

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale

In Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

L'analisi dei processi e delle determinanti dei KPI in organizzazioni complesse - il caso del Politecnico di Torino



Relatore;

Prof. Marco Cantamessa

Candidato:

Andrea Capusso

Anno Accademico 2019/2020

Andrea, Alfredo, Marco, Giacomo, Cristina, Federico,
Corrado, Elisa, Umberto, Chiara, Maverick, Davide, Gabriele,
Nicola, Enrico, Paola, Carlo e Caterina: un grazie di cuore ad ognuno di voi.

INDICE

Introduzione.....	4
Indici di performance e KPI	5
KPI e le università.....	5
Graduation on Time (GoT).....	11
Politecnico di Torino e GoT: laurea triennale.....	19
Storia.....	19
Il modello	21
Analisi di regressione.....	31
Analisi SEM.....	36
Focus: Docenti.....	44
Le evidenze.....	46
Politecnico di Torino e GoT: laurea triennale.....	47
Esplorazione dati.....	47
Analisi di regressione.....	51
Analisi SEM.....	53
Conclusione.....	56

Introduzione

Così come le imprese e le pubbliche amministrazioni, l'educazione ed in particolare le università, hanno subito un'evoluzione nel tempo tale da portare alla creazione di complesse organizzazioni multifunzionali la cui gestione risulta sempre più complessa. Gli atenei sono assimilabili in senso lato ad un processo produttivo che possiede flussi di materie prime in ingresso (studenti fondi ecc) e tramite un processo di trasformazione, l'insegnamento, genera un prodotto finito ovvero laureati dottorati ma anche innovazioni scoperte brevetti ecc. Tale visione quindi permette di applicare al contesto universitario uno studio più approfondito dei processi interni così da poterne misurare le performance ed efficienza.

CAPITOLO 1

Qual è l'obiettivo intrinseco dell'utilizzo dei Key Performance Indicators (KPIs) per la valutazione della proficiency accademica?

L'introduzione delle analisi delle performance nelle università è strettamente legata all'introduzione di una visione managerialista dell'educazione superiore: a livello globale, l'attrazione di finanziamenti e fondi per effettuare investimenti e migliorare i vari aspetti della didattica, sviluppando una funzione aziendalistica dell'istruzione superiore.

Questi KPI variano in base ai parametri presi in considerazione, ma rispondono a un fine comune, cioè efficientare i risultati accademici al fine di promuovere un andamento sano, sia sotto il punto di vista dei risultati sociali che economici, dell'istruzione superiore.

I KPI derivano dalla visione anglosassone dell'istruzione superiore, dove questa è prevalentemente privata e riceve sovvenzionamenti da più enti pubblici e privati. La misurazione delle performance avviene sotto diversi ambiti, che possono essere delineati in 4 macro-settori.

1. Performance della ricerca, che indicatori come il numero delle pubblicazioni che includono gli istituti presi in considerazione, il numero dei progetti di ricerca, il numero dei brevetti, etc.;
2. Performance dell'insegnamento, con indicatori quali la soddisfazione degli studenti ed altri stakeholder, la percentuale di studenti che completano i corsi di studio, il tasso di abbandono, il tasso di impiegabilità, etc.;
3. Performance dei servizi, con indicatori come i servizi alla comunità, il design dei curricula accademici, il numero di programmi accademici, etc.;
4. Performance finanziarie, che include gli introiti da progetti di ricerca, gli introiti da consulenza, le donazioni da ex studenti, sponsorizzazioni, etc.;

A livello globale, uno spaccato a livello qualitativo è dato dai diversi ranking stilati da enti quali Quacquarelli Symonds (QS World Ranking), Times Higher Education (THE) e l'Academic Ranking of World Universities (ARWU) di Shanghai. Parallelamente a livello europeo viene anche stilato l'"U-Multirank" dal CENSIS¹, che a differenza dei precedenti considera un livello benchmark sul quale basare la valutazione dei diversi istituti d'istruzione superiore, prendendo in esame indicatori che

¹ I 4 ranking citati sono presi in considerazione sulla base degli indicatori seguiti dal Politecnico di Torino in qualità di più diffusi e affidabili a livello globale.

sono associabili agli indicatori di altri ranking. Particolarmente interessante rispetto ai primi tre ranking citati è che considerano, ovviamente, diversi indicatori su cui basare la classifica finale.

