
- costituire, sulla base degli standard suddetti, apposite commissioni scientifiche per l'elaborazione di nuove prove o la validazione di una parte di quelle esistenti anche per le finalità dei nuovi Standard;
- passare infine ad una sperimentazione con lo scopo di raccogliere dati e di diffondere tali informazioni a livello nazionale tra tutti i corsi di studio.

2.1.1 Caratteristiche dei Test Standard

Lo sviluppo di Test Standard, anche in chiave innovativa, può essere un elemento di miglioramento delle politiche di orientamento e di raccordo tra scuola e studi universitari. I vantaggi dell'adozione di prove Standard sono già dimostrati per le aree dove sono adottate da anni. Di seguito un'analisi puntuale per farne emergere con più chiarezza le caratteristiche.

Conoscenze richieste

Ogni Test Standard ha un preciso sillabo di riferimento, che indica nel dettaglio conoscenze e competenze necessarie per un'adeguata preparazione iniziale necessaria per compiere con profitto gli studi universitari.

SUDDIVISIONE IN AREE	STATO ATTUALE TEST E FUTURO	RAGGRUPPAMENTO ATTUALE (VERDE) E FUTURO (AMARANTO) DEI TEST	CLASSE E DENOMINAZIONE
AGRARIA	NESSUN COORDINAMENTO. PER IL 2018 PREVISTO AVVIO DI UN LAVORO COMUNE	TOLC - ST	L-25 Scienze e tecnologie agrarie e forestali L-26 Scienze e tecnologie agro-alimentari
ECONOMIA E STATISTICA	CISIA (24 SEDI). NEL 2018 ALMENO ALTRE 5 NUOVE SEDI	TOLC - E	L-15 Scienze del turismo L-16 Scienze dell'amministrazione e dell'organizzazione L-18 Scienze dell'economia e della gestione aziendale L-33 Scienze economiche L-41 Statistica
FARMACIA CHIMICA E TECNOLOGIE FARMACEUTICHE	CISIA (8 SEDI)	TOLC - F	L-29 Scienze e tecnologie farmaceutiche LM-13 Farmacia e farmacia industriale
GIURISPRUDENZA E DIFESA	NESSUN COORDINAMENTO	TOLC - GD	L-14 Scienze dei servizi giuridici LMG/01 Giurisprudenza L/SC Scienze Criminologiche e della Sicurezza L/DC Scienze della Difesa e della Sicurezza
INGEGNERIA	CISIA (QUASI TUTTE LE SEDI)	TOLC - I	L-4 Disegno industriale L-7 Ingegneria civile e ambientale L-8 Ingegneria dell'informazione L-9 Ingegneria industriale
AREA UMANISTICA	CISIA (9 SEDI) E SVILUPPO ULTERIORE PER IL 2018	TOLC - U	L-1 Beni culturali L-3 Discipline delle arti figurative, della musica, dello spettacolo e della moda L-5 Filosofia L-6 Geografia L-10 Lettere L-11 Lingue e culture moderne L-12 Mediazione linguistica L-19 Scienze dell'educazione e della formazione L-20 Scienze della comunicazione L-42 Storia L-43 Tecnologie per la conservazione e il restauro dei beni culturali
SCIENZE BIOLOGICHE E NATURALI	CISIA (QUASI TUTTE LE SEDI)	TOLC - SBN	L-2 Biotecnologie L-13 Scienze biologiche L-32 Scienze e tecnologie per l'ambiente e la natura
SCIENZE E TECNOLOGIE	CISIA (QUASI TUTTE LE SEDI)	TOLC - ST	L-27 Scienze e tecnologie chimiche L-28 Scienze e tecnologie della navigazione L-30 Scienze e tecnologie fisiche L-31 Scienze e tecnologie Informatiche L-34 Scienze geologiche L-35 Scienze matematiche
SCIENZE MOTORIE	NESSUN COORDINAMENTO	TOLC - SM	L-22 Scienze delle attività motorie e sportive
SCIENZE POLITICHE E SOCIALI	IMPEGNO CONFERENZA SU UNA PARTE DELLE SEDI	TOLC - SS	L-24 Scienze e tecniche psicologiche L-36 Scienze politiche e delle relazioni internazionali L-37 Scienze sociali per la cooperazione, lo sviluppo e la pace L-39 Servizio sociale L-37 Scienze sociali per la cooperazione, lo sviluppo e la pace L-40 Sociologia

Tabella 2.1

Ne consegue che per l'accesso ad un corso di Ingegneria o di Lettere o di Biologia saranno evidenti allo studente e alle scuole sul territorio nazionale quali siano i prerequisiti in maniera chiara ed univoca.

Strumento unico per più sedi

I Test Standard possono essere utilizzati in tutte le sedi universitarie che li adottano ed essere svolti in una qualsiasi di queste sedi.

Questo consente allo studente di effettuare un test presso una delle sedi universitarie che aderiscono all'iniziativa; il risultato ottenuto è considerato valido ed è accettato dalle suddette sedi universitarie le quali, in autonomia, possono fissare soglie per l'attribuzione degli obblighi formativi aggiuntivi (OFA) o anche per istituire eventuali accessi a numero programmato. Questo è il meccanismo usato attualmente per i TOLC: le sedi accreditate dal CISIA adottano tutte le stesse procedure organizzative e con l'adesione al TOLC di un'area scientifico-disciplinare, si impegnano ad accogliere o mettere in graduatoria chiunque abbia conseguito un risultato nel TOLC specifico di quell'area, a prescindere dalla sede di effettuazione. Grazie alle tecnologie informatiche, ciascuna sede universitaria è in grado di conoscere in tempo reale, mediante credenziali protette, i risultati di coloro che, dopo aver svolto una determinata prova standard, hanno presentato presso quella sede domanda d'iscrizione o di partecipazione ad una graduatoria. A ciò si aggiunga che con l'adozione dei Test Standard si mette in campo un'azione di contenimento di eventuali costi di viaggio sostenuti da molti studenti per partecipare ad una prova di accesso e si favorisce di fatto il diritto allo studio e la mobilità degli studenti stessi.

Prove anticipate e ripetibili

I Test Standard possono essere svolti in modo anticipato. Questo consente agli studenti di affrontare un test fin dal mese di gennaio dell'ultimo anno delle scuole medie superiori, o addirittura a partire dal quarto anno, dato che i syllabi di riferimento escludono di norma i programmi dell'ultimo anno di studi. Il risultato ottenuto in prove anticipate potrebbe rivelare allo studente le proprie carenze per accedere ad un corso di studio universitario, e quindi indirizzarlo verso un altro settore o convincerlo ad impegnarsi maggiormente.

I Test Standard sono ripetibili. La ripetibilità offre agli studenti la possibilità di affrontare più di una prova e quindi, grazie sia a specifici percorsi di recupero in autoapprendimento, sia a strumenti messi a disposizione dalle scuole o dalle sedi universitarie, essi possono migliorare la propria preparazione iniziale, il punteggio ottenuto al test ed intraprendere gli studi con una maggiore probabilità di successo. A questo si aggiunge, per i corsi a numero programmato locale, un elemento di notevole importanza che ad oggi sembra aver ridotto contestazioni e ricorsi: la possibilità per lo studente di avere più di un tentativo per accedere al corso di laurea. Infatti molte sedi che per i corsi a numero programmato locale utilizzano gli attuali Test Standard CISIA ne hanno sfruttato l'indubbia potenzialità realizzando un sistema di selezione che consente agli studenti di cimentarsi in più periodi dell'anno e partecipare in un secondo momento alla selezione per l'accesso.

Utilizzo ottimale delle risorse

I Test Standard in modalità TOLC consentono di utilizzare al meglio le dotazioni informatiche delle sedi universitarie e le risorse necessarie ad erogare questa tipologia di attività.

Essi sono prove diverse da studente a studente con difficoltà analoga. Questo consente di utilizzare una stessa aula su più turni e di utilizzare tutte le macchine disponibili senza la necessità di eccessiva sorveglianza. Con i TOLC si erogano generalmente 3 turni giornalieri. Il CISIA, già oggi, ha accreditato e

gestisce oltre 9800 posti aula; avendo a disposizione una dotazione generale di 15 mila posti aula, con test diversi e calibrati per difficoltà, in una settimana sarebbe possibile erogare fino a 220 mila prove.

Base di dati comune e strumento di programmazione per le Università

I Test Standard forniscono una base di dati molto importante per il sistema nel suo insieme. I dati ottenibili per ogni tipologia di test forniscono informazioni utili per il miglioramento continuo del processo di redazione, revisione e validazione statistica dei quesiti. Grazie ai Test Standard è inoltre possibile avere un quadro conoscitivo d'insieme sulla preparazione degli studenti italiani che consente una comparazione nel tempo degli andamenti e degli esiti in relazione ai diversi fattori che hanno influenza sugli esiti (Regione Scuola, Tipo Scuola, Genere, successo negli studi medi superiori).

I Test Standard sono un utile strumento di programmazione per le Università. Gli Atenei possono predisporre in anticipo gli strumenti volti al recupero delle carenze formative in ingresso, così come previsto dall'art. 6 comma 1 del DM 270/04, ed anche all'organizzazione di attività formative propedeutiche alla valutazione della preparazione iniziale degli studenti che accedono ai corsi di laurea, come previsto dall'art. 11 comma 7, lettera g) dello stesso DM 270/04.

In sintesi i vantaggi

La modalità operativa proposta dal CISIA permette di poter utilizzare i Test Standard non solo come strumento in ingresso valido sul territorio nazionale per effettuare valutazioni e selezioni, ma anche come strumento di autovalutazione e orientamento.

I benefici dello sviluppo di questa iniziativa sono sintetizzabili per ciascuno degli attori coinvolti.

Per i futuri studenti, per le loro famiglie e per le scuole di provenienza avere un quadro di riferimento, con dati statisticamente fondati che mettono a fuoco l'importanza di un'adeguata preparazione iniziale come prerequisito per il successo negli studi universitari, può assumere un ruolo determinante in termini di orientamento agli studi.

Per gli Atenei ma anche per il Ministero avere un quadro conoscitivo sull'accesso ai corsi di laurea significherebbe avere a disposizione dati utili alla propria autovalutazione. Infatti mettere una sede universitaria a conoscenza, per le varie aree disciplinari, del livello di preparazione iniziale dei propri iscritti e come questo incida sull'avanzamento delle carriere e sui tempi di laurea, dovrebbe permetterle di valutare l'efficacia della didattica impartita e calibrare meglio la programmazione delle proprie attività nel solco di un'autonomia universitaria più matura.

Per il CISIA grazie ai dati dei test su scala nazionale e a quelli delle carriere, si rende possibile migliorare di anno in anno l'efficacia dei test standard proposti per ogni area. Un test che in termini statistici predice almeno in parte la futura carriera studentesca è un test utile al sistema. Viceversa, un test che non ha alcuna correlazione con la carriera successiva dello studente è un test da modificare e migliorare.

2.2 Orientamento e Accesso internazionale

Da tempo il CISIA si pone l'obiettivo di creare strumenti per facilitare e incentivare l'accesso degli studenti stranieri agli studi universitari in Italia.

Il Primo passo, in fase di sviluppo e sperimentazione, è un progetto per la realizzazione di prove TOLC

in lingua inglese. Tale strumento, una volta perfezionato, sarà certamente di aiuto per l'accesso ai corsi tenuti in Italia in lingua inglese.

L'altro tema importante è come strutturare ed anticipare la verifica dei prerequisiti di conoscenza della lingua italiana, obbligatori per l'accesso in Italia degli studenti non appartenenti all'Unione Europea.

Tutto lascia ritenere che, anche in questo caso, sia necessario anticipare la prova, strutturandola in maniera tale che la verifica dei prerequisiti avvenga direttamente all'estero. La prova di conoscenza della lingua italiana sarà corredata di una contestuale offerta di strumenti per il suo apprendimento e pertanto dovrà essere sviluppata con la determinante collaborazione di altri soggetti istituzionali italiani, incluso il MIUR, che su questo tema possiedono lunga esperienza e grande competenza.

E' possibile immaginare perciò un sistema di accesso ad una piattaforma che aiuti, incentivi e agevoli gli studenti stranieri a scegliere l'Italia come luogo di studi superiori, attraverso la messa a disposizione di test di conoscenza della lingua Italiana, di corsi di apprendimento della lingua ai diversi livelli, di test di posizionamento disciplinari (per l'accesso e la verifica delle conoscenze per le varie aree del sapere) e di un sistema informativo che agevoli la circolazione delle persone.

Le prove dovranno essere esclusivamente computer-based e in grado non solo di fornire immediatamente agli studenti un riscontro sul loro livello di conoscenze e competenze, ma anche di offrire un servizio efficiente di interrogazione della banca dati dei risultati da parte di tutti gli Atenei e di altri enti istituzionali interessati.

2.3 E-learning a supporto degli studenti e delle sedi universitarie

Il progetto, in fase attuativa come primo esperimento base per il CISIA, consiste nella realizzazione di un MOOC di fondamenti di matematica (Matematica 0), composto da lezioni frontali, esercitazioni frontali e da un volume che raccoglie gli esercizi.

Tutto il materiale è pensato e progettato per essere utilizzato sia liberamente dagli utenti ma anche con il possibile ausilio di tutor di riferimento nelle sedi consorziate.

La piattaforma di erogazione consentirà la libera iscrizione al portale CISIA e la possibilità di fruire i materiali senza alcun costo aggiuntivo per lo studente o per la sede, ma anche di verificare che gli utenti di una determinata categoria (per esempio gli studenti soggetti ad OFA di matematica contenuti in una lista inviata da una certa sede al CISIA), abbiano seguito le lezioni e le esercitazioni, in forma individuale o attraverso il supporto di un tutor in sede.

I moduli che saranno realizzati dovranno poter essere utilizzati dagli utenti in modo interdependente in modo da poter offrire Matematica 0 almeno agli studenti di Ingegneria, Scienze, Economia, Farmacia e in generale a tutti quelli potenzialmente interessati alla matematica di base.

2.4 Erogazione prove Test su dispositivi mobili

A gennaio 2018 il CISIA sostituirà il proprio software di erogazione delle prove con uno nuovo, completato in queste settimane, che è stato progettato per aumentare la sicurezza e il controllo durante l'erogazione e, contemporaneamente, per consentire a categorie di studenti con esigenze speciali di

sostenere le prove in condizioni di maggiore parità possibile con gli altri studenti.

Inoltre, nel corso del 2018 sarà varato un progetto per poter erogare in sicurezza le prove anche attraverso dispositivi mobili, in particolare tablet, tali da consentire un utilizzo ancora più esteso delle dotazioni informatiche di ciascuna sede universitaria. La possibilità di poter attrezzare con facilità aule comuni, in modo da renderle utilizzabili per l'erogazione di Test Standard, è una richiesta ormai diffusa che il CISIA ha deciso di accogliere destinando allo scopo adeguate risorse nell'immediato futuro.

3. TIP E TOLC, CARATTERISTICHE E STABILITÀ STATISTICA

Generalità

I Test CISIA sono caratterizzati da quesiti a risposta multipla, ovvero ad ogni quesito è associato un dato numero di risposte possibili tra cui il candidato deve indicare qual è la risposta esatta.

Per ogni quesito sono proposte cinque risposte, delle quali solo una esatta. L'individuazione della risposta esatta comporta l'attribuzione di 1 punto, mentre per una risposta sbagliata è attribuito un punteggio di $-1/4$ di punto. Per i quesiti a cui non viene data alcuna risposta, non è assegnato alcun punteggio o penalizzazione di sorta. Questo sistema di punteggio in termini statistici neutralizza i punti ottenibili scegliendo, in modo del tutto casuale, una tra le cinque risposte proposte per ogni quesito.

Il sistema di punteggio adottato fornisce in modo diretto un valore numerico (con segno) indicato come "Punteggio"; per esso è opportuno distinguere tra:

- **Punteggio Sezione o Parziale:**
somma algebrica dei punteggi dei quesiti proposti in una data sezione tematica del Test
- **Punteggio Test o Totale:**
somma algebrica dei punteggi di tutte le sezioni tematiche del Test

A queste grandezze spesso si affianca l'uso del rapporto percentuale tra il Punteggio ed il Punteggio massimo teorico riportabile, indicato come "Percentuale di Successo" e definito come:

- **Percentuale di Successo di Sezione:**
rapporto tra Punteggio Parziale e numero dei quesiti contenuti in quella specifica sezione tematica
- **Percentuale di Successo di Test:**
rapporto tra Punteggio Test e numero totale dei quesiti del Test

Come anticipato a proposito dei punteggi, tutti i test CISIA sono suddivisi in sezioni tematiche; ogni sezione è costituita da un numero variabile di quesiti e caratterizzata da un tempo di risposta stabilito. Tutto ciò è sinteticamente indicato come "struttura del test".

Il fatto che i test specifici di un'area disciplinare possano avere strutture diverse, tanto da essere indicati con denominazioni distinte, è in genere strettamente legato alla modalità di erogazione. Infatti i Test CISIA, in relazione al tipo di erogazione, sono indicati con gli acronimi TIP (Test In Presenza erogato in forma cartacea) e TOLC (Test On Line erogato su piattaforma informatica via web).

3.1 TIP - Test cartacei in presenza

I TIP sono i test tradizionalmente erogati dal CISIA in forma cartacea. Le modalità di attuazione sono state messe a punto sulla base dell'esperienza accumulata dalla Commissione Nazionale Test e dal Centro Interuniversitario. Ciò ha permesso l'adozione di misure ed accorgimenti che, oramai ben

collaudati, assicurano alle prove elevati standard di qualità e di regolarità.

La caratteristica fondamentale del TIP è quella di essere unico per tutti i partecipanti alla prova; le sezioni tematiche vengono affrontate in un ordine stabilito ed è vietato passare da una sezione alla seguente fin tanto che non sia esaurito tutto il tempo concesso per rispondere ai quesiti della sezione corrente; è anche del tutto vietato poter tornare, dalla sezione corrente, ad una qualsiasi delle precedenti.

Del test esistono in genere 16 versioni, ognuna delle quali differisce dalle altre perché all'interno di ogni sezione i quesiti sono presentati in ordine diverso (permutati) e permutate sono anche le posizioni delle risposte associate a ciascun quesito.

Altra caratteristica dei TIP è che si tratta di una prova annuale, differente per ogni area disciplinare, erogata in genere nella prima decade di settembre. Inoltre per assicurare la regolarità della prova, dato che spesso è usata da una o più sedi come selettiva e concorsuale, essa si svolge nel medesimo giorno (ovviamente diverso per ogni area disciplinare) e alla medesima ora in tutte le sedi partecipanti, in modo che sia assicurata, quanto più possibile, la segretezza dei quesiti. Anche se i libretti test alla fine della prova vengono ritirati e distrutti, i quesiti sono ogni anno totalmente nuovi, un presupposto questo per poter preservare la regolarità della prova, ma che pone un problema di stabilità statistica.

Nonostante gli sforzi fatti dagli esperti che formulano i quesiti, i test di anni diversi presentano scostamenti sensibili nel livello di difficoltà che presentano e dunque i risultati ottenuti dai candidati in anni diversi non sono confrontabili in termini assoluti.

L'erogazione del test in forma cartacea richiede poi il rispetto di alcune condizioni e l'uso di alcuni accorgimenti che hanno un peso organizzativo non irrilevante. Le aule in cui si attua la prova devono essere sottoposte alla gestione e al controllo diretto di una sede universitaria; la capienza di un'aula deve essere tale che il numero dei candidati sia al più il 50% dei posti disponibili; i libretti contenenti i quesiti devono essere distribuiti seguendo schemi tali che, tra le 16 versioni del test, quelle identiche siano assegnate ai candidati più distanti tra loro; infine la sorveglianza in aula deve assicurare la regolarità dello svolgimento della prova, verificando tra l'altro che i candidati non passino da una sezione all'altra prima del tempo assegnato.

3.2 TOLC - Test On Line CISIA

I TOLC sono i test messi a punto dal CISIA a partire dalla sperimentazione del 2012. Sono stati sviluppati a partire dai test cartacei introducendo innovazioni rilevanti, fermo restando che la loro attuazione organizzativa richiede che le sedi universitarie, presso le cui aule si svolge la prova, rimangano garanti della sua regolarità esercitando il controllo delle procedure previste.

La caratteristica di questi test non è tanto l'erogazione online mediante computer e strumenti informatici, quanto quella che i candidati affrontano prove diverse, ma di difficoltà analoga. Perché ciò sia possibile è necessario che i quesiti delle diverse sezioni tematiche siano estratti da una banca dati statisticamente qualificata.

Per ogni sezione tematica e gli argomenti ad essa pertinenti, il CISIA dispone di quesiti classificati secondo la loro difficoltà statistica, ossia secondo le risposte che ogni quesito ha ricevuto dai candidati ai quali è stato proposto. Da questi quesiti vengono estratti in modo automatico, mediante un software appositamente sviluppato, quelli che vanno a comporre le sezioni di ogni test individuale, in modo che ne risulta controllata non solo la difficoltà dell'intero test, ma anche quella di ogni sezione tematica. In questo modo, al contrario del TIP, il TOLC risulta una prova statisticamente stabile e permette dunque un confronto in termini assoluti tra coorti diverse di candidati.

Si potrebbe pensare che il TOLC, data la caratteristica di test individuale, sia inadatto ad essere usato come prova selettiva per l'accesso a corsi di studio a numero programmato a livello locale. Ma, proprio per la sua stabilità statistica, non è invece infrequente che esso sia richiesto come uno dei titoli su cui stilare una graduatoria per un accesso programmato.

Il TOLC presenta anche altre importanti innovazioni. La più notevole è sicuramente che la modalità di erogazione permette alle sedi universitarie di organizzare non una, ma più sessioni, scegliendo le date all'interno di un calendario prestabilito dal CISIA. Ne segue che, a partire dai mesi di gennaio e febbraio, vengono offerte in varie parti del territorio nazionale molte prove anticipate rispetto alla fine dell'anno scolastico delle scuole secondarie. Gli studenti si registrano attraverso il portale CISIA e scelgono data e sede universitaria dove svolgere la prova. Inoltre, possono sostenere e ripetere la prova in più date, ma non più di una volta al mese; lo scopo è quello di favorire la loro autovalutazione e il loro orientamento in anticipo rispetto al momento della scelta del corso di studio universitario.

Un aspetto del TOLC, non nuovo e già presente nei TIP, è che il risultato conseguito in una prova è riconosciuto da tutte le sedi universitarie che adottano il TOLC. Questo fatto, forse perché poco noto, non era molto sfruttato dagli studenti prima dell'introduzione dei test online. Con la registrazione diretta sul sito CISIA, i candidati ne hanno inteso la portata ed è diventato rilevante il numero di studenti che sostengono la prova in una sede, ma si iscrivono in un'altra. Ne è dunque discesa un'azione di contenimento dei costi sostenuti per partecipare alla prova, in particolare azzerando o minimizzando le spese di viaggio che, in precedenza, molti studenti affrontavano, favorendo di fatto il diritto allo studio e la mobilità studentesca sul territorio nazionale.

L'erogazione del test online, come nel caso di quello cartaceo, richiede il rispetto di alcune condizioni e l'uso di alcuni accorgimenti che, comunque, hanno un impatto organizzativo completamente diverso da quanto richiesto dall'erogazione cartacea. Le aule in cui si attua la prova devono ancora essere sottoposte alla gestione e al controllo diretto di una sede universitaria; la capienza di un'aula può essere sfruttata quasi per intero (alcune postazioni devono essere mantenute di riserva per far fronte ad eventuali guasti di qualche macchina); le macchine devono essere approntate secondo specifiche richieste da CISIA; la sorveglianza in aula deve assicurare la regolarità dello svolgimento della prova, ma non è richiesta alcuna particolare procedura nell'assegnazione delle postazioni; infine non sono più necessarie le operazioni di raccolta dei materiali da inviare alla lettura ottica e di ritiro dei libretti test; al termine della prova lo studente vede subito a video il risultato conseguito.

Inoltre, per quanto riguarda i tempi associati ad ogni sezione tematica, mentre essi erano fissi per i test cartacei, per il test online ogni sede, sulla base di suoi criteri organizzativi, può esercitare l'opzione di mantenerli fissi o di renderli variabili, ma ovviamente all'interno di tempi massimi assegnati. In entrambi i casi il rispetto dei tempi è assicurato dal software di erogazione.

3.3 Esempi di stabilità statistica

3.3.1 Test in presenza dell'area Ingegneria (TIP)

La struttura di questo Test è rimasta invariata nel corso degli anni ed è la seguente:

SEZIONE TEMATICA	NUMERO QUESITI	TEMPO ASSEGNATO
LOGICA	15	30 min.
COMPRESIONE VERBALE	15	30 min.
MATEMATICA 1	20	30 min.
SCIENZE FISICHE E CHIMICHE	20	30 min.
MATEMATICA 2	10	30 min.

La sezione di Logica contiene quesiti relativi a: successioni di numeri e/o di figure disposte secondo ordinamenti da individuare; proposizioni seguite da affermazioni di cui una soltanto è logicamente deducibile dalle premesse contenute nella proposizione di partenza.

La sezione di Comprensione Verbale presenta quesiti relativi a tre brani tratti da testi di vario genere, generalmente testi scientifici, divulgativi, storici, sociologici. Poiché allo stato attuale delle conoscenze quanto affermato nel brano potrebbe risultare modificato o anche sconfessato, le risposte devono essere dedotte esclusivamente dal contenuto del brano stesso e non in base alle conoscenze possedute dal candidato.

La sezione di Matematica 1 presenta quesiti intesi a verificare le conoscenze del candidato, cioè se egli possieda le nozioni di matematica ritenute fondamentali per affrontare gli studi. In dettaglio tali nozioni sono riportate in un sillabo specifico.

La sezione di Scienze Fisiche e Chimiche contiene quesiti con cui si intende valutare sia conoscenze che competenze del candidato; alcuni richiedono il possesso di conoscenze di base (i dettagli sono contenuti in un relativo sillabo), mentre altri richiedono anche capacità applicative.

La sezione di Matematica 2, nuovamente relativa alla matematica, è finalizzata a verificare non tanto le conoscenze, quanto le competenze dell'aspirante, cioè come egli sappia usare le nozioni di matematica che possiede.

Le sezioni tematiche sono affrontate nell'ordine su indicato. L'ipotesi che una sezione, se affrontata dopo un'ora o due dall'inizio del test, possa registrare risultati peggiori di altre per la stanchezza dei candidati è stata oggetto, in passato, di alcuni esperimenti che tuttavia hanno indicato che tale ipotesi non è statisticamente provata.

3.3.2 Risultati del TIP negli anni

Per l'erogazione cartacea, come sottolineato in precedenza, ogni anno il CISIA predispone nuovi quesiti formulati da commissioni scientifiche costituite da membri di elevata esperienza. Ciò nonostante i risultati evidenziano che in genere i quesiti hanno livelli di difficoltà diversi da quelli ipotizzati "ex ante" dagli estensori, ma soprattutto i quesiti di anni differenti mostrano difficoltà sensibilmente diverse.

A testimonianza di quanto detto, le figure n. 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4 mostrano rispettivamente, per gli anni che vanno dal 2011 al 2016, punteggi medi, percentuali di successo, distribuzioni e funzioni cumulative dei punteggi conseguiti dagli studenti nel TIP.

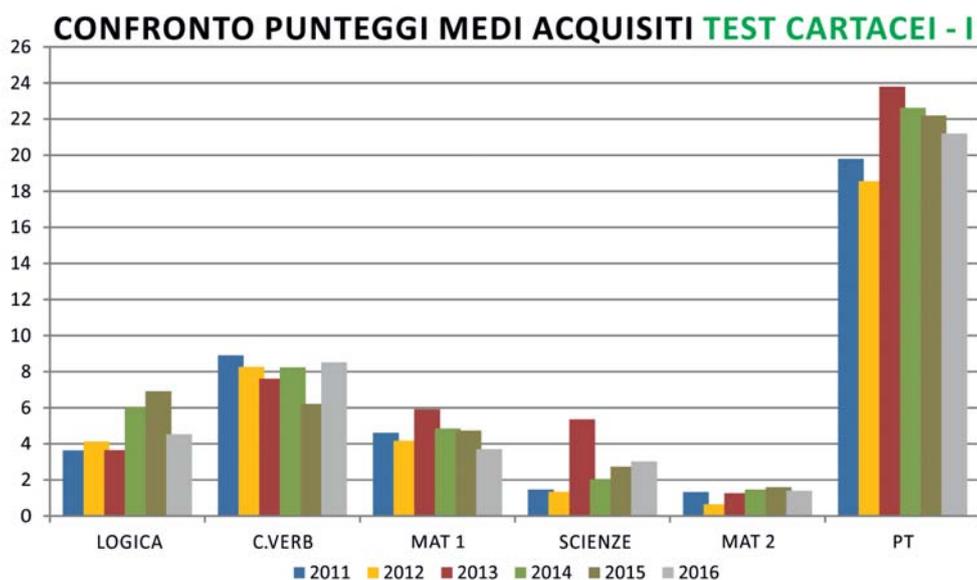


Figura 3.1

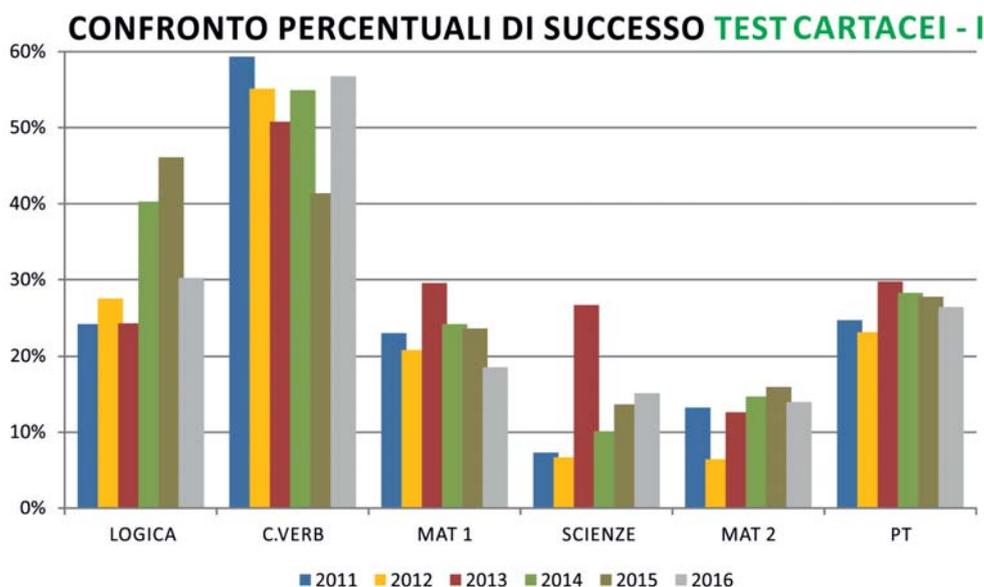


Figura 3.2

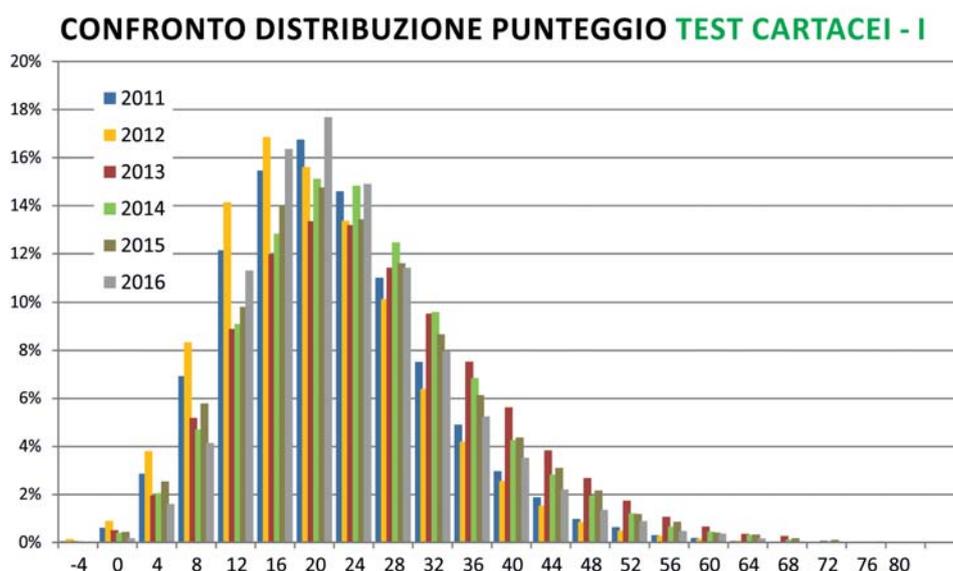


Figura 3.3

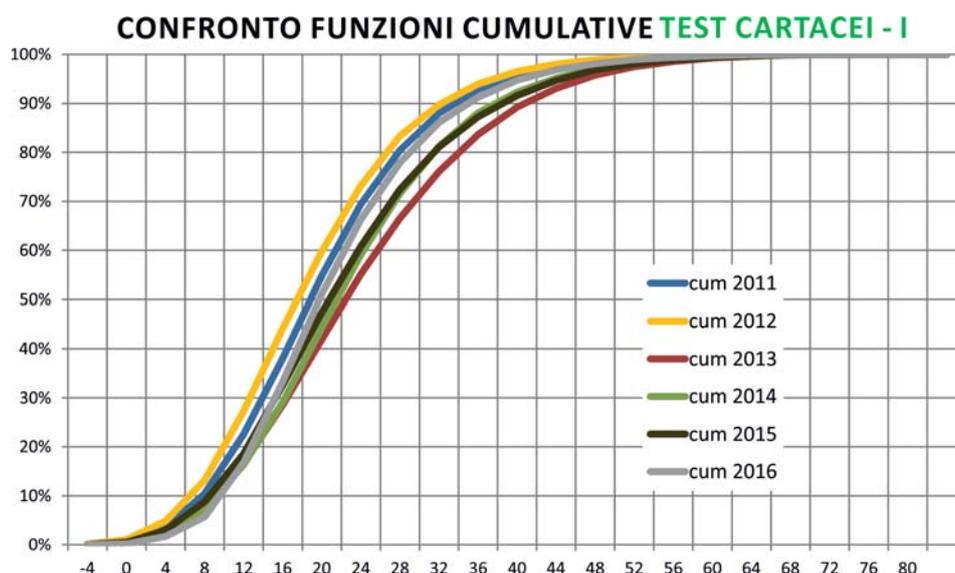


Figura 3.4

Le distribuzioni, anche se rese asimmetriche dalla penalizzazione, indicano come di anno in anno differiscano per media e mediana. Ciò è tanto più evidente nelle funzioni cumulative, Fig. 3.4, dove la diversa pendenza è legata qualitativamente alla difficoltà complessiva del test. Anche i punteggi medi delle sezioni tematiche, Fig. 3.1, per anni diversi mostrano ampie oscillazioni. Ne consegue che il test cartaceo, pur essendo ogni anno uno strumento efficace di verifica e/o selezione fornendo un intervallo di circa trenta punti per discriminare i candidati, non mostra negli anni una stabilità statistica accettabile per confrontare candidati appartenenti a popolazioni di anni diversi.

Ciò nonostante, il test cartaceo è ancora in grado di dare indicazioni che, almeno qualitativamente,

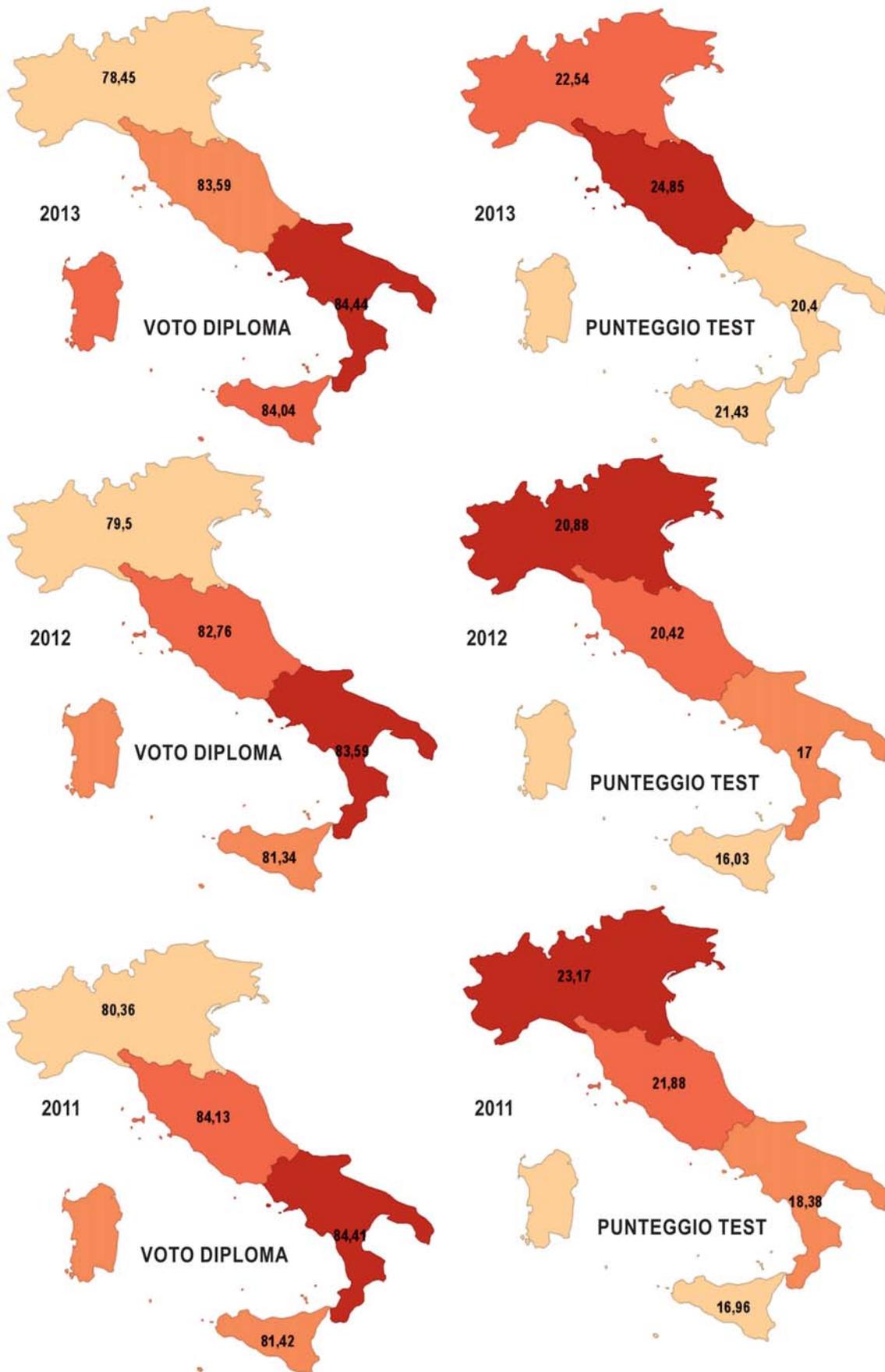


Fig 3.5

sono confermate in anni diversi. Un esempio interessante per gli anni 2011, 2012, 2013 è quello relativo alle macroaree geografiche (Nord, Centro, Sud, Isole) mostrato in figura 3.5. Il voto medio di diploma di scuola secondaria superiore, conseguito da studenti che hanno studiato in un data macroarea, è messo a confronto con il punteggio medio ottenuto dagli stessi studenti nel TIP. Ovviamente sono i candidati medesimi, affrontando il TIP a settembre dopo avere sostenuto l'esame di diploma, a fornire al CISIA il voto conseguito.

Il confronto è reso evidente colorando ogni macroarea con colori di intensità crescente al crescere del voto di diploma e del punteggio test. In questo modo è immediato riconoscere, seppure qualitativamente, nelle carte territoriali una inversione di intensità passando dal voto di diploma al punteggio test.

3.3.3 Test On Line CISIA dell'area Ingegneria (TOLC-I)

La struttura di questo Test, pur partendo da quella del corrispondente test cartaceo, è stata rimodulata per rendere possibile la sua erogazione online e per tenere presente i problemi che sorgono passando alla lettura video. Dalla sperimentazione del 2012 ad oggi essa è la seguente:

SEZIONE TEMATICA	NUMERO QUESITI	TEMPO MAX. ASSEGNATO
MATEMATICA	20	60 min.
LOGICA	5	15 min.
SCIENZE	10	20 min.
COMPRESIONE VERBALE	5	10 min.

La sezione di Matematica sostituisce le sezioni di Matematica 1 e 2 del TIP e presenta quesiti intesi a verificare tanto le conoscenze del candidato, quanto le sue competenze, cioè la capacità di usare le nozioni di matematica che possiede. Il numero dei quesiti di verifica delle conoscenze è differente da quello dei quesiti rivolti ad accertare le competenze (circa due terzi contro un terzo), ma dato il ruolo che la matematica svolge nei primi anni di corso degli studi in Ingegneria, il tempo attribuito alla sezione è pari a quello complessivo delle due sezioni di matematica del TIP.

Per le sezioni tematiche di **Logica, Scienze, Comprensione Verbale** vale quanto specificato per il TIP. Tra esse, la sezione di Scienze mantiene il proprio peso relativo, mentre i pesi delle altre sono sensibilmente ridotti.

Dal 2018 questa struttura sarà aggiornata raddoppiando il numero dei quesiti di Logica e di Comprensione Verbale e portando a 50 il numero totale dei quesiti. Ne seguirà che i pesi relativi di queste due sezioni saranno così riequilibrati.

3.3.4 Risultati TOLC-I anni 2014 - 2017

Abbiamo già detto che i TOLC sono test diversi da studente a studente ma di difficoltà analoga, ripetibili nell'arco dell'anno. Costruiti con quesiti di difficoltà nota *ex post* sono test totalmente confrontabili. In figura n. 3.6 sono riportati i punteggi ottenuti dagli studenti partecipanti ai TOLC-I erogati dal 2013 al 2017.

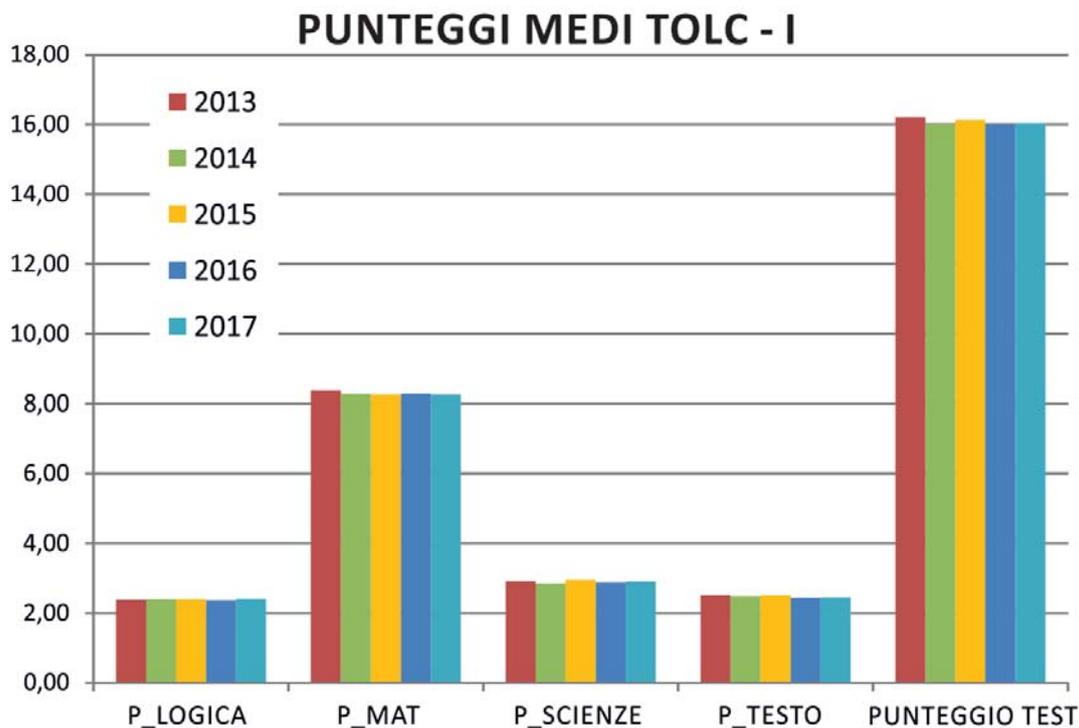


Figura 3.6

Le distribuzioni dei punteggi totali (figura 3.7) sono sostanzialmente identiche e le funzioni cumulative (figura 3.8) lo confermano con la loro sovrapposizione puntuale, mostrando contemporaneamente come la difficoltà complessiva del test rimanga invariata.

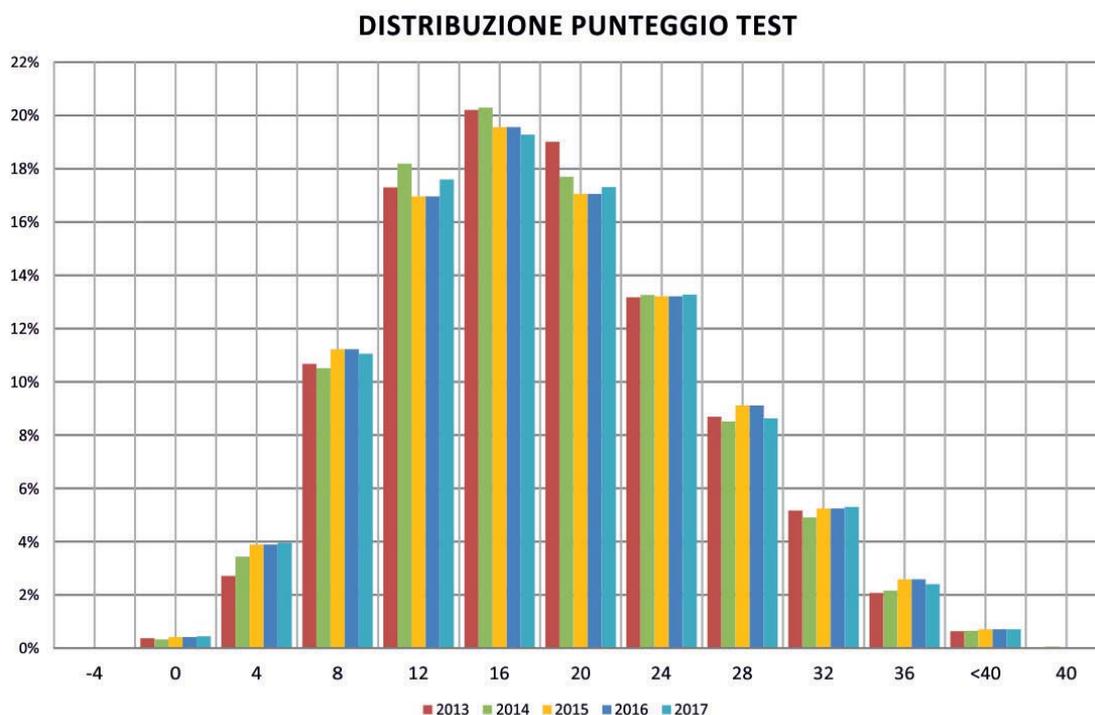


Figura 3.7

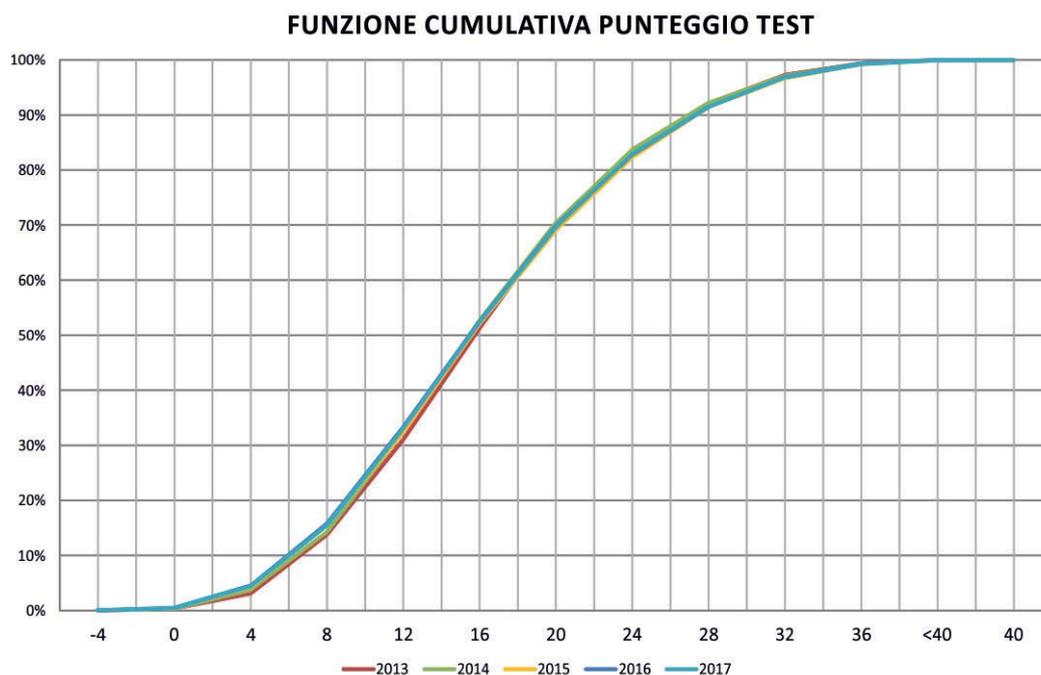


Figura 3.8

Anche i punteggi medi delle sezioni tematiche per anni diversi (figura 3.6) non variano apprezzabilmente. L'esame delle funzioni cumulative dei punteggi parziali di sezione, figure da 3.9 a 3.12, indicano sovrapposibilità puntuale ed è sorprendente che anche le sezioni di Logica e di Comprensione Verbale mostrino tale sovrapposibilità, nonostante il limitato numero di quesiti che le compongono. Ricordiamo che questo numero sarà raddoppiato nella struttura del TOLC-I a partire dal 2018.



Figura 3.9

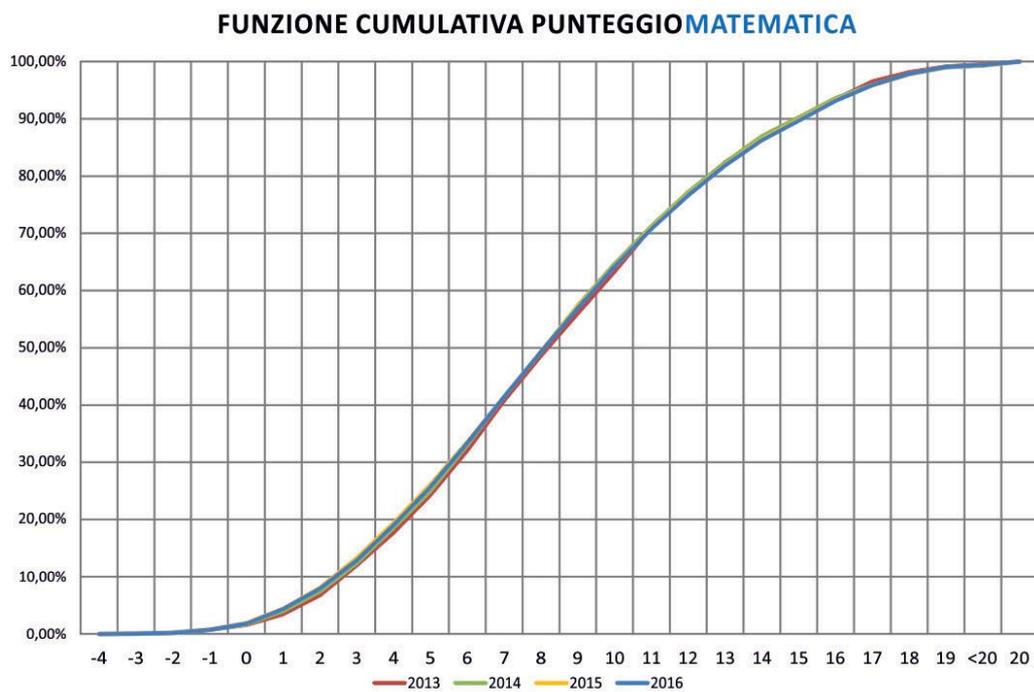


Figura 3.10

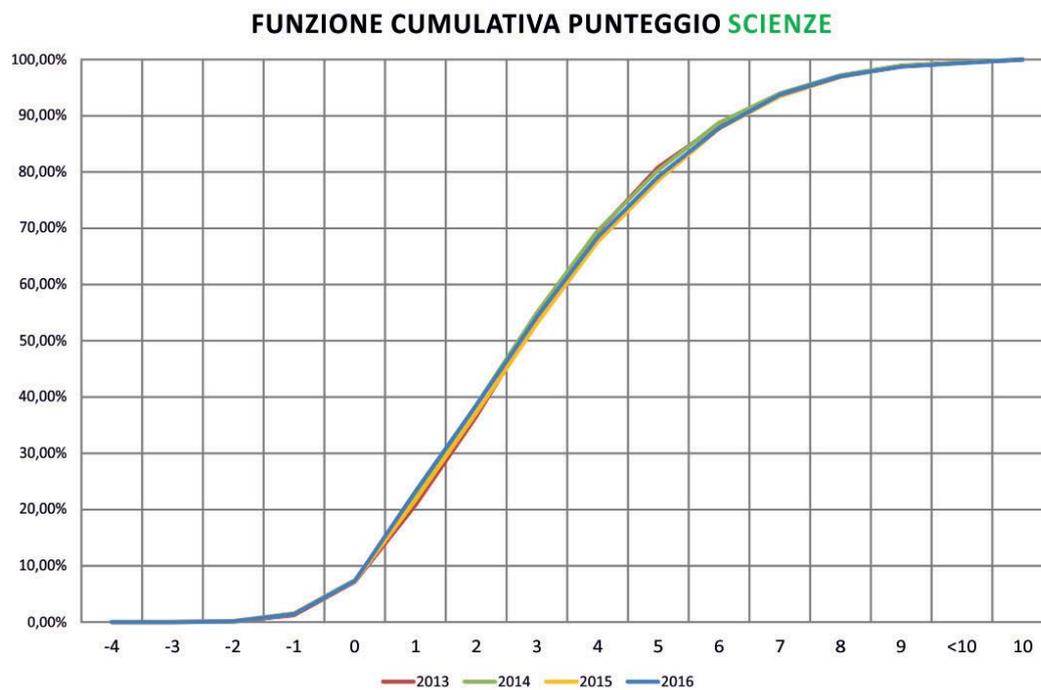


Figura 3.11

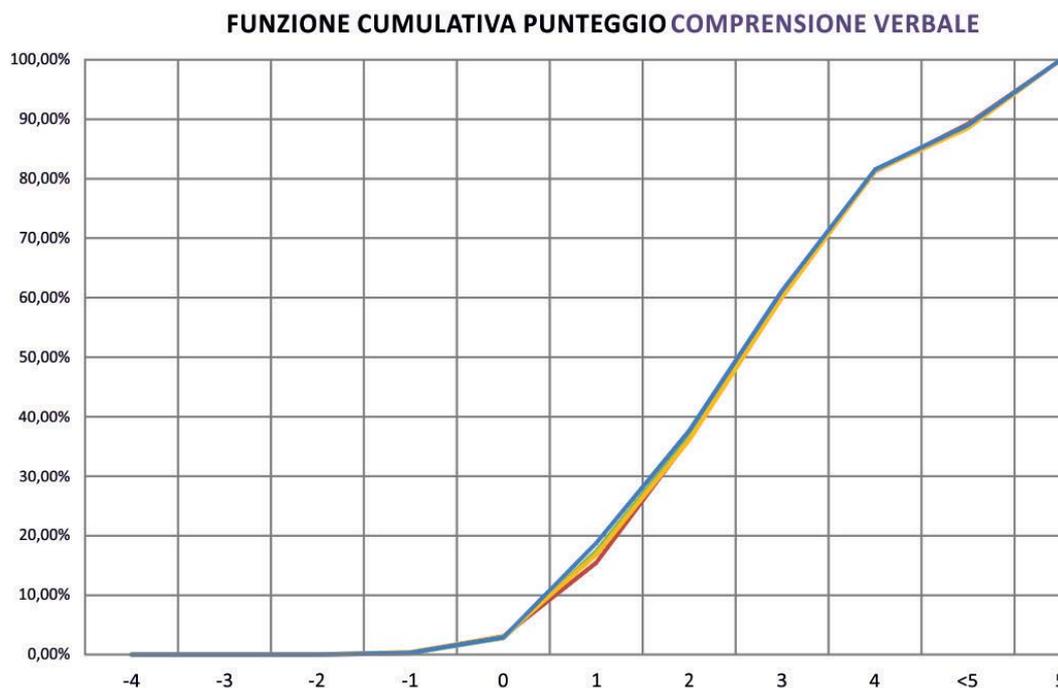


Figura 3.12

Si può concludere che il test online non solo mantiene, come strumento, l'efficacia di verifica e/o selezione offrendo un intervallo di circa venti punti per discriminare i candidati, ma garantisce una stabilità statistica molto robusta che permette di confrontare popolazioni diverse. A riprova di ciò, si vedano i risultati in figura 3.13 e figura 3.14 ottenuti dagli studenti che si sono presentati in tre periodi di erogazione diversi durante l'anno 2017.

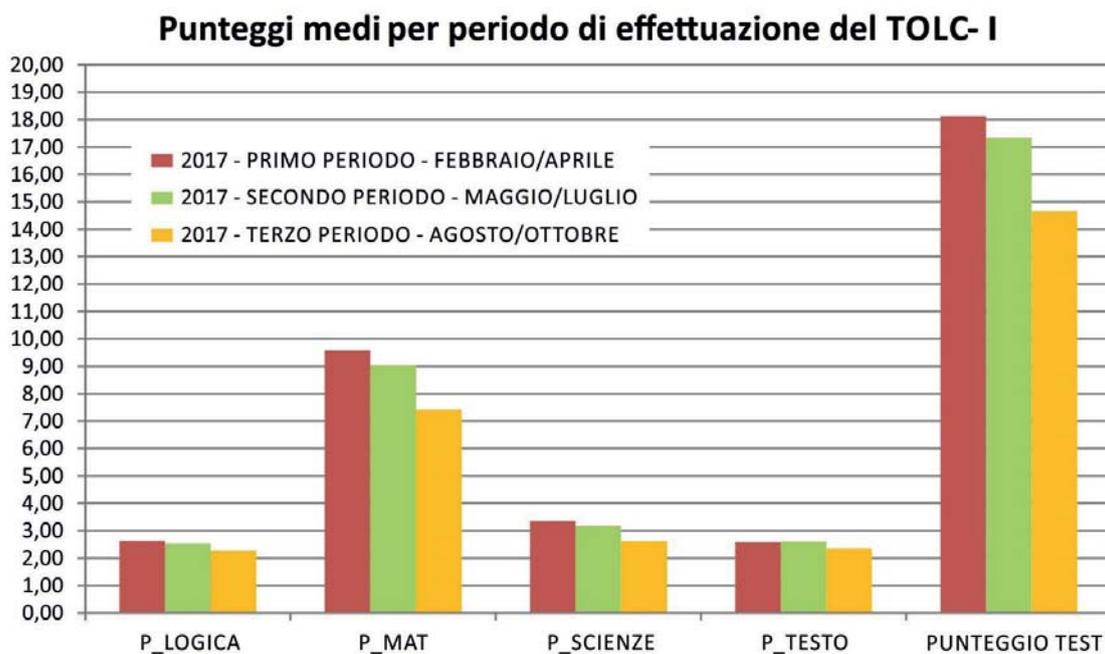


Figura 3.13

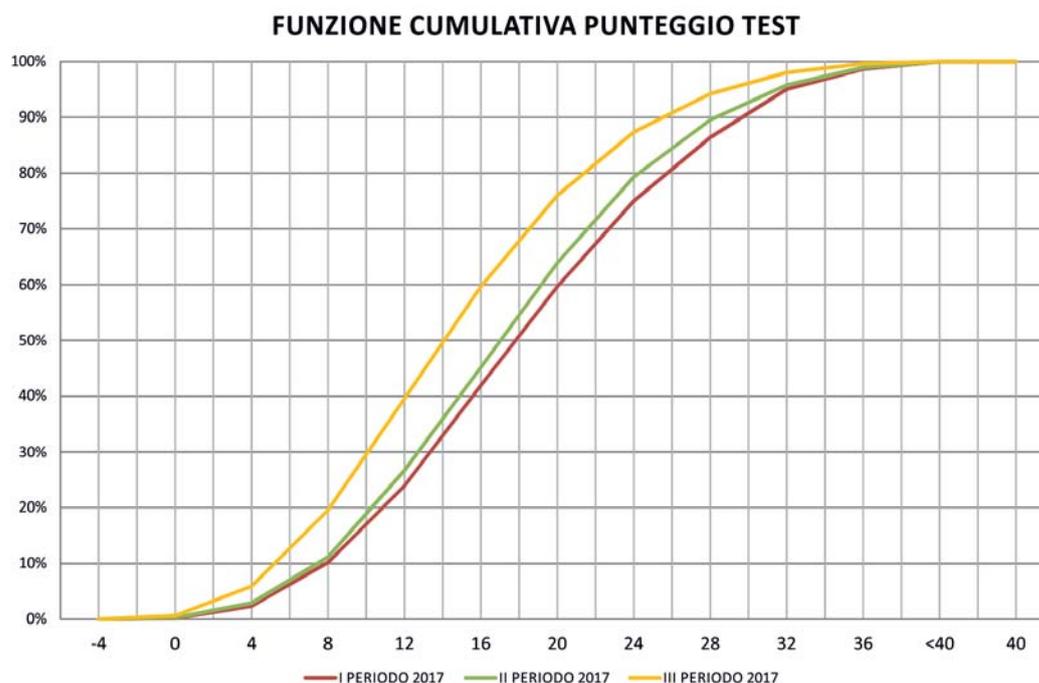


Figura 3.14

Non può sfuggire che, a seconda del periodo, i punteggi ottenuti sono sensibilmente diversi: gli studenti più motivati e preparati si presentano ai test anticipati.

In questa sezione abbiamo preso in considerazione esclusivamente il confronto tra i TIP di Ingegneria e i TOLC-I, ma la stabilità statistica del TOLC non è certo dimostrata dai soli dati dell'area di Ingegneria. Questa solidità è una caratteristica presente in tutti i Test On Line che dipende non solo dalla numerosità della popolazione, ma anche dalla sua maggiore o minore uniformità territoriale.

A fronte delle indubbie potenzialità dei TOLC, non si deve tuttavia tacere su un loro limite connesso all'attuazione di test anticipati ovvero non è certo possibile avere alcuna informazione sul voto di diploma di scuola secondaria superiore di candidati che non lo hanno ancora conseguito. La mancanza di questi dati è limitante per molte analisi statistiche e la carenza non sembra facilmente colmabile se non con il permesso di accedere a dati ministeriali.

4. STUDIO DELLA VALENZA PREDITTIVA DEI TEST STANDARD CISIA PER L'INGEGNERIA

Introduzione

Il CISIA ha una lunga e consolidata esperienza nella realizzazione di test d'ingresso ai percorsi universitari che si è sviluppata negli anni a partire dai test cartacei in presenza per l'Ingegneria, ed è continuata estendendosi ad altre forme di erogazione e ad altre aree disciplinari coinvolgendo gruppi di studenti sempre più numerosi.

In particolare, il test in presenza per l'Ingegneria (TIP) è stato per molti anni il test più utilizzato negli atenei italiani per la valutazione della preparazione degli immatricolandi, la verifica dei requisiti di accesso con l'eventuale attribuzione degli OFA e la selezione degli studenti nei corsi di laurea a numero programmato locale. Negli anni più recenti si è assistito a un progressivo abbandono del TIP a favore del test online TOLC-I, oggi utilizzato da molte scuole di Ingegneria su tutto il territorio nazionale.

L'ampia diffusione dei test CISIA (TIP e TOLC) può essere già di per sé interpretata come un indice di elevato gradimento e dunque di riconosciuta qualità.

La qualità di un test può essere tuttavia misurata in modo più rigoroso valutandone la capacità predittiva rispetto al successo nella carriera universitaria degli studenti. Infatti, la capacità predittiva di un test conferisce ad esso elevata efficacia sia nella valutazione e nella selezione degli studenti in ingresso all'università, sia ai fini dell'orientamento delle scelte dei partecipanti.

Questa valutazione può essere fatta in modo scientificamente fondato applicando opportuni metodi statistici alla popolazione degli studenti che ha sostenuto il test, studiando, in particolare, le relazioni tra l'esito del test e la progressione nel percorso di studio post-diploma.

Sulle ultime considerazioni si fonda il lavoro descritto in questo capitolo, che ha come principale obiettivo lo studio statistico su scala nazionale del grado di predittività dell'esito del test standard CISIA sull'evoluzione e sulla qualità delle carriere degli studenti.

Lo studio presentato in questa pubblicazione si focalizza in particolare sul test in presenza (TIP) per l'Ingegneria e riguarda un campione composto dagli studenti che hanno sostenuto il test nell'anno 2011 presso 13 atenei distribuiti sul territorio nazionale, per un totale di 15566 individui.

Per ogni studente sono stati acquisiti alcuni dati di estrazione geografica e scolastica (ad es. provenienza, scuola frequentata, voto di diploma), i dati relativi all'esito del test e alcune informazioni inerenti al percorso successivo al test (immatricolazione, CFU acquisiti, tempo di conseguimento del titolo, voto di laurea). A partire da questi dati è stato possibile monitorare le carriere negli anni successivi al test per studiare la relazione tra l'esito del test TIP e la performance dello studente negli studi universitari.

E' importante sottolineare che, nonostante il lavoro riguardi il TIP per l'Ingegneria nell'anno 2011, l'insieme degli strumenti statistici descrittivi e predittivi definito e sviluppato nell'ambito di questa attività è sufficientemente generale per poter essere facilmente applicato in futuro anche ad altri test (es. TOLC-I, TOLC-E) e ad altre popolazioni di studenti.

Il lavoro è articolato in due parti:

1. Applicazione di statistiche descrittive al campione per studiare la relazione tra il punteggio del test e altri attributi di background dello studente (es. scuola frequentata, voto di diploma, area geografica di provenienza, genere, ecc.) con alcuni indicatori della performance negli studi: il numero di crediti formativi acquisiti nel primo anno di università, il tempo di conseguimento della laurea e il voto di laurea.
2. Definizione di modelli predittivi che consentano di stimare le probabilità di successo negli studi di ogni studente a partire dai dati che lo caratterizzano (punteggio test, scuola, voto di diploma, area geografica ecc.).

4.1 Note metodologiche

Come già detto, lo studio è stato svolto su un campione dei partecipanti al test in presenza per Ingegneria (TIP) dell'anno 2011.

La scelta dell'anno 2011 è stata motivata dalla necessità di poter monitorare le carriere degli studenti per un numero sufficiente di anni (almeno 4) a partire dal sostenimento del test di ingresso.

Si è scelto quindi di focalizzare l'analisi sui partecipanti al TIP perché nel 2011 la maggior parte delle sedi consorziate di Ingegneria ha svolto questo tipo di test. Il periodo di riferimento per tutte le attività descritte in questo lavoro è pertanto l'intervallo [2011-2015].

E' stato quindi necessario acquisire i dati relativi alle carriere degli studenti del campione nei quattro anni solari successivi al 2011.

Non avendo avuto la possibilità di accedere all'Anagrafe Nazionale Studenti del MIUR, si è deciso di selezionare un gruppo di 13 sedi campione scelte in modo da rappresentare in modo bilanciato le diverse aree geografiche del territorio nazionale all'interno del campione.

Ogni ateneo selezionato dal CISIA ha quindi fornito, per ogni studente che ha sostenuto il test nel 2011 presso quella sede, i seguenti dati:

- 1) dati di background:
 - tipo di scuola superiore frequentata (v. classificazione in Tabella 4.1)
 - voto conseguito all'esame di stato
 - area geografica di provenienza
 - genere
- 2) dati di carriera:
 - immatricolazione a ingegneria (si/no)
 - numero di CFU acquisiti per anno
 - anno di laurea
 - voto di laurea

Il CISIA, disponendo dei punteggi riportati da ciascuno studente del campione nelle singole sezioni del test e del punteggio complessivo, ha quindi unito tali informazioni ai dati ottenuti dalle singole sedi dopo averli resi anonimi.

SIGLA	TIPOLOGIA ISTITUTI
LS	liceo scientifico
LC	liceo classico
AL_LICEO	altri licei: liceo socio-psico pedagogico, liceo linguistico, istituto magistrale
IT	istituto tecnico industriale, aeronautico, agrario, nautico
GE	istituto tecnico per geometri
TC	istituto tecnico commerciale
IP	istituti professionali
IA	liceo artistico, musicale, istituto d'arte, arti grafiche

Tabella 4.1 - Classificazione delle scuole superiori

4.2 Il campione

Il campione risultante si compone di 15.566 studenti.

I dettagli relativi alla composizione del campione sono forniti nella Tabella 4.2, dove in particolare sono riportati: il numero totale di studenti che hanno sostenuto il test per sede (N), il numero degli studenti effettivamente immatricolatisi a un corso di laurea in Ingegneria presso la stessa sede (IMM.ING.), il numero di studenti immatricolati a un corso di laurea appartenente ad una facoltà diversa da Ingegneria (IMM.AL. CDL) ed il numero di studenti non immatricolati presso la sede nella quale hanno sostenuto il test (NO INFO.); quest'ultimo valore comprende tutti gli studenti che, dopo aver sostenuto il test, non si sono iscritti ad alcun corso universitario. L'ultima colonna indica, per ogni sede, in che modo il punteggio del test è stato considerato per l'eventuale attribuzione dell'OFA.

SEDE	N	% REL.	IMM. ING.	% IMM. ING.	IMM. AL.CDL	% IMM. AL.CDL	NO INFO.	NO INFO.	OFA (T,M1;N)
NORD:	3521	22, 62%	2790	79, 24%	597	16, 96%	134	3, 81%	
BOLOGNA	2192	14, 08%	1818	82, 94%	374	17, 06%	0	0, 00%	T
PARMA	497	3, 19%	411	82, 70%	86	17, 30%	0	0, 00%	N
TRENTO	411	2, 64%	225	54, 74%	58	14, 11%	128	31, 14%	T
UDINE	421	2, 70%	336	79, 81%	79	18, 76%	6	1, 43%	M1
CENTRO:	3221	20, 69%	2080	64, 58%	625	19, 40%	516	16, 02%	
CASSINO	316	2, 03%	209	66, 14%	32	10, 13%	75	23, 73%	N
FIRENZE	1136	7, 30%	785	69, 10%	265	23, 33%	86	7, 57%	T
PISA	1769	11, 36%	1086	61, 39%	328	18, 54%	355	20, 07%	T
SUD:	5254	33, 75%	3390	64, 52%	995	18, 94%	869	16, 54%	
COSENZA*	919	5, 90%	572	62, 24%	211	22, 96%	136	14, 80%	M1
NAPOLI	3080	19, 79%	2308	74, 94%	767	24, 90%	5	0, 16%	M1
SALERNO*	1255	8, 06%	510	40, 64%	17	1, 35%	728	58, 01%	T
ISOLE:	3570	22, 93%	2008	56, 25%	1018	28, 52%	544	15, 24%	
CAGLIARI*	1040	6, 68%	407	39, 13%	220	21, 15%	413	39, 71%	T
CATANIA*	1002	6, 44%	616	61, 48%	386	38, 52%	0	0, 00%	M1
PALERMO	1528	9, 82%	985	64, 46%	412	26, 96%	131	8, 57%	M1
TOTALE	15566		10268	65, 96%	3235	20, 78%	2063	13, 25%	

*Le sedi di Cagliari, Catania, Cosenza e Salerno, nel 2011 prevedevano il numero programmato.

OFA: T=soglia che coinvolge l'intero punteggio al test; M1= soglia solo sulla sezione di Matematica 1; N=NO OFA

Tabella 4.2 - Il Campione

Esaminando i dati in Tabella 4.2, si può notare che la percentuale degli studenti che decidono di iscriversi a Ingegneria è, in media, circa il 66%, con qualche eccezione a livello locale, in particolare su alcune sedi che nel 2011 prevedevano l'accesso a numero programmato.

CATEGORIE	N	%	N. IMM. ING.	% REL. IMM.ING.	N. NO INFO.	% REL. NO INFO.	N. IMM. AL.CDL	% REL. IMM.AL.CDL
LS	8724	56,05%	5861	67,18%	965	11,06%	1898	21,76%
LC	1401	9,00%	790	56,39%	195	13,92%	416	29,69%
AL LICEO	362	2,33%	201	55,52%	61	16,85%	100	27,62%
IT	2304	14,80%	1688	73,26%	326	14,15%	290	12,59%
GE	825	5,30%	536	64,97%	161	19,52%	128	15,52%
TC	880	5,65%	500	56,82%	177	20,11%	203	23,07%
IP	210	1,35%	131	62,38%	44	20,95%	35	16,67%
IA	131	0,84%	47	35,88%	31	23,66%	53	40,46%
AL	729	4,68%	514	70,51%	103	14,13%	112	15,36%
TOTALE	15566		10268		2063		3235	

Tabella 4.3 - Distribuzione della popolazione per scuola superiore frequentata

La distribuzione degli studenti del campione per scuola superiore frequentata (V. Tabella 4.3) mostra invece che i gruppi di studenti più numerosi provengono dal liceo scientifico (56,05%), dagli istituti tecnici industriali (14,8%) e dal liceo classico (9%). Si può notare, inoltre, che la distribuzione cambia se si esamina solo il sottoinsieme degli studenti effettivamente immatricolati a ingegneria, evidenziando in particolare che il gruppo con la percentuale maggiore di partecipanti al test che si iscrive effettivamente a un CdL di ingegneria è quello degli istituti tecnici industriali (73,26%).

La Tabella 4.4 mostra la distribuzione della popolazione per genere: si può notare la preponderanza degli studenti maschi (71,10%), a confermare la maggior attrazione che gli studi in ingegneria esercitano sugli uomini.

MACRO-AREA	N.PARTECIPANTI	F	% F REL.	M	% M REL.
CENTRO	3221	965	29,96%	2256	70,04%
ISOLE	3570	948	26,55%	2622	73,45%
NORD	3521	913	25,93%	2608	74,07%
SUD	5254	1673	31,84%	3581	68,16%
TOTALE	15566	4499	28,90%	11067	71,10%

Tabella 4.4 - Distribuzione della popolazione per genere

La Figura 4.1, infine, presenta la distribuzione dei voti ottenuti all'Esame di Stato dagli individui appartenenti al campione.

Si può notare come il voto a più alta frequenza sia il massimo (100/100). Tenendo conto che in Italia il 6% circa degli studenti si diploma con votazione 100/100, osservare che, invece, nel campione esaminato la percentuale è notevolmente più alta (il 16% dei partecipanti al test ha ottenuto 100), induce a pensare che Ingegneria sia comunemente ritenuta dagli studenti una scelta adatta ai più bravi e che si verifichi quindi un effetto "auto-selettivo" su coloro che decidono di partecipare al test.

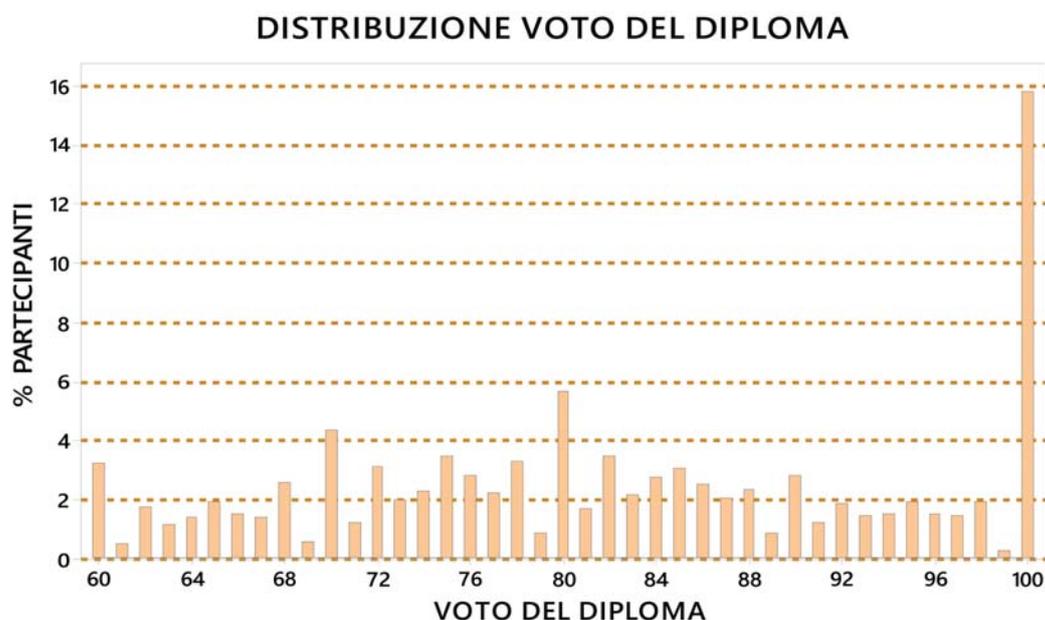


Figura 4.1 - Distribuzione dell'intera popolazione in base al voto dell'esame di stato.

4.3 Il test in presenza per l'ingegneria

Il test in presenza CISIA per l'Area di Ingegneria (TIP) è rivolto agli studenti in ingresso ai corsi di laurea triennale in Ingegneria.

Questa prova nel 2011 è stata utilizzata dalla maggioranza degli atenei per la verifica delle conoscenze in ingresso e per l'attribuzione di obblighi formativi aggiuntivi (OFA); soltanto in alcuni corsi di laurea a numero locale programmato la prova è stata usata in modo selettivo.

Il TIP è costituito da quesiti suddivisi in più sezioni somministrati allo studente tramite supporto cartaceo, ed il tempo concesso per rispondere a tutti i quesiti di ciascuna sezione è prefissato.

- Le sezioni del test sono cinque, proposti ai candidati nel seguente ordine:
- La prima sezione riguarda la Logica; è composta da 15 quesiti, con 30 minuti per lo svolgimento.
- La seconda sezione è rivolta alla Comprensione Verbale; ha un tempo di svolgimento di 30 minuti e presenta 15 quesiti relativi a tre brani tratti da testi di vario genere.
- La terza sezione, denominata Matematica 1, è relativa alle nozioni fondamentali di matematica con un tempo di 30 minuti e contiene 20 quesiti;
- La quarta sezione è rivolta alle Scienze fisiche e chimiche, con 30 minuti per lo svolgimento di 20 quesiti,
- La quinta sezione, denominata Matematica 2, è relativa alla matematica applicata a problemi; è costituita da 10 quesiti con un tempo di svolgimento di 30 minuti.

Per ogni quesito sono proposte cinque risposte differenti, delle quali solo una è esatta. L'individuazione della risposta esatta comporta l'attribuzione di 1 punto, mentre per una risposta sbagliata è attribuito un punteggio di $-1/4$ di punto. Ad ogni quesito senza risposta non è assegnato alcun punteggio.

Questo sistema di punteggio in termini statistici neutralizza i punti ottenibili scegliendo in modo del tutto casuale una tra le cinque risposte proposte per ogni quesito.

Il sistema di valutazione adottato fornisce un valore numerico reale. In particolare, nel seguito indicheremo con i termini:

- Punteggio di Sezione: la somma algebrica dei punteggi ottenuti nei quesiti di quella sezione;
- Punteggio Test: è il punteggio complessivo ed è calcolato mediante la somma algebrica dei punteggi dei quesiti di tutte le sezioni; poiché il numero totale di quesiti è 80, ne consegue che il punteggio massimo ottenibile è 80.

La Figura 4.2 mostra la distribuzione dei Punteggi Test nella popolazione del campione esaminato. Come si può osservare si tratta di una distribuzione normale, caratterizzata da un valore medio pari a 20.

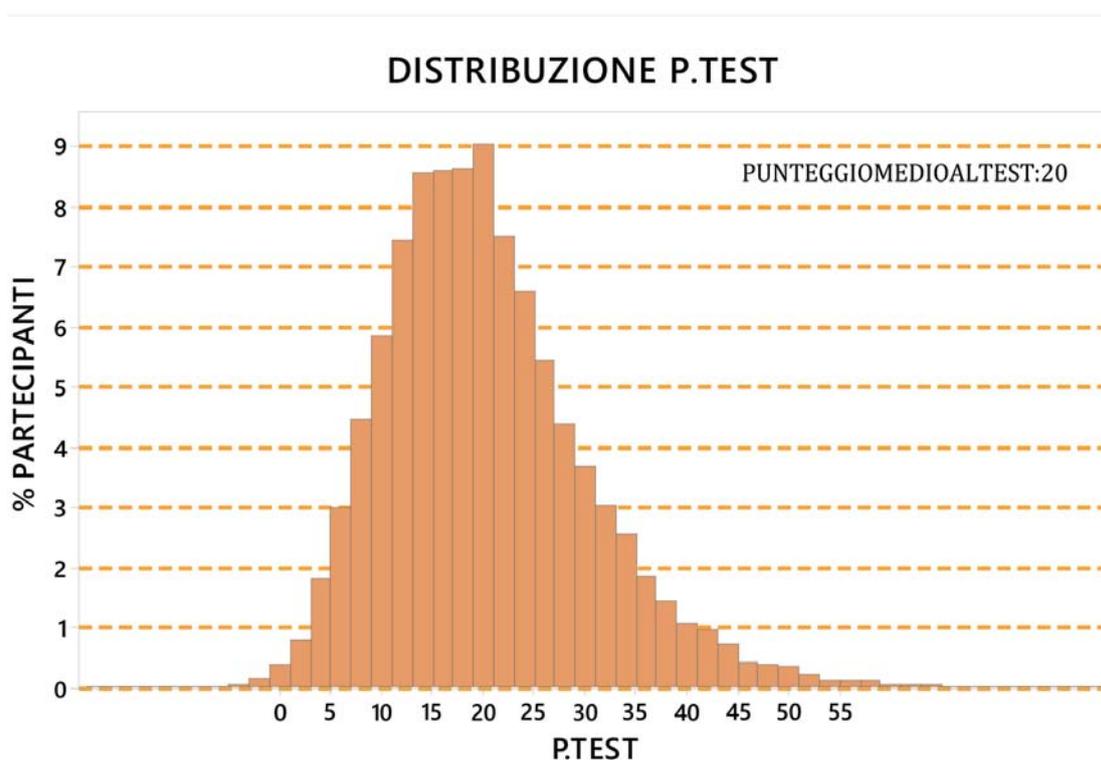


Figura 4.2 - Distribuzione dei punteggi test

4.4 Analisi descrittive

4.4.1 Background dello studente e punteggio al test

Si è voluto, prima di tutto, studiare le relazioni tra le variabili di background ed il punteggio test, allo scopo di valutare la correlazione tra le caratteristiche degli studi precedenti (scuola e voto dell'esame di stato) con l'esito del test CISIA.

Relazione tra scuola frequentata e punteggio al test

La Figura 4.3, riporta, usando il formalismo grafico dei boxplot, le distribuzioni di punteggio test ottenuto per ogni gruppo di scuole superiori. In particolare, per ogni categoria di scuole, vengono riportati i valori medi, le mediane (il segmento che taglia ogni rettangolo), il primo e il terzo quartile (i 2 lati corti di ogni rettangolo), il massimo e il minimo valore. Osservando il grafico, si può notare che gli studenti provenienti dal liceo scientifico ottengono i punteggi medi migliori (21,25), seguiti dagli studenti del liceo classico (19) e quelli provenienti dagli istituti tecnici industriali (16).

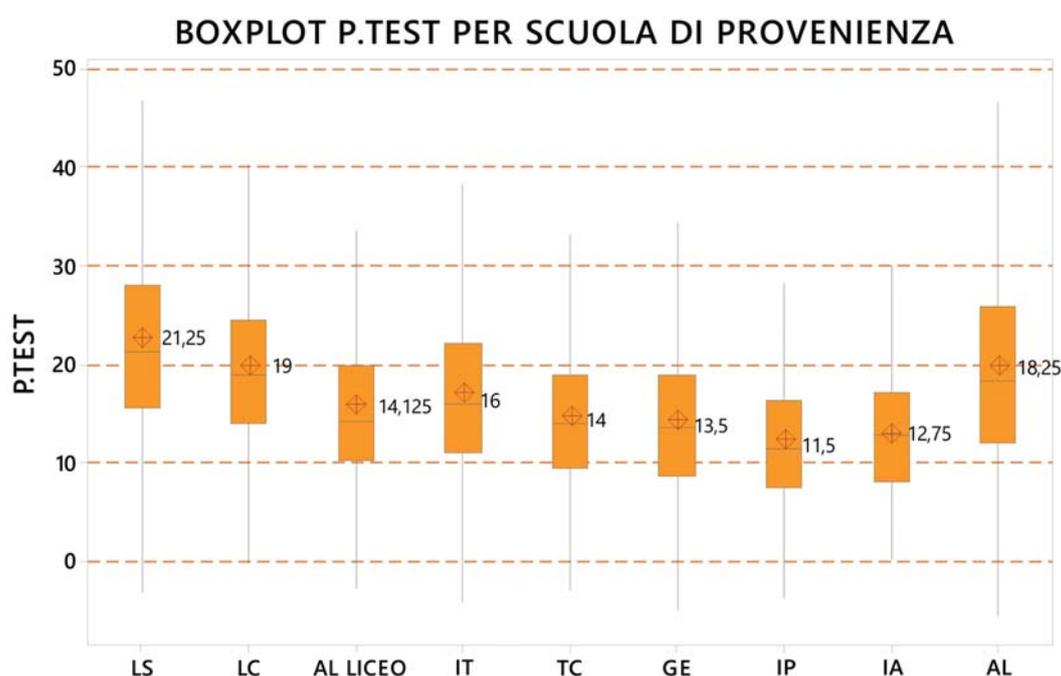
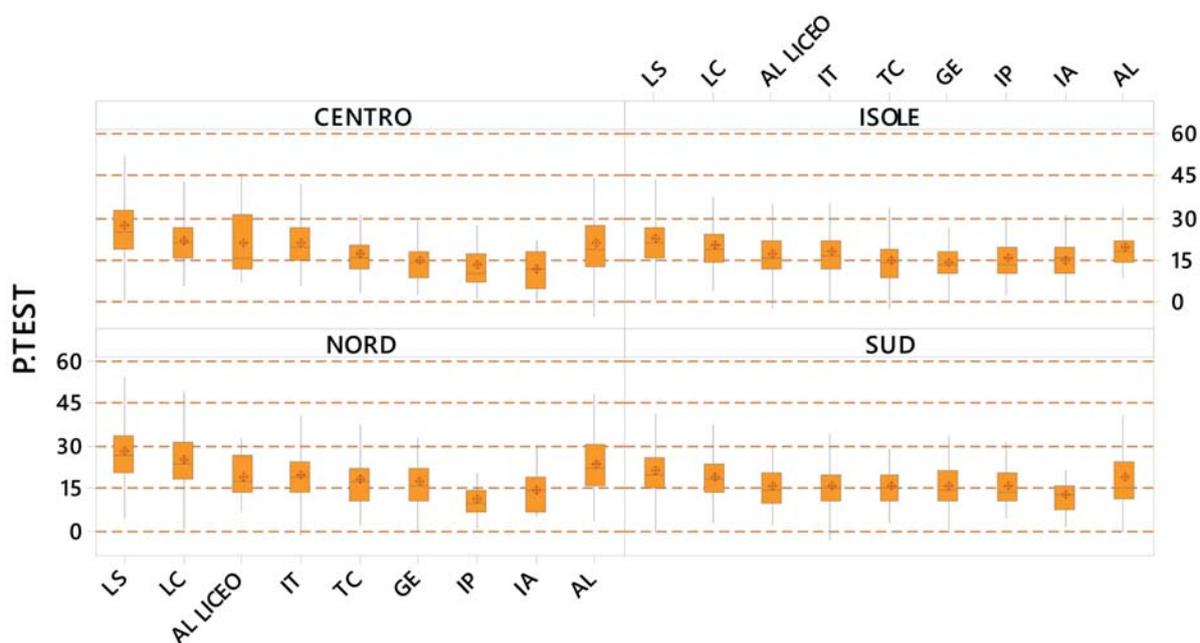


Figura 4.3 - Relazione tra il punteggio ottenuto nel test e la scuola di provenienza

In figura 4.4 è presentata la stessa analisi per ogni macroarea geografica associata alla scuola di provenienza: nonostante si possa osservare qualche piccola differenza sui valori assoluti dei punteggi, non si apprezzano differenze sostanziali per quanto riguarda le relazioni tra le distribuzioni delle diverse scuole, né tra le varie aree, né rispetto al grafico nazionale.

BOXPLOT P.TEST PER SCUOLA DI PROVENIENZA



SUDDIVISIONE PER MACRO-AREA SCOLASTICA

Figura 4.4 - Distribuzione dei punteggi test per scuola di provenienza nelle macro-aree geografiche

CORRELAZIONE PUNTEGGIO TEST - VOTO DIPLOMA

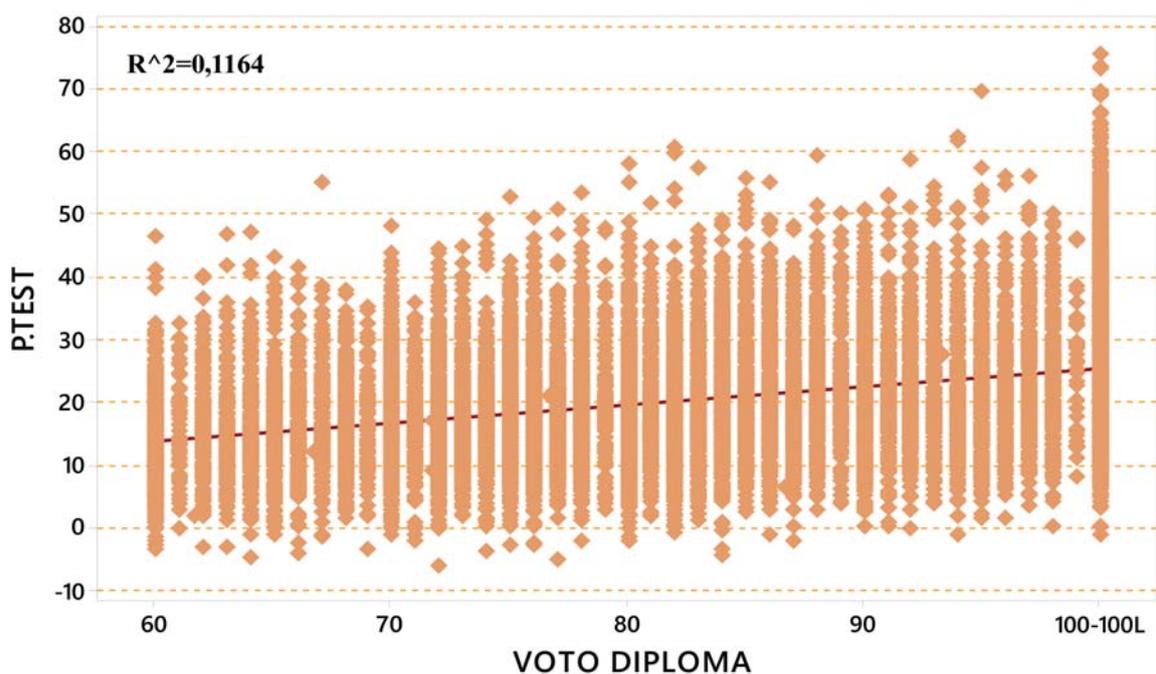


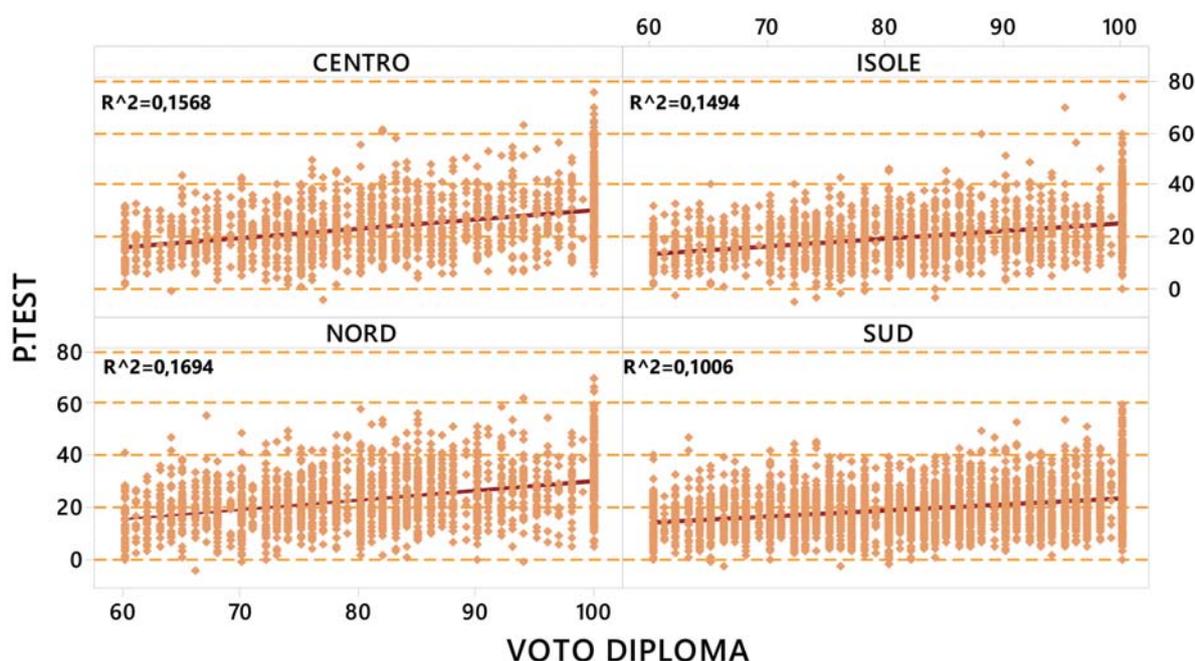
Figura 4.5 - Distribuzione dei punteggi test per voto di diploma

Relazione tra voto di diploma e punteggio al test

Il grafico in Figura 4.5 presenta la distribuzione dei punteggi ottenuti al test per ogni voto di diploma. Questo diagramma evidenzia una modesta correlazione tra il voto dell'esame di stato ed il risultato del test (valore del coefficiente di correlazione è $R^2=0,1164$), mostrando, in particolare, che, nonostante i migliori punteggi al test siano stati ottenuti da candidati che hanno ottenuto 100 all'esame di stato, un voto alto all'esame di stato non necessariamente è garanzia di un alto punteggio al test.

Le distribuzioni relative alle singole macroaree geografiche (v. Figura 4.6) confermano la bassa correlazione tra le due grandezze.

CORRELAZIONE TRA VOTO DIPLOMA E P.TEST PER AREA SCOLASTICA



SUDDIVISIONE PER MACRO-AREA SCOLASTICA

Figura 4.6 - Distribuzione punteggi test per voto di diploma nelle microaree geografiche

4.4.2 Le scelte dopo il test

Dopo aver studiato la relazione tra il test ed il percorso scolastico dei candidati, si è voluto studiare in quale misura il risultato del test ed il voto dell'esame di stato hanno influito sulla scelta del percorso successivo alla scuola superiore.

Analizzando il campione a questo scopo, sono state individuate tre diverse tipologie di studenti:

1. Il candidato che si iscrive a un corso di Ingegneria presso la sede in cui è stato svolto il test;
2. Il candidato che si iscrive a un Cdl di altra struttura presso la sede in cui è stato svolto il test;
3. Il candidato che non risulta immatricolato in nessun corso presso la sede; ciò potrebbe essere motivato da:
 - la rinuncia ad iscriversi all'università;
 - la scelta di un corso di un altro ateneo.

Riguardo a quest'ultimo caso, è importante sottolineare che, poiché il campione è stato composto unendo i dati forniti dalle singole sedi, non è stato possibile tracciare gli eventuali spostamenti tra sedi diverse. Pertanto, con i dati a disposizione non è stato possibile distinguere gli studenti che si sono immatricolati presso una sede diversa da quelli che hanno rinunciato ad iscriversi all'Università.

Questo problema potrebbe essere superato se si potesse disporre dei dati dell'Anagrafe Nazionale degli studenti (ANS) del Ministero, che, tracciando anche i passaggi tra sedi diverse, consentirebbero un monitoraggio completo delle carriere di tutti gli studenti.

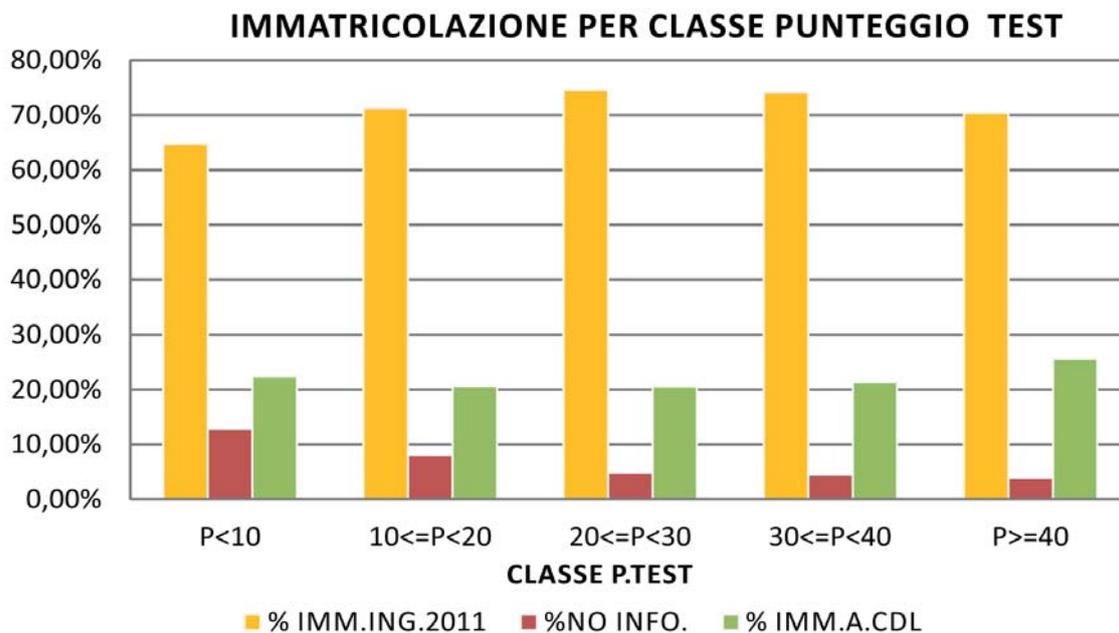


Figura 4.7 - Scelte dei candidati e punteggio del test

Immatricolazione e punteggio test

In Figura 4.7 viene rappresentata la relazione tra il punteggio test e la scelta fatta dai candidati rispetto al percorso universitario.

Sono state considerate 5 diverse fasce di punteggio e riportate, per ogni fascia, le percentuali di studenti che si sono effettivamente immatricolati a un CdL di Ingegneria (IMM.ING.), che si sono immatricolati a un CdL di altra facoltà (IMM.A.CDL), che non si sono immatricolati presso la sede nella quale hanno svolto il test (NO INFO.).

Come si può osservare, per gli studenti che decidono di iscriversi ad Ingegneria o ad altro CdL il punteggio test pare esercitare un'influenza molto scarsa.

Una maggiore, seppur modesta, correlazione pare esserci, invece, tra il punteggio test e la scelta di non immatricolarsi.

Si può quindi concludere che il punteggio del test sembra essere tenuto in modesta considerazione dai candidati al test nella decisione del percorso da intraprendere. Nel seguito si verificherà, invece, che l'esito del test ha un significativo effetto predittivo sull'andamento della carriera universitaria. Questa caratteristica, se correttamente sfruttata, potrebbe avere un importante ruolo nell'orientamento dello studente, sia per quanto riguarda le scelte post-diploma, sia nella preparazione agli studi.

Immatricolazione e voto dell'esame di stato

In modo analogo abbiamo studiato la relazione tra il voto dell'esame di stato e la scelta del percorso dopo il diploma: il grafico in Figura 4.8 mostra una correlazione quasi nulla tra il voto e la scelta dello studente.

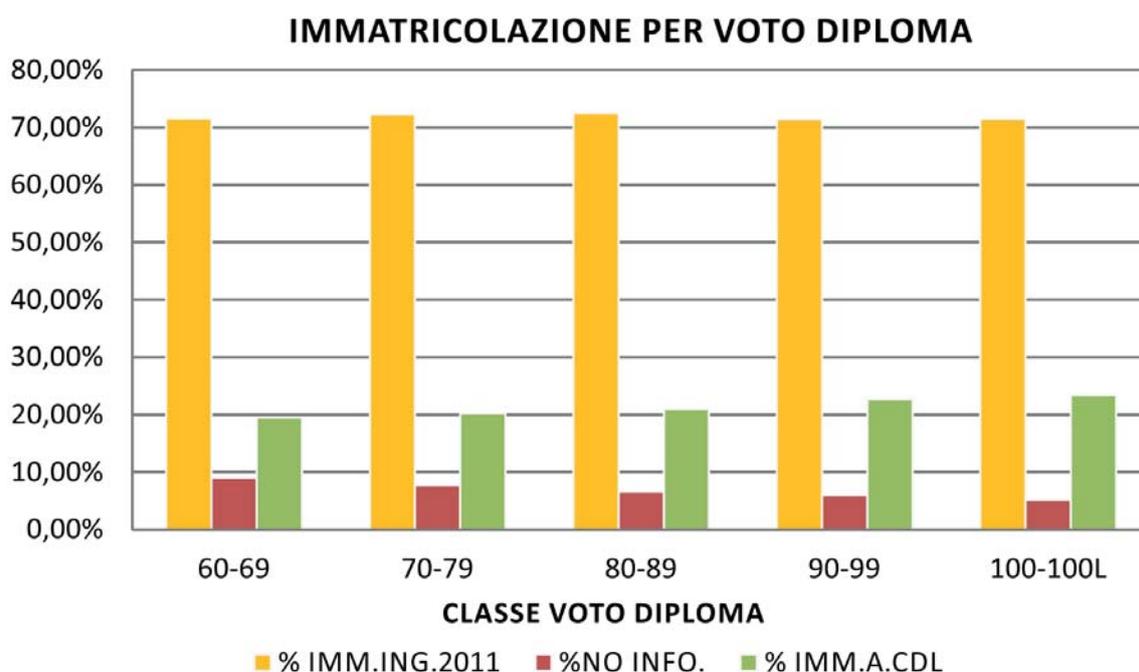


Figura 4.8 – Scelte degli studenti e voto dell'esame di stato

4.4.3 La progressione negli studi

Come già detto, l'obiettivo primario di questo lavoro è valutare il grado di predittività dell'esito del test relativamente al successo dello studente nel percorso di studi universitari.

Abbiamo quindi studiato la relazione tra alcune grandezze che misurano la qualità della carriera di ogni studente universitario e l'esito del test.

In particolare, questa analisi si è concentrata su quella parte del campione composta dai 10268 studenti che, dopo il test, si sono effettivamente iscritti ad un corso di laurea in Ingegneria nella sede presso la quale hanno sostenuto il test.

Per ognuno di questi studenti, sono stati presi in considerazione i seguenti "indicatori di performance":

- il numero di CFU acquisiti nel primo anno solare successivo all'immatricolazione (cioè entro il mese di dicembre 2012);
- il tempo necessario al conseguimento del titolo;
- il voto di laurea.

Nel seguito ogni indicatore verrà analizzato e messo in relazione con il punteggio test.

Acquisizione di CFU

Il credito formativo universitario (CFU) rappresenta uno strumento di misura del carico di lavoro che un esame universitario richiede. Convenzionalmente un CFU corrisponde a 25 ore di lavoro per lo studente, che includono il tempo trascorso in laboratorio, a lezione o nello studio individuale.

Per conseguire il titolo di laurea triennale sono necessari 180 CFU, circa 60 CFU per ciascuno dei tre

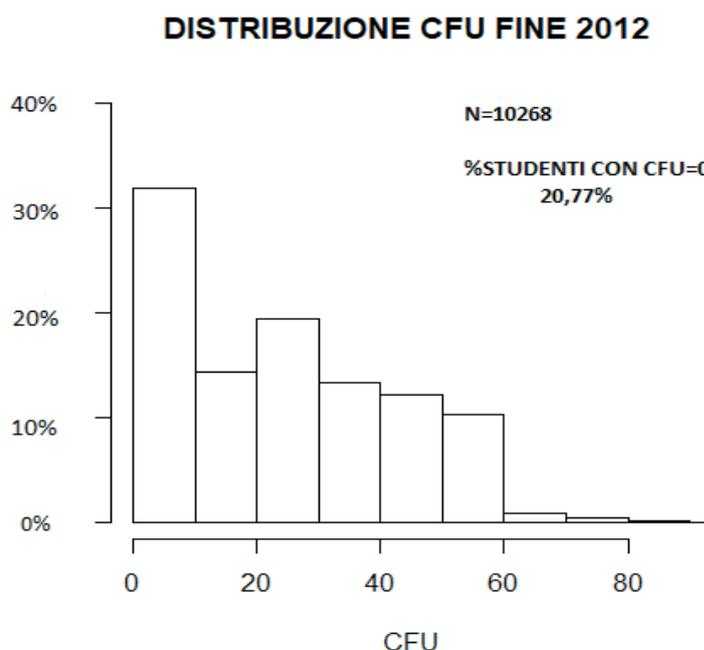


Figura 4.9 - Distribuzione dei CFU acquisiti a fine 2012

anni accademici.

In Figura 4.9 è presentata la distribuzione dei CFU acquisiti dagli studenti a fine 2012.

Si può osservare che il 31,05% dei partecipanti immatricolati ha acquisito meno di 10 CFU; di questi il 20,77% non ha acquisito CFU nel primo anno. Questo fenomeno, benché noto e peculiare dei corsi di ingegneria verrà approfondito in seguito.

CFU acquisiti e punteggio test

La Figura 4.10 presenta la relazione tra il numero di CFU acquisiti ed il punteggio totale del test, evidenziando una marcata relazione lineare tra le due variabili. Questo risultato mostra che il punteggio del test esibisce una significativa valenza predittiva sulla capacità di progressione dello studente negli studi universitari.

Si è voluto approfondire l'analisi, studiando la relazione tra i punteggi conseguiti nelle singole sezioni del test e i CFU acquisiti a fine 2012; l'esito di questo approfondimento è mostrato in Figura 4.11.

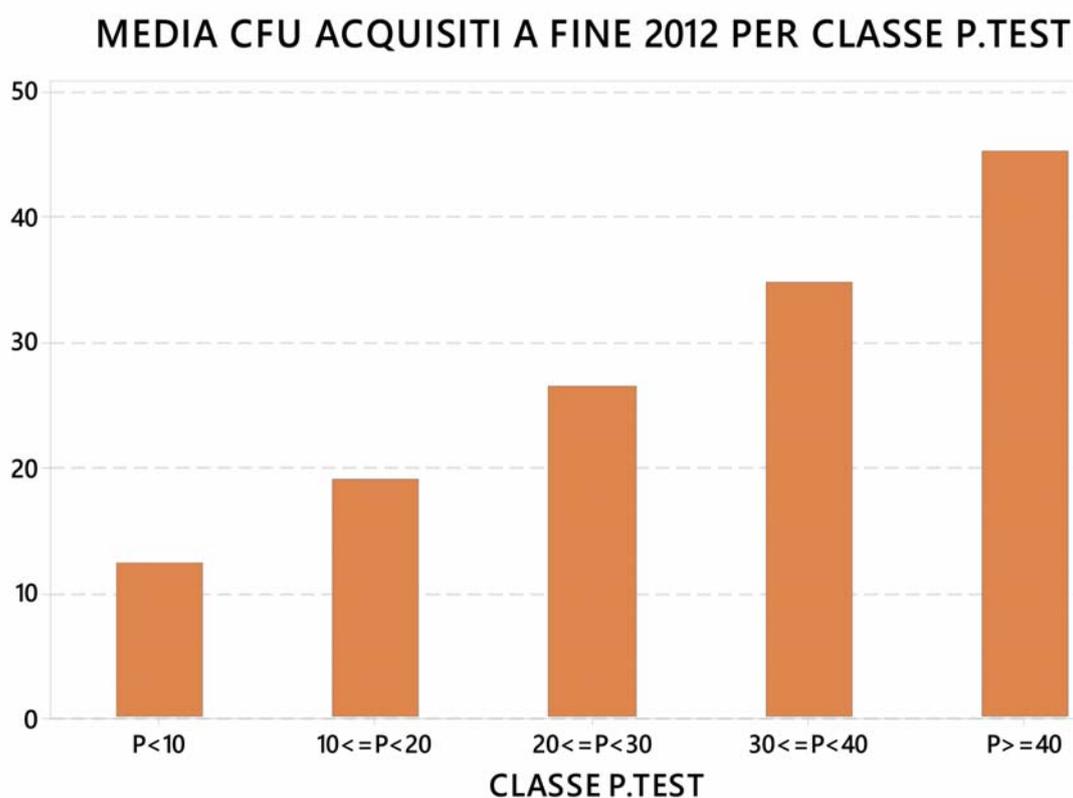


Figura 4.10 - Relazione tra CFU acquisiti entro il 2012 e punteggio test

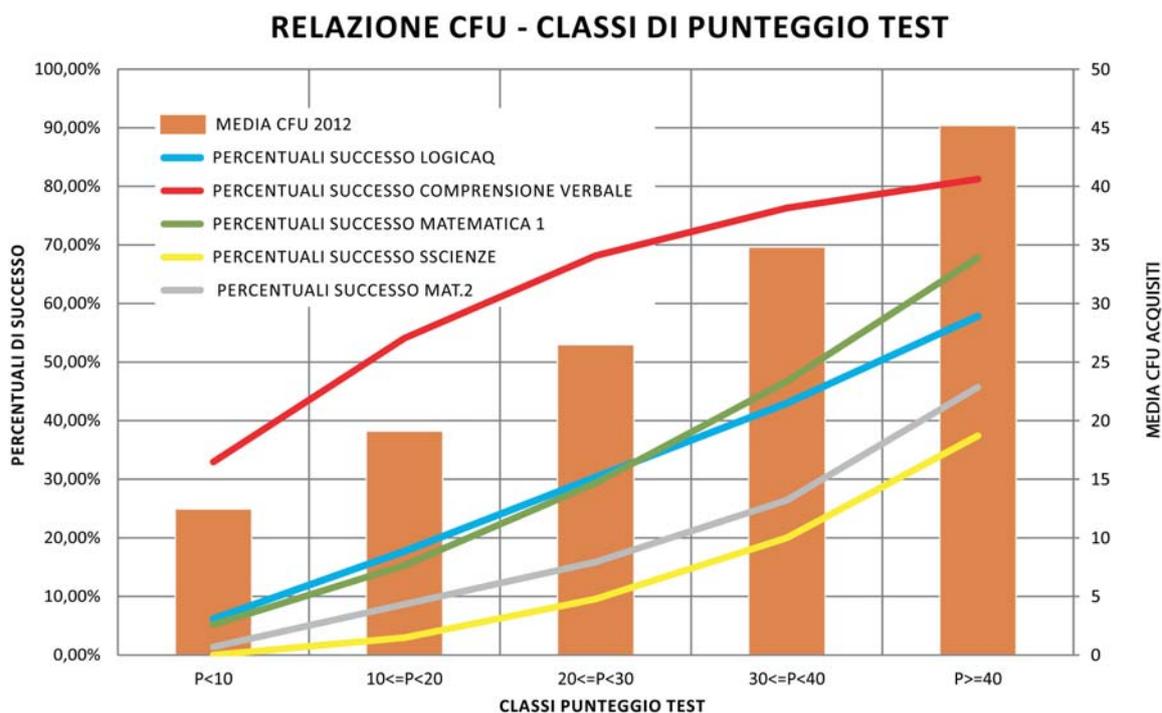


Figura 4.11 - Relazione tra CFU acquisiti entro il 2012 e punteggi test

Il grafico propone il dettaglio dei punteggi delle singole sezioni (ognuno rappresentato da una diversa linea, con i valori normalizzati a 100 sull'asse di sinistra), ciascuno messo in relazione con il numero di CFU acquisiti (diagramma a barre, valori sull'asse di destra).

Si può facilmente osservare che, tra tutte le sezioni, quella il cui punteggio è maggiormente correlato con il numero di CFU acquisiti nel primo anno è quello di Matematica 1 (M1). Questa osservazione può essere spiegata con le seguenti considerazioni:

- E' caratteristica comune di tutti corsi di studio triennali in ingegneria, la presenza al primo anno di un numero consistente di CFU relativi ad insegnamenti di ambito matematico; è quindi comprensibile come un buon punteggio in Matematica 1 possa preludere all'acquisizione di un numero significativo di CFU al primo anno.
- Nell'anno 2011 diversi atenei del campione avevano adottato regole per l'attribuzione degli OFA basate principalmente sull'esito della sezione di Matematica 1 (V. Tabella 4.2, ultima colonna) è quindi plausibile supporre che una parte del campione durante lo svolgimento del test si sia maggiormente concentrata su tale sezione, trascurando invece le sezioni influenti ai fini dell'attribuzione OFA. Questa interpretazione attribuirebbe una maggiore affidabilità al dato relativo al punteggio in Matematica 1 rispetto ai punteggi delle altre sezioni.

Studenti inattivi e punteggio test

Come si è visto, più del 20% dei partecipanti immatricolati non ha acquisito CFU nel primo anno e circa il 30% del campione ha acquisito meno di 10 CFU.

Si è quindi voluto studiare la relazione tra l'inattività degli studenti al primo anno e il punteggio conseguito al test.

A questo scopo, abbiamo concentrato l'attenzione sul sotto-campione di studenti inattivi.

Si definisce studente inattivo uno studente regolarmente iscritto che alla fine del primo anno solare successivo a quello di immatricolazione ha conseguito un numero di CFU inferiore a 6 (21,91% degli iscritti al 2011).

La scelta di una soglia pari a 6 CFU è stata guidata dalla necessità di includere nel gruppo esaminato tutti coloro che non hanno sostenuto esami, ad esclusione dell'eventuale idoneità linguistica (solitamente di 3 CFU).

Il risultato di quest'analisi è sintetizzato dal grafico in Figura 4.12, che riporta in ascissa le diverse classi di punteggio e in ordinata la percentuale di studenti inattivi (CFU acquisiti <6) per ogni classe. Esaminando il grafico si può facilmente constatare che al decrescere del punteggio test, cresce la percentuale di studenti inattivi.

Ciò dimostra una relazione quasi lineare tra le 2 variabili, attribuendo perciò un elevato potenziale predittivo al punteggio test anche rispetto alla possibilità di non acquisire CFU.

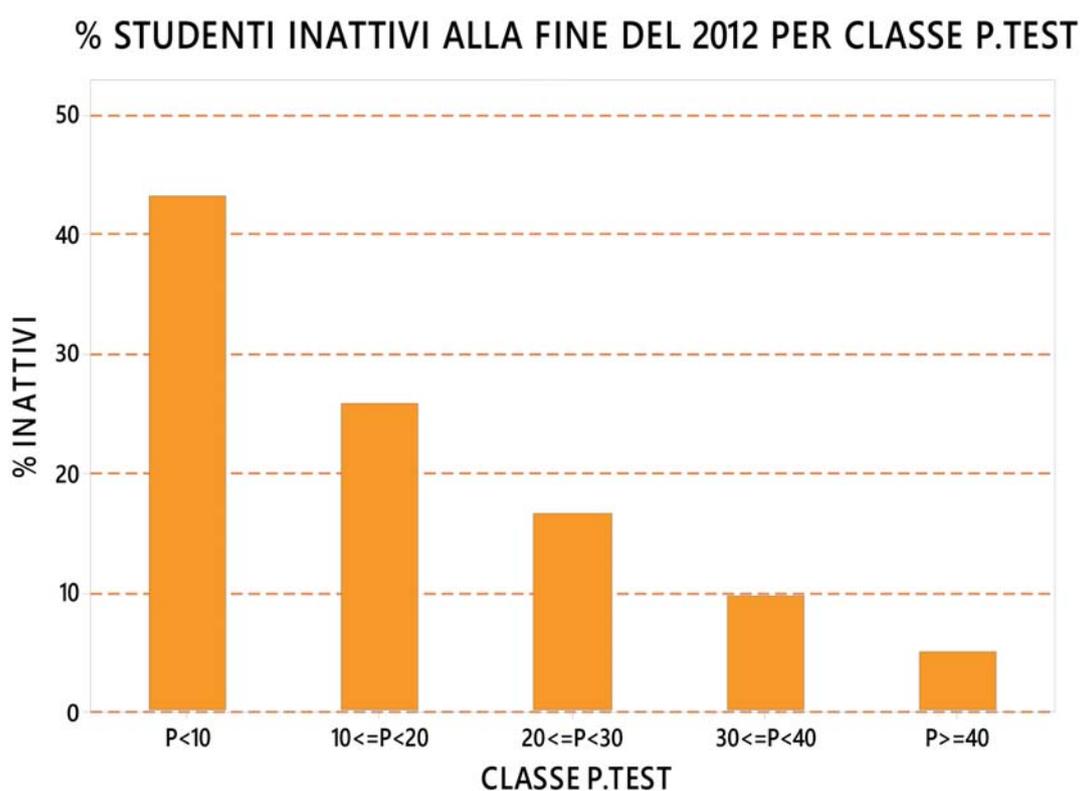


Figura 4.12 - Distribuzione degli studenti inattivi in base al punteggio test

Conseguimento della Laurea

La carriera di ogni immatricolato si conclude con il conseguimento della laurea, che dovrebbe idealmente avvenire nell'arco del terzo anno di corso.

A questo proposito, abbiamo esaminato il campione allo scopo di selezionare il sottogruppo di coloro che hanno conseguito la laurea entro la fine del terzo anno accademico. In realtà, avendo constatato una notevole variabilità tra le sedi riguardo alla data di conclusione del terzo anno accademico, si è quindi deciso di fissare come limite temporale la fine dell'anno 2015. Il numero di studenti laureati entro la fine del 2015 è risultato essere 2904, pari al 28,28% del totale.

Si è quindi studiata la relazione tra il numero dei laureati al 31 dicembre 2015, il voto di laurea e il punteggio test. La Figura 4.13 presenta i risultati di quest'analisi: per ogni classe di punteggio vengono presentati le percentuali di studenti laureati entro la fine del 2015 ed i rispettivi voti medi di laurea. Ancora una volta possiamo riscontrare come vi sia una stretta relazione tra il punteggio test ed il successo nel percorso di studi: al crescere del punteggio, cresce la percentuale dei laureati; analoga relazione è verificabile tra il voto di laurea e il punteggio test.

In conclusione possiamo affermare che dalle analisi descrittive sin qui svolte emerge in modo chiaro la valenza predittiva del punteggio del test CISIA sulla futura carriera dello studente: in tutti i casi le descrittive utilizzate hanno mostrato una significativa influenza dei risultati del test sulla qualità del percorso universitario dei partecipanti.

La verifica sul campo dello stretto legame tra il punteggio test e gli indicatori di performance negli studi universitari ha ispirato l'attività sui modelli predittivi presentati nella prossima sezione.

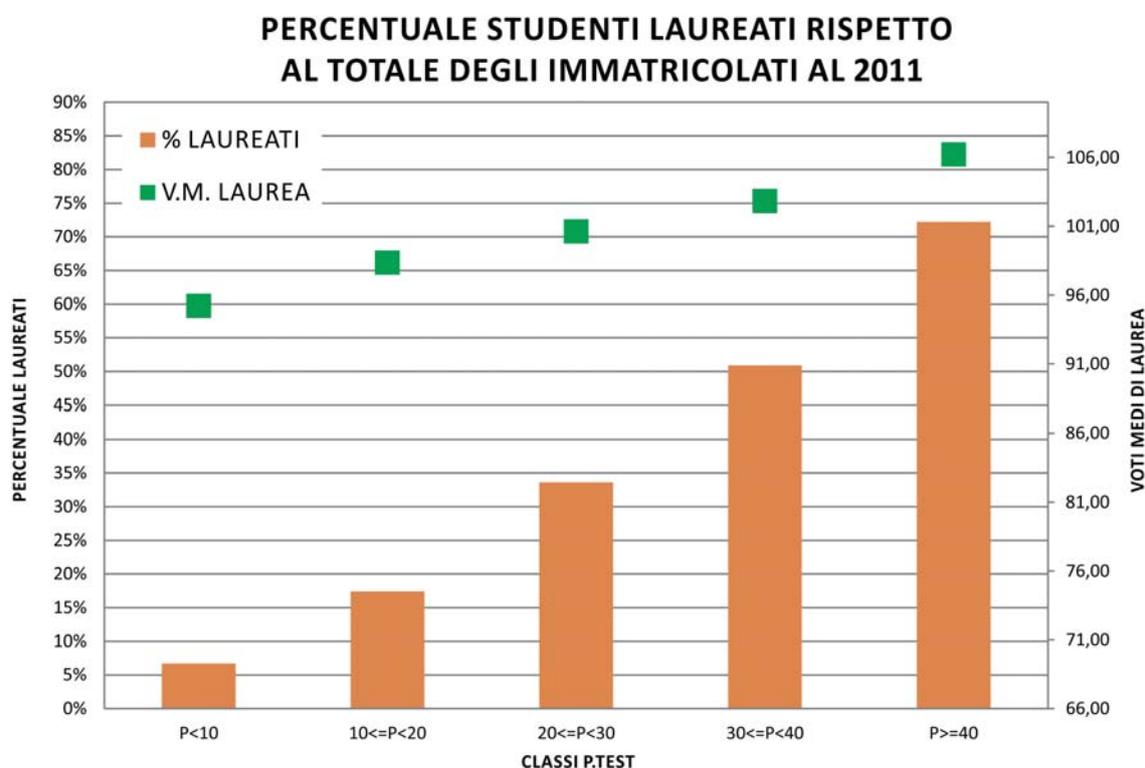


Figura 4.13 - Laureati entro la fine del 2015 con voti di laurea medi

4.5 Modelli predittivi del successo negli studi universitari

Come visto nelle sezioni precedenti, le analisi descrittive svolte sul campione studentesco a disposizione hanno mostrato una significativa influenza dei risultati del test sulla carriera universitaria dei partecipanti.

Si è quindi pensato di usare i punteggi del test, insieme alle variabili di background, per definire alcuni modelli statistici predittivi volti a stimare, su base individuale, le probabilità di successo dei partecipanti nei futuri studi universitari.

Dati alcuni attributi osservabili di un individuo (ad esempio, i dati di background ed il punteggio test di uno studente), un modello predittivo è uno strumento statistico in grado di stimare in modo probabilistico il valore di una variabile di risposta associata all'individuo stesso (ad esempio un indicatore di performance sulla carriera futura).

Nel seguito verranno quindi presentati alcuni risultati ottenuti mediante tre modelli predittivi:

1. Stima della probabilità di acquisizione di almeno 20 CFU nel primo anno;
2. Stima della probabilità di conseguimento della laurea entro 4 anni solari;
3. Stima probabilistica del numero di CFU acquisibili.

I modelli sono stati definiti utilizzando metodi statistici come la regressione logistica e la regressione quantile (v. Appendice), e si basano sul campione degli studenti immatricolati ai CdL di Ingegneria analizzato tramite le descrittive illustrate nella sezione 4.4.3.

A titolo di esempio, per ciascuno dei modelli abbiamo fornito una stima della probabilità (modelli 1 e 2), e dei CFU (modello 3), assumendo un individuo di riferimento, detto individuo **baseline**.

In questo lavoro lo studente baseline rappresenta lo studente “medio”, pertanto colui che:

- è di sesso maschile;
- proviene da un liceo scientifico;
- ha conseguito il diploma con votazione pari a 80/100;
- ha ottenuto un punteggio nelle singole sezioni, componenti il test, corrispondente a quello delle medie corrispondenti nel campione:
 - > logica: 3,85
 - > comprensione verbale: 9,10
 - > matematica1: 5,03
 - > scienze: 1,66
 - > matematica2: 1,42.

Per gli approfondimenti teorici e i dettagli relativi alla definizione di ogni modello si rimanda all'Appendice. Nel seguito, invece, verranno mostrati alcuni risultati ottenuti tramite l'applicazione dei modelli sviluppati.

4.6.1 Stima della probabilità di acquisizione di almeno 20 CFU nel primo anno

Il modello utilizza il metodo della regressione logistica (logit, v. Appendice) per predire la probabilità

di ottenere (o meno) almeno 20 CFU nel corso del primo anno solare dopo l'anno di immatricolazione. La scelta di rendere binaria la variabile CFU utilizzando 20 come valore soglia è motivata dal fatto che in Italia le diverse aziende regionali per il diritto allo studio fissano, tra i vari criteri di rinnovo della borsa di studio, anche un criterio basato sul numero dei CFU che lo studente deve aver acquisito entro un determinato limite di tempo. Nel 2011 la soglia per il rinnovo della borsa di studio era fissata a 20 CFU.

Forniamo qui due grafici che illustrano, a titolo di esempio, alcuni risultati ottenibili con l'applicazione del modello predittivo, rimandando all'Appendice il lettore interessato alla descrizione approfondita e completa del modello.

In Figura 4.14 è riportato il contour plot relativo alla probabilità di acquisire almeno 20 CFU al variare del punteggio totale al test e del voto diploma tra le unità campionarie. Possiamo osservare come, per scarse performance al test ed un basso voto del diploma, tale probabilità sia minima, così come per alte performance al test ed un elevato voto del diploma la probabilità sia molto alta. Emerge tuttavia che se si fissa come range di variazione del punteggio al test 10-30, al variare del voto del diploma, 60-100, la probabilità risulta eterogenea. Questo suggerisce quindi che lo strumento di misura quale il voto di diploma preso singolarmente non aiuta a prevedere bene la performance accademica.

Analoghe considerazioni possono essere espresse per il contour plot di Figura 4.15 in cui sull'asse verticale è riportato il punteggio nella sezione di Matematica 1 (M1). Inoltre, per lo studente baseline, definito in precedenza, la stima della probabilità di acquisire almeno 20 CFU, è di circa il 57%.

Questo significa che con una probabilità superiore al 50% uno studente baseline riesce ad acquisire più di un terzo dei CFU previsti nel primo anno accademico.

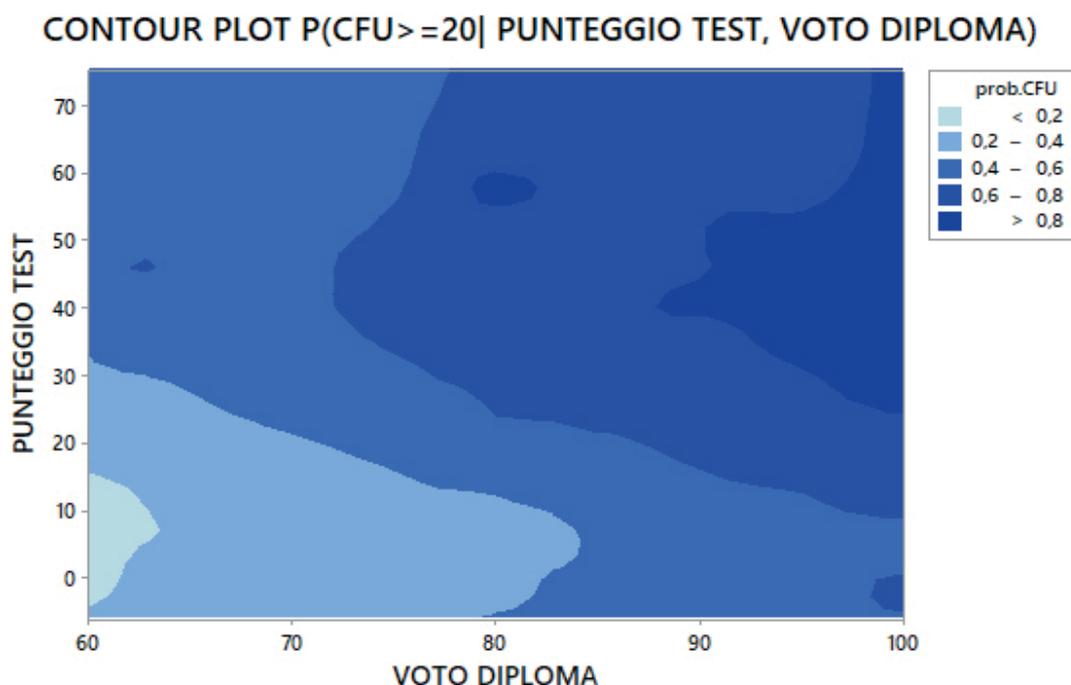


Figura 4.14 - Contour plot relativo alla probabilità di acquisire almeno 20 CFU, al variare del voto di diploma e del punteggio test

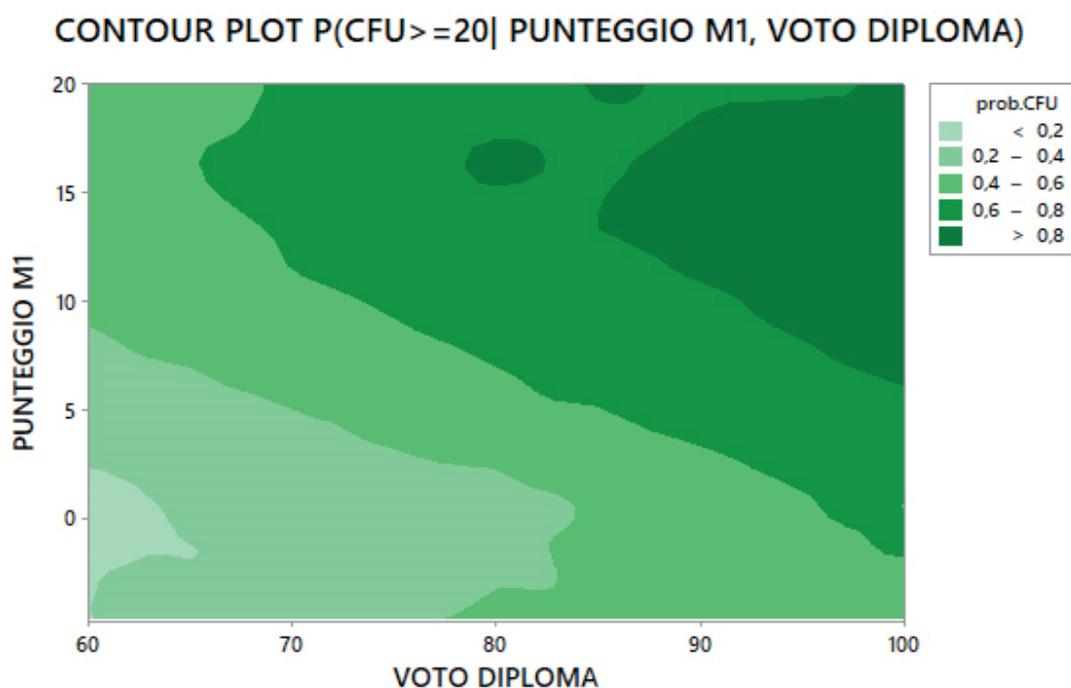


Figura 4.15 - Contour plot relativo alla probabilità di acquisire almeno 20 CFU, al variare del voto di diploma e del punteggio in matematica1

4.5.2 Stima della probabilità di conseguimento della laurea entro 4 anni solari

In modo simile a quanto fatto nella sezione 4.5.1, abbiamo definito un secondo modello predittivo logit per stimare la probabilità di laurearsi in un corso di laurea triennale in ingegneria nell'arco dei 4 anni solari.

I grafici in Figura 4.16 e Figura 4.17 tracciano la probabilità stimata dal modello di ottenere il titolo entro i 4 anni successivi all'anno di immatricolazione, al variare del voto di diploma e del punteggio al test tra le unità campionarie. L'interpretazione di queste mappe può essere fatta con considerazioni analoghe a quelle espresse nel paragrafo precedente.

Dall'analisi dei due grafici (Figura 4.16 e Figura 4.17) si può osservare che la probabilità di laurearsi entro 4 anni, è modesta (la probabilità stimata per uno studente baseline è esattamente del 24,60%).

A questo proposito, si ritiene che tali valori possano essere leggermente sottostimati perché i dati nel campione non tengono conto dei trasferimenti tra atenei e dei passaggi tra corsi con diverso ordinamento: è plausibile, infatti, che una parte degli studenti che non risultano laureati nel campione, siano passati ad altri atenei, oppure a corsi di laurea a ciclo unico.

Queste ultime osservazioni sottolineano ancora la necessità, per i futuri sviluppi di questo lavoro, di poter disporre di una base di dati che consenta di tracciare l'intera carriera di ogni studente, anche nel caso di trasferimenti di sede.

CONTOUR PLOT $P(\text{LAUREATO}=\text{SI} | \text{PUNTEGGIO TEST}, \text{VOTO DIPLOMA})$

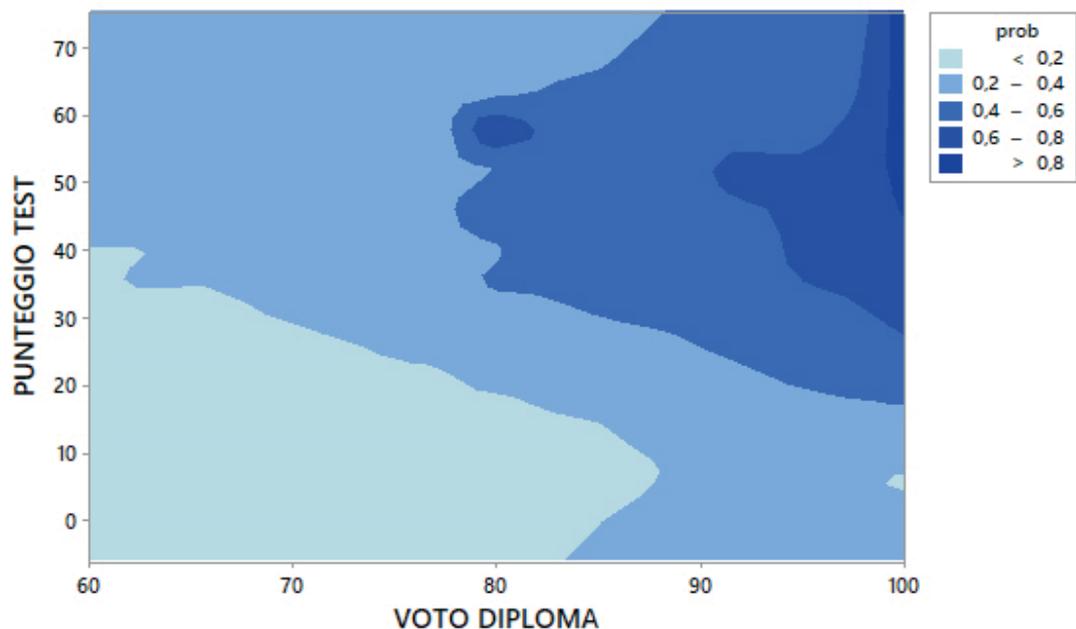


Figura 4.16 - Contour plot relativo alla probabilità di conseguire il titolo entro 4 anni, al variare del voto di diploma e del punteggio test

CONTOUR PLOT $P(\text{LAUREATO}=\text{SI} | \text{PUNTEGGIO M1}, \text{VOTO DIPLOMA})$

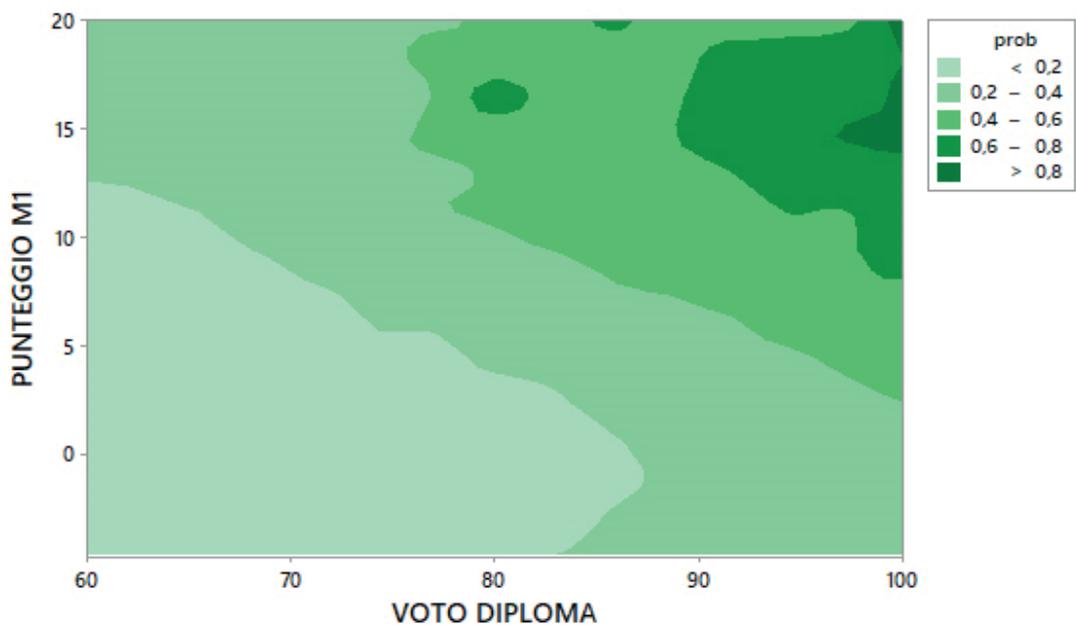


Figura 4.17 - Contour plot relativo alla probabilità di conseguire il titolo entro 4 anni, al variare del voto di diploma e del punteggio di matematica1

4.5.3 Stima probabilistica del numero di CFU acquisibili

Il terzo modello predittivo è in grado di stimare, fissata una probabilità, i CFU acquisiti nel primo anno di corso.

Il modello è stato definito utilizzando la metodologia della regressione quantilica, (richiamata in dettaglio nell'Appendice) e si basa sul sotto-campione della popolazione che ha acquisito almeno 20 CFU nel primo anno (5665 studenti).

Applicando questo modello predittivo a un particolare individuo, è possibile stimare, per lo studente dato, i CFU acquisiti (quantili), facendo riferimento a fasce predefinite di probabilità.

Ad esempio, il modello è in grado di predire che lo studente baseline ha (al massimo):

- 90% di probabilità di ottenere almeno 22,83 CFU
- 75% di probabilità di ottenere almeno 27,29 CFU
- 50% di probabilità di ottenere almeno 34,23 CFU
- 25% di probabilità di ottenere almeno 42,26 CFU
- 10% di probabilità di ottenere almeno 49,90 CFU

Questi risultati sono illustrati nel grafico presentato in Figura 4.18 che descrive, per lo studente baseline, il valore massimo di probabilità di conseguire CFU nel primo anno di corso. Il grafico si può interpretare come una di curva di sopravvivenza dello studente baseline. Possiamo osservare che per valori di CFU via via crescenti, la probabilità di acquisirne un numero superiore diminuisce.

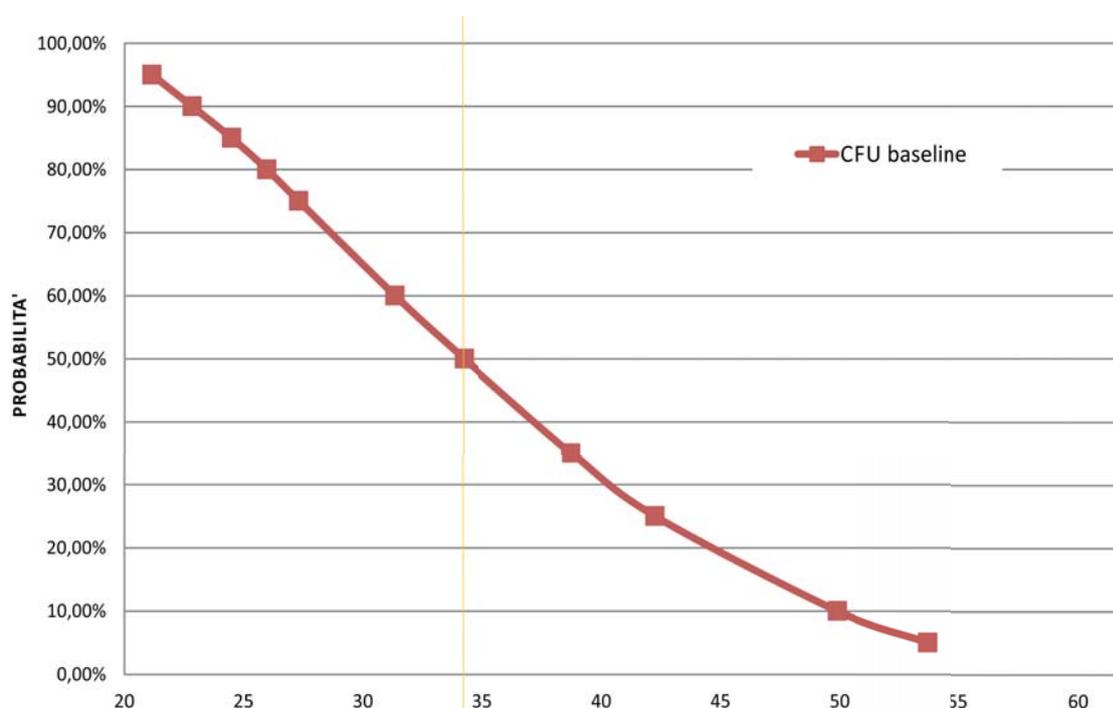


Figura 4.18 - Rappresentazione grafica dei risultati dell'applicazione del modello allo studente baseline

Così come è stato fatto per lo studente baseline, è possibile stimare i quantili per altre tipologie di studenti. Ne definiamo qui di seguito due:

- “Studente $P < 10$ ” ovvero uno studente di sesso maschile che ha frequentato il liceo scientifico e si è diplomato con votazione pari a 80/100, il cui punteggio nelle varie sezioni è pari alla media dei punteggi corrispondenti fatta sul sottocampione di studenti che ha acquisito un punteggio totale (P) inferiore a 10;
- “Studente $P \geq 40$ ”, ovvero uno studente di sesso maschile che ha frequentato il liceo scientifico e si è diplomato con votazione pari a 80/100, il cui punteggio nelle varie sezioni è pari alla media dei punteggi corrispondenti fatta sul sottocampione di studenti che ha acquisito un punteggio totale (P) maggiore o uguale a 40.

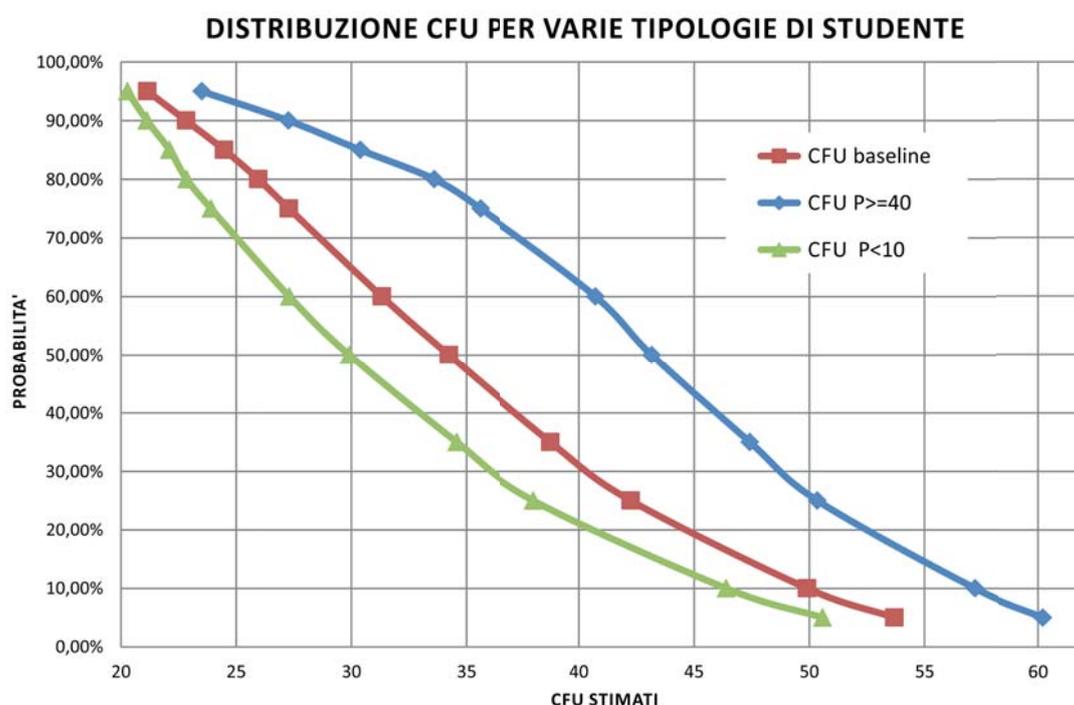


Figura 4.19 - Confronto tra tre tipologie di studente

Pertanto, in Figura 4.19 sono stati messi a confronto i risultati ottenuti per queste 3 tipologie di studenti. Da quest'ultima rappresentazione emerge come, a parità delle caratteristiche di background dello studente (quali genere, scuola di provenienza e voto del diploma), facendo variare esclusivamente le covariate relative ai punteggi nelle varie sezioni componenti il test, le performance accademiche dello studente variano in positivo in corrispondenza di variazioni positive del punteggio al test.

4.6 Considerazioni finali

Questo lavoro rappresenta una prima sperimentazione su scala nazionale per lo studio della predittività del test standard TIP per Ingegneria sulla carriera studentesca.

La sperimentazione ha prodotto alcuni importanti risultati:

1. Le analisi descrittive hanno messo in evidenza una significativa capacità predittiva del punteggio conseguito nel test CISIA sulle prestazioni dello studente negli studi universitari. Questo risultato è importante perché:
 - conferma l'efficacia del test come strumento di valutazione e di selezione degli studenti in ingresso all'università;
 - mette in luce l'utilità del test per gli studenti, sia nell'orientamento delle scelte post-diploma, sia come guida nella preparazione all'ingresso all'università.
 - potrebbe essere efficacemente sfruttato dagli atenei nella predisposizione di eventuali percorsi di recupero rivolti agli studenti con esiti insoddisfacenti nel test;
 - può essere tenuto in considerazione dal CISIA stesso per indirizzare eventuali revisioni della struttura e del contenuto del test.
2. I modelli predittivi consentono di stimare in modo probabilistico la performance di uno studente che ha appena sostenuto il test per un CdL in Ingegneria. Si ritiene che questi strumenti possano essere di grande aiuto agli studenti che devono prendere decisioni riguardo al percorso successivo al diploma, proponendo gli scenari futuri nei quali lo studente potrebbe trovarsi. Per questo motivo, è in fase di studio uno strumento informatico che implementi i tre modelli descritti in questo lavoro rendendoli disponibili agli studenti tramite il portale web del CISIA.
3. I diversi strumenti per l'analisi statistica descrittiva e predittiva realizzati nell'ambito di questo studio potranno essere riutilizzati efficacemente per attività future, che prenderanno in considerazione altri test (es. TOLC-I, TOLC-E) e altre popolazioni, possibilmente più numerose di quella studiata.

Lo studio, per motivi di semplificazione organizzativa, si è basato non sull'intera popolazione degli studenti che hanno sostenuto il test nell'anno di riferimento, ma solo su un campione di sedi selezionate in base a criteri geografici. Questa scelta, non essendo il CISIA autorizzato all'accesso dei dati dell'Anagrafe Nazionale degli Studenti del MIUR, ha comportato il diretto coinvolgimento delle singole sedi, che hanno fornito i dati relativi ai propri studenti.

Come già evidenziato, questa modalità di composizione del campione ha messo in luce alcune limitazioni che in una qualche misura potrebbero aver ridotto l'affidabilità dei risultati ottenuti, e che potrebbero essere superate se si potesse disporre dei dati MIUR.

5. CONCLUSIONI

In questo volume sono molte le pagine dedicate al CISIA, tanto che le informazioni su di esso potrebbero forse essere considerate eccessivamente dettagliate, ma l'obiettivo era e rimane quello di fornire un quadro ampio e circostanziato sulla progressiva evoluzione e crescita del Consorzio fino a raggiungere la realtà che oggi rappresenta.

Pochi dubbi possono sussistere sulla solidità organizzativa del CISIA. Senza di essa l'erogazione di numeri tanto considerevoli di prove non sarebbe sicuramente possibile, ma vi sono altri elementi degni di essere sottolineati. Tra questi è da porre in primo piano la solidità scientifica delle modalità con le quali il CISIA ha sempre operato, mantenendo una stretta relazione, anche operativa, con le comunità accademiche di riferimento delle diverse aree disciplinari, e affidando loro la formulazione e la redazione delle prove di ingresso e il controllo dell'efficacia raggiunta dalle medesime.

Caratteristica altrettanto fondamentale è il rapporto continuo di collaborazione maturato con gli atenei. Il CISIA non si limita alla sfera amministrativa ma, quale erede della Commissione Nazionale Test, mantiene contatti diretti di collaborazione con i docenti che curano nelle sedi le prove di accesso. Con l'avvento del TOLC (Test On Line CISIA) le sedi universitarie hanno poi coinvolto il CISIA anche in alcune azioni tipiche dell'orientamento: i candidati, iscrivendosi alle prove attraverso il portale, come primo interlocutore trovano il CISIA che, mediante il proprio help desk, fornisce insieme alle informazioni generali sulle prove anche quelle relative alle modalità della loro utilizzazione da parte degli Atenei.

In ogni caso, l'azione principale di orientamento che il CISIA si sente chiamato a svolgere non è limitata certo a quanto detto.

L'erogazione di prove anticipate con modalità TOLC è uno strumento che gli Atenei hanno a disposizione per portare avanti azioni di orientamento in collaborazione con le scuole del loro territorio o del bacino da cui provengono in prevalenza i loro studenti. Naturalmente non per pilotare impropriamente l'insegnamento nelle scuole superiori e finalizzarlo al superamento delle prove di accesso, ma per evidenziare le eventuali carenze nella preparazione di base che gli studenti troppo spesso si trascinano nel loro percorso formativo e quindi aiutare gli insegnanti ad individuarle e a colmarle.

Un altro elemento che può svolgere un ruolo fondamentale nell'orientamento è la capacità predittiva del test. La correlazione tra i risultati ottenuti nel test e quelli conseguiti negli studi universitari era già stata indagata a livello di singole sedi universitarie; ora lo studio condotto su un campione statisticamente molto più robusto indica che la correlazione sussiste anche a livello di sistema e ciò costituisce una base solida per provarla in un prossimo futuro anche per i TOLC. Ma se si vuole mantenere la validità scientifica di questi studi, è necessario poter avere accesso, nelle forme ritenute opportune dal Ministero, ai dati dell'Anagrafe Nazionale Studenti (ANS), per seguire le carriere e attingere a informazioni come il voto di diploma che, con i test online anticipati, non sono ancora disponibili al momento dell'erogazione.

Comprovare la capacità predittiva dei TOLC e disporre di dati statistici significativi rende possibile, oltre il generale miglioramento dei processi di progettazione e revisione delle prove di accesso, anche

un'azione di orientamento rivolta direttamente al singolo studente e alla sua famiglia. La possibilità di visualizzare il risultato da lui ottenuto in un test, di confrontarlo con quello della popolazione dei candidati che si sono presentati a quella specifica prova, di avere indicazioni statistiche sul probabile andamento dei suoi futuri studi universitari, sono elementi di valutazione che favoriscono scelte più ragionate e più consapevoli e, in caso di prove anticipate, permettono allo studente di prendere coscienza per tempo del suo livello di preparazione e di impegnarsi per migliorarlo, evitando una decisione affrettata.

Infine, va sottolineato che i Test Standard, più volte richiamati in questo volume, costituiscono un nuovo e più solido strumento di orientamento e mobilità studentesca; perciò, mentre da un lato si sta lavorando per rafforzare, consolidare e diffondere gli attuali Test Standard per le aree di Ingegneria, Economia, Scienze, Farmacia e dal 2107 anche per quella Umanistica, dall'altro è già iniziato il lavoro per progettare e realizzare prove per le aree di Agraria, Scienze Politiche e Sociali e per quella Giuridica.

Il consolidamento e la diffusione dello strumento sull'intero territorio nazionale offre agli studenti la possibilità di sostenere un Test Standard in un solo Ateneo e di utilizzarne il risultato in ogni altra sede. Avere la possibilità di anticipare la prova di accesso, e di poterla ripetere in momenti successivi per colmare le eventuali carenze iniziali, è un altro fattore altamente positivo, molto apprezzato dagli studenti, in particolare ove sia previsto un accesso a numero programmato locale.

Per gli Atenei aderire ai Test Standard significa disporre di un solido e affidabile strumento di valutazione e di eventuale selezione degli studenti più idonei e preparati, ma significa anche avere a disposizione informazioni e dati utili ai fini didattici e per l'organizzazione delle attività di tutorato agli studenti.

Più in generale il Test Standard è uno strumento che favorisce il diritto allo studio e incentiva la mobilità, perché consente a chiunque, dovunque e in più momenti dell'anno, di sottoporsi a una prova scientificamente validata e direttamente spendibile in ogni altro Ateneo aderente alla rete.

Su questi temi è essenziale la collaborazione delle Università e delle loro strutture didattiche. Ma soprattutto è fondamentale l'appoggio del Ministero perché, se l'obiettivo è aumentare il numero e la qualità dei laureati nel nostro Paese, questo è possibile soprattutto rimettendo al centro il tema dell'orientamento e della necessaria preparazione in ingresso alle università, elemento essenziale per incentivare le iscrizioni e il successo negli studi.

APPENDICE

Per studiare l'efficacia predittiva del test sono state analizzate le relazioni tra i dati di carriera dei partecipanti effettivamente iscritti ad un corso di studi di ingegneria e il punteggio conseguito al TIP. A questo scopo è stato valutato il successo negli studi tramite le seguenti variabili:

- numero di crediti formativi universitari (CFU) acquisiti nel primo anno
- tempo di conseguimento della laurea (fissando come limite massimo 4 anni solari successivi a quello di immatricolazione, pertanto dicembre 2015)

Senza considerare eventuali fattori latenti quali, ad esempio, la capacità personale dello studente di adattarsi al cambiamento dal mondo scolastico al mondo accademico, si è voluto investigare l'influenza che gli elementi osservabili a disposizione hanno sull'acquisizione dei CFU. Come già introdotto, nel nostro studio, la popolazione è costituita dall'insieme degli studenti che si immatricolano ad un corso di laurea triennale di una classe di Ingegneria mentre il fenomeno che si vuole studiare è la performance accademica dello studente, misurata in termini di CFU acquisiti alla fine del primo anno solare, successivo a quello di immatricolazione.

Nel seguito si indicherà con Y_{CFU_i} la variabile che indica il numero di CFU acquisiti dallo studente i -esimo alla fine dell'anno solare 2012, talvolta indicata come variabile di risposta.

Indicheremo con \mathbf{x}_i il vettore relativo alle variabili osservabili, dette anche variabili esplicative o covariate, che si suppone possano spiegare il fenomeno di interesse, osservate per lo studente i -esimo. Le componenti di questo vettore sono:

- il sesso dello studente (1 se lo studente è maschio, 0 se è femmina)
- il voto del diploma
- il tipo di scuola di provenienza categorizzato, come già spiegato nelle analisi descrittive. Nei modelli che considereremo, la categoria LS (liceo scientifico) rappresenterà la nostra categoria di riferimento

i punteggi standardizzati conseguiti nelle varie sezioni che compongono il test:

$$P_{sez}^{std} = \frac{P_{sez} - \mu_{P_{sez}}}{\sigma_{P_{sez}}},$$

dove $\mu_{P_{sez}}$ e $\sigma_{P_{sez}}$ sono rispettivamente la media del punteggio e la radice quadrata della varianza del punteggio nella sezione, calcolate sul campione dei soli iscritti ad Ingegneria.

Si ricorda che le sezioni componenti il test sono:

- logica
- comprensione verbale
- scienze
- matematica 1
- matematica 2.

Per la loro rilevazione temporale questo insieme di variabili si può suddividere in variabili pre-test (o variabili di background), variabili relative al test e variabile post test: CFU e la variabile indicatrice del conseguimento della laurea che verrà discussa in seguito.

A causa della natura discreta della variabile CFU e della sua distribuzione che presenta una percentuale di studenti inattivi non trascurabile alla fine del primo anno solare, si sono adottati diversi tipi di modelli di previsione delle performance accademiche un modello di regressione logistica e uno di regressione quantilica. Il modello di regressione logistica (logit) mira a stimare la probabilità di acquisizione di almeno 201 CFU nel primo anno e quindi la variabile CFU è stata considerata binaria:

$$D_{CFU} = \begin{cases} 1 & \text{se } Y_{CFU} \geq 20; \\ 0 & \text{altrimenti.} \end{cases}$$

Mentre il modello di regressione quantilica che fornisce una stima probabilistica dei CFU acquisiti, è stato applicato al sottocampione di studenti che ha acquisito almeno 20 CFU.

Questi due modelli verranno illustrati nelle sezioni A.1 e B più in dettaglio.

Inoltre, nella Sezione A.2 viene presentato un modello predittivo di tipo logistico volto a stimare la probabilità di laurearsi nell'arco dei 4 anni solari, successivi a quello di immatricolazione. Pertanto si è investigato sulla relazione esistente tra le covariate osservate e la variabile indicatrice (binaria) del conseguimento della laurea così definita:

$$D_{LAUREA} = \begin{cases} 1 & \text{se lo studente si è laureato;} \\ 0 & \text{altrimenti.} \end{cases}$$

A. Modello logit

Nei modelli di regressione lineare, si stima la media di una determinata variabile, Y , che si assume avere distribuzione normale (1), una volta assunta una eventuale relazione lineare (2) con un determinato insieme di covariate, \mathbf{X} :

$$\mathbb{E}[Y] = \mu = \mathbf{X}^t \boldsymbol{\beta}, \quad Y \sim N(\mu, \sigma^2),$$

dove il simbolo $\mathbb{E}[\cdot]$ indica il valore atteso della variabile, nonché la media, μ , di questa.

¹ Indicatori relativi alla didattica (DM 987/2016, allegato E)

In situazioni generali, tuttavia, può accadere che viene a mancare una delle assunzioni precedentemente descritte, o addirittura entrambe, rendendo così non plausibile l'applicazione di un semplice modello di regressione lineare. Tuttavia, alcune delle proprietà della distribuzione Normale vengono verificate anche da una serie di variabili la cui distribuzione fa parte della così detta famiglia di distribuzioni esponenziali [Dobson, 2002].

La variabile D_{CFU} , definita in precedenza, ha una distribuzione binomiale che appartiene a questa famiglia di distribuzioni esponenziale, da qui l'utilizzo di un modello lineare generalizzato.

Questo modello è definito in termini di n unità statisticamente indipendenti, $D_{CFU_1} \dots D_{CFU_n}$, ciascuna avente distribuzione appartenente alla famiglia di distribuzione esponenziale e per cui si ha

$$\mathbb{E}[D_{CFU_i}] = \mu_i,$$

dove la media, μ_i , è funzione del parametro incognito della distribuzione.

Per un modello lineare generalizzato esiste una trasformazione di μ_i tale che

$$g(\mu_i) = \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\beta}.$$

Nell'equazione precedente, g rappresenta una funzione monotona, differenziabile che prende il nome di funzione di link; \mathbf{x}_i è invece il vettore colonna di lunghezza k , con k il numero di variabili esplicative osservate, relative all'unità i -esima del campione:

$$\mathbf{x}_i = \begin{bmatrix} x_{1_i} \\ \cdot \\ \cdot \\ x_{k_i} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{x}_i^t = [x_{1_i}, \dots, x_{k_i}]$$

dove con \mathbf{x}_i si indica il vettore colonna che rappresenta l' i -esima colonna della matrice \mathbf{X} , quest'ultima prende il nome di matrice del disegno. Il vettore $\boldsymbol{\beta}$ è invece il vettore dei parametri incogniti, anch'esso di lunghezza k . Indicheremo con β_1, \dots, β_k i suoi elementi.

Un modello lineare generalizzato ha pertanto 3 componenti:

1. Le variabili di risposta, $Y_1 \dots Y_n$, indipendenti ed identicamente distribuite (iid);
2. Un insieme di parametri $\boldsymbol{\beta}$ associato alle variabili esplicative, $x_1 \dots x_k$;
3. Una funzione di link g .

Non entreremo nel dettaglio sui metodi di stima del vettore dei parametri, $\boldsymbol{\beta}$, per questo si rimanda a [Dobson, 2002]. Illustreremo invece l'applicazione di un modello lineare generalizzato al nostro caso studio.

A.1 Utilizzo del modello logit per l'acquisizione di CFU

In Italia le diverse aziende regionali per il diritto allo studio fissano come criterio di rinnovo della borsa di studio, oltre ai requisiti economici di cui non si vuole entrare nel dettaglio, anche un criterio basato sul numero dei CFU che lo studente deve aver acquisito entro un determinato limite di tempo. Nel 2011 la soglia di CFU prevista, per gli studenti che volevano ottenere il rinnovo della borsa di studio, per il secondo anno accademico, in gran parte delle regioni Italiane era fissata a 20 CFU (facendo uso di un eventuale bonus). Questo giustifica quindi la scelta di rendere binaria la variabile CFU, D_{CFU} , utilizzando 20 come valore soglia.

La distribuzione binomiale di questa nuova variabile, ci permette di poter applicare un modello di regressione logistica, ovvero un modello lineare generalizzato con funzione di link il logit, definito come segue:

$$\text{logit}(p_i) = \log\left(\frac{p_i}{1 - p_i}\right) = \mathbf{x}_i^t \boldsymbol{\beta},$$

dove p_i indica la probabilità che lo studente i -esimo ha di acquisire almeno 20 CFU. Il rapporto tra la probabilità p_i e il suo complementare prende il nome di odds.

Il modello logit è stato stimato utilizzando il software statistico R, utilizzando la funzione $glm(\cdot)$.

In Tabella A.1 sono riportati i risultati del modello in questione. Nella Colonna 1 sono indicate le variabili esplicative inserite nel modello, per la variabile *genere* si è scelto come categoria di riferimento l'essere donna, per la variabile tipo scuola di provenienza si è scelta come categoria di riferimento il Liceo Scientifico (LS). In Colonna 2 sono invece riportati gli odds ratio corrispondenti a tutte le covariate coinvolte.

L'odds ratio è il rapporto degli odds, ed è definito come segue:

$$\frac{\mathbb{P}(D_{CFU} = 1 \mid x_k = 1)}{(1 - \mathbb{P}(D_{CFU} = 1 \mid x_k = 1))} / \frac{\mathbb{P}(D_{CFU} = 1 \mid x_k = 0)}{(1 - \mathbb{P}(D_{CFU} = 0 \mid x_k = 0))} = \exp(\beta_k), \quad (1)$$

Per la variabile voto di diploma, in Tabella A.1 è riportato invece l'odds ratio relativo ad una variazione del voto del diploma pari a 10 punti, $\exp(\beta_{v.dip.} * 10)$. Nella Colonna 3 sono invece riportati gli standard error (s.e.) ed infine nella Colonna 4 sono riportati i valori della statistica test.

L'asterisco (*) indica la significatività della variabile a livello $\alpha = 0,05$, ovvero ci indica quanto la variabile in questione è utile a predire il fenomeno di interesse. Si può osservare che tutte le variabili coinvolte sono significative, fatta eccezione per la variabile relativa al punteggio standardizzato nella sezione di comprensione verbale (C.V.). L'AIC del modello è pari a 11788, e risulta tra i più bassi se confrontato con altri modelli ottenuti togliendo alcune variabili esplicative, questo suggerisce quindi che tutte le variabili coinvolte spiegano la variabile D_{CFU} .

VARIABILI	ODDS RATIO	COEFF. β	S.E.	STATISTICA t	
GENERE	0,85	-0,157	0,056	-2,811	*
V.DIP.(+10)	1,80	0,059	0,002	28,084	*
TIPO SCUOLA:					
AL	0,76	-0,272	0,103	-2,634	*
LC	0,78	-0,244	0,086	-2,831	*
AL. LICEO	0,35	-1,045	0,165	-6,326	*
IP	0,25	-1,399	0,23	-6,087	*
IT	0,59	-0,529	0,066	-8,019	*
IA	0,46	-0,772	0,335	-2,305	*
GE	0,62	-0,482	0,102	-4,724	*
TC	0,59	-0,525	0,105	-4,988	*
LOGICA	1,10	0,094	0,027	3,487	*
C.V.	1,05	0,048	0,025	1,908	.
M1	1,57	0,449	0,032	14,034	*
SCIENZE	1,07	0,064	0,029	2,206	*
M2	1,06	0,055	0,027	2,056	*

 Tabella A.1: Risultati del modello logit con variabile di risposta D_{CFU} .

A.2 Modello logit per la laurea

In modo analogo a quanto fatto per la variabile binaria D_{CFU} , si è applicato un modello logit per stimare la probabilità di laurearsi ad un corso di laurea triennale in ingegneria nell'arco dei 4 anni solari. Nel modello sono state inserite le medesime covariate presenti nel modello logit introdotto nella Sezione A.1. Gli odds ratio, i coefficienti stimati con relativi s.e. e i corrispondenti valori della statistica test t sono riportati in Tabella A.2 rispettivamente nelle Colonne 2,3,4,5. Possiamo osservare che rispetto al modello precedente, la covariata genere e la covariata punteggio nella sezione di matematica 2 (M2 in tabella) non risultano significative.

VARIABILI	ODDS RATIO	COEFF. β	S.E.	STATISTICA t
GENERE	1,008	0,008	0,059	0,13
V.DIP.(+10)	1,896	0,064	0,002	26,865 *
TIPO SCUOLA:				
AL	0,800	-0,223	0,117	-1,918 .
LC	0,899	-0,106	0,093	-1,142
AL. LICEO	0,415	-0,88	0,209	-4,205 *
IP	0,270	-1,309	0,345	-3,79 *
IT	0,621	-0,477	0,077	-6,17 *
IA	0,243	-1,413	0,615	-2,298 *
GE	0,488	-0,718	0,135	-5,301 *
TC	0,720	-0,328	0,128	-2,565 *
LOGICA	1,090	0,086	0,029	2,95 *
C.V.	1,201	0,183	0,03	6,179 *
M1	1,443	0,367	0,033	11,153 *
SCIENZE	1,153	0,142	0,03	4,789 *
M2	1,027	0,027	0,028	0,935

Tabella A.2: Risultati del modello logit con variabile di risposta D_{LAUREA}

B. Modello di regressione quantilica

Qui di seguito una breve introduzione al modello di regressione quantilica, di cui si rimanda per ulteriori approfondimenti e dettagli a [Koenker e Bassett, 1978], [Machado e Silva, 2005]. Non possiamo tuttavia introdurre il modello in questione senza prima dare la definizione di quantile da campione:

Definizione 1 (QUANTILE DA CAMPIONE). Sia dato $\{y_i : i = 1 \dots N\}$, un campione casuale relativo ad una variabile casuale Y. Si definisce il quantile τ -esimo, $0 < \tau < 1$, come:

$$Q_Y(\tau) = \min\{\eta \mid \mathbb{P}(Y \leq \eta) \geq \tau\} \quad (2)$$

Ovvero il minimo valore che può assumere la variabile Y con una probabilità maggiore o uguale a τ . Ricordiamo che nei modelli di regressione lineari generalizzati si stima la media della variabile di risposta al variare delle covariate, ma talvolta si può essere più interessati a cosa accade nelle code di distribuzione di tale variabile. La regressione quantilica ci permette di fare ciò, stimando quindi i quantili della variabile di risposta [Machado e Silva, 2005] e [Grilli, Rampichini e Varriale, 2016].

Ma cosa ci fornisce tale regressione? Stimare ad esempio il primo quartile, quindi porre $\tau = 0,25$, vuol dire trovare quel valore delle variabile di risposta, Y_{CFU} , una volta assegnato un determinato set di covariate, \mathbf{x}^* , che si realizza con probabilità maggiore o uguale a $0,25$.

Nel nostro caso studio, il campione a cui è stato applicato il modello di regressione quantilica è quello relativo a tutti gli studenti che alla fine del primo anno solare, successivo a quello di immatricolazione, hanno acquisito almeno 20 CFU.

La stima dei coefficienti di regressione è stata ottenuta utilizzando la funzione `rq.counts()`, presente nel pacchetto `Qtools` del software R. Le covariate inserite nel modello sono le stesse inserite nei modelli logit descritti nelle Sezioni A.1 e A.2.

In Tabella B sono riportati gli effetti marginali delle varie covariate. Possiamo osservare effetti negativi sull'acquisizione di CFU se si proviene da una scuola diversa da quella del liceo scientifico (categoria di riferimento). Se si osservano gli effetti marginali relativi alla variazione di un punto per le singole sezioni componenti il test, l'effetto positivo maggiore è dato dalla sezione di matematica 1 ($m1$ in tabella), molto alto tra i vari quantili rispetto alle altre sezioni. L'effetto marginale relativo alla variabile voto del diploma è da considerarsi per una variazione di 10 punti di questo e risulta anch'esso positivo tra i vari quantili. Quest'ultima covariata ha un range di variazione $[60,100]$ diverso rispetto a quello dei punteggi al test, pertanto non si può paragonare il suo effetto marginale con quello ad esempio della sezione di matematica 1.

L'ultima riga della tabella riporta l'indice di adattamento del modello di regressione quantilica, $R^1(\tau)$ [Koenker e Machado,1999] che appare basso tra i vari quantili, tuttavia i suoi valori restano in linea con quelli calcolati in altre applicazioni di letteratura della regressione quantilica.

	$f(Y_{CFU} Y_{CFU} \geq 20)$				
	Q(0,10)	Q(0,25)	Q(0,50)	Q(0,75)	Q(0,90)
GENERE	-0,117 (0,014)	0,237 (0,014)	0,071 (0,013)	0,143 (0,011)	0,552 (0,010)
V. DIP.(+10)	0,846 (0,001)	1,207 (0,001)	1,573 (0,001)	1,778 (0,001)	1,684 (0,001)
AL	-0,332 (0,022)	-0,788 (0,029)	-0,438 (0,030)	-0,066 (0,015)	0,203 (0,028)
LC	-0,693 (0,016)	-0,504 (0,021)	-1,050 (0,023)	-1,037 (0,022)	-0,361 (0,015)
AL LICEO	-0,597 (0,028)	-1,920 (0,028)	-3,592 (0,110)	-2,411 (0,105)	3,166 (0,047)
IP	-1,337 (0,027)	-0,721 (0,068)	-0,655 (0,049)	-0,048 (0,054)	-0,057 (0,034)
IT	-0,417 (0,017)	-0,161 (0,020)	-0,651 (0,014)	-0,915 (0,013)	-0,209 (0,016)
IA	-1,930 (0,046)	-2,291 (0,070)	-1,516 (0,061)	-3,563 (0,043)	-5,911 (0,030)
GE	-0,874 (0,026)	-0,543 (0,026)	-1,122 (0,033)	-0,415 (0,046)	0,211 (0,024)
TC	-0,879 (0,020)	-0,947 (0,061)	-1,089 (0,024)	-0,264 (0,021)	-0,281 (0,028)
LOGICA	0,016 (0,006)	0,075 (0,007)	0,169 (0,006)	0,362 (0,005)	0,302 (0,004)
C.V.	0,106 (0,006)	0,211 (0,008)	0,507 (0,007)	0,542 (0,006)	0,491 (0,007)
M1	0,572 (0,009)	0,948 (0,008)	0,876 (0,006)	0,907 (0,006)	0,953 (0,006)
SCIENZE	0,431 (0,007)	0,440 (0,007)	0,463 (0,006)	0,406 (0,005)	0,623 (0,004)
M2	0,103 (0,007)	0,136 (0,008)	0,012 (0,006)	-0,043 (0,005)	-0,127 (0,005)
$R^1(\tau)$	0,05	0,10	0,13	0,12	0,09

Tabella B: Effetti marginali delle covariate inserite nel modello.

Tra parentesi tonde sono riportati gli s.e. relativi ai coefficienti stimati $R^1(\tau)$ rappresenta invece un indice di adattamento del modello ai dati.

Riferimenti bibliografici

[Dobson, 2002] Dobson, A.J.,Bernett, A.G. An Introduction to Generalized Linear Models Second Edition,Chapman and Hall/CRC, London New York Washington, 2002.

[Rampichini, Grilli e Varriale, 2016] Rampichini, C., Grilli, L.,Varriale, R., Statistical modelling of gained university credits to evaluate the role of pre-enrolment assessment tests: An approach based on quantile regression for counts, *Statistical Modelling*, 16(1): pp. 47–66, 2016.

[Koenker e Bassett, 1978] Koenker, R., Bassett, G. Regression Quantiles, *Journal of Econometrica*, Vol.46, No.1., pp.33-50, 1978.

[Machado e Silva, 2005] Machado, J.A.F., Silva, S.J.M.C. Quantiles for Counts, *Journal of the American Statistical Association*, 2005.

[Koenker, Ng, 2005] Koenker, R., Ng, P. A Frisch-Newton Algorithm for Sparse Quantile Regression, *Acta Mathematicae Applicatae Sinica, English Series*, Vol. 21, No. 2 pp 225–236, 2005.

[Koenker e Machado,1999] oenker,R., Machado,J. Goodness of fit and related inference processes for quantile regression. *Journal of the American Statistical Association*, 94, 1296–1310, 1999.

- Curatori e collaboratori
- ▶ **Claudio Casarosa**, Università di Pisa
- ▶ **Anna Ciampolini**, Università di Bologna
- ▶ **Giorgio Filippi**, staff CISIA
- ▶ **Giuseppe Forte**, staff CISIA
- ▶ **Federica Licari**, staff CISIA
- ▶ **Alessandra Petrucci**, Università degli Studi di Firenze
- ▶ **Luigi Salmaso**, Università degli Studi di Padova
- ▶ **Luca Settineri**, Politecnico di Torino
- ▶ **Andrea Stella**, Università degli Studi di Padova