AMBITO	INDICATORE	QS*	THE	ARWU	U-Multirank
REPUTATION	Academic Reputation	40%			
	Employer Reputation	10%			
	Research reputation		18,00%		
	Teaching reputation		15,00%		
INTERNATIONAL	International Faculty	5%	2,50%		x
	International Students	5%	2,50%		
	Student mobility				x
STUDENTS-ACADEMIC STAFF	Faculty Student (students/faculty)	20%	4,50%		
	Graduation on time (Bachelor)				x
	Graduation on time (Master)				x
	Doctorate to bachelor awarded		2,25%		
	Doctorate awarded to academic staff		6,00%		
INCOME	Industry income to academic staff		2,50%		
	Research income to academic staff		6,00%		
	External research income (to academic staff)				x
	Income from private sources (to academic staff)				x
	Institutional income to academic staff		2,25%		
CITATIONS/PUBLICATIONS	Citations per Faculty	20%			
	Citation impact		30,00%		
	Citation rate				x
	HiCited			20,00%	
	Top cited publications (% of total publications)				x
	International co-authorship		2,50%		x
	Papers to academic staff+res. staff		6,00%		
	Publications			20,00%	x
	Interdisciplinary publications				x
	Professional publications				x
Co-publications with industrial partners				x	
NOBEL/AWARD	Nature&Science			20,00%	
	Alumni (NOBEL)			10,00%	
	Award (NOBEL)			20,00%	
	Per Capita Performance			10,00%	

TABELLA 1.1 COMPONENTI DI ALCUNI INDICI DI PERFORMANCE

In tabella 1.1 è rappresentata uno schema che spiega il modo in cui i vari indici sono composti.

Per fornire un esempio, QS basa il 40% del ranking finale sull'indicatore della reputazione accademica delle varie università prese in esame; per il THE l'impatto delle citazioni pesa al 30% della classifica finale; per l'ARWU diversi indicatori pesano fino al 20% del punteggio finale, tra cui il numero di riconoscimenti (Nobel) ed il numero di pubblicazioni riferite alle università prese in considerazione.

Questi indicatori di performance vengono spesso utilizzati per monitorare il valore delle università in una prospettiva globale e, a livello di singolo istituto, per monitorare l'efficiente utilizzo delle risorse investite. Considerando che il livello quantitativo delle risorse investite, specialmente dal settore pubblico, è in graduale diminuzione, molti istituti si stanno rifacendo a questi stessi ranking e

indicatori per migliorare la loro posizione a livello internazionale in modo da attrarre più fondi da enti privati.

Questa prospettiva economicista dell'istruzione superiore è appunto derivata da più situazioni contingenti, con il risultato che il miglioramento di tali indici possa permettere alle università di migliorare la propria posizione economica e, al contempo, innalzare il livello interno qualitativo agli studenti che usufruiscono di tali risorse.

Diversi studi nel tempo e nello spazio hanno affrontato l'argomento degli indicatori di performance: sono molto interessanti per la questione le ricerche di Asif e Searcy ("A composite index for measuring performances in higher education institutions", 2014 International Journal of Quality & Reliability Management), Paige ("Internationalization of higher education: performance assessment and indicators", 2005) e Melo, Sarrico e Radnor ("The influence of performance management systems on key actor universities", 2010).

Queste ricerche, sebbene spazino analizzando diversi indicatori e performance, partono tutte dal presupposto che gli indicatori siano derivati dall'introduzione di una visione manageriale di controllo costi e trasferimento di "best practices" nell'ambito accademico. Secondo questi studi, ciò è derivato dalla crescente competitività nell'ambito accademico e della ricerca a livello globale, una situazione dovuta alle varie riforme subite dai vari sistemi di educazione superiore nel mondo: la crescente massificazione del sistema scolastico superiore, la graduale riduzione di finanziamenti pubblici e la necessità di ricorrere a nuovi enti finanziatori per sostenere le spese accademiche. Questa visione considera l'educazione superiore come un processo di trasformazione di input (le risorse investite nel sistema scolastico in generale) in output (la creazione di una società "high-skilled" nel lungo periodo), un processo che ha ovviamente bisogno di obiettivi di breve, medio e lungo periodo per sostenere il fine ultimo. Questo processo, ovviamente, ha bisogno di essere monitorato *in itinere* e controllato nei risultati, e ciò è possibile grazie agli indicatori di performance rispetto agli obiettivi prestabiliti, che permettono anche di adottare misure correttive qualora i risultati differiscano dagli obiettivi. Secondo Paige, inoltre, l'introduzione degli indicatori di performance costituisce anche una funzione di responsabilizzazione degli istituti superiori davanti ai vari stakeholders, che possono dunque valutare l'operato più trasparentemente rispetto agli obiettivi e ai fini statuiti.

Per rimanere nell'ambito amministrativo, è possibile ricondurre l'elevato numero di indicatori di performance e del miglioramento degli stessi all'ottica di ottenere un sempre maggior numero di fondi e finanziamenti, partendo dal sostenimento delle attività e servizi già attivi all'interno dei

sistemi. Gli indicatori di performance forniscono in questo senso una guida su dove e come agire per migliorare gli ambiti operativi che causano rallentamenti o impedimenti nel processo di miglioramento dell'istituto, indicatori che, nel corso del tempo, possono anche diventare veri e propri benchmark, come riportato precedentemente nel caso dell'U-Multirank del CENSIS.

Partendo dal presupposto che in ogni istituto si realizza un tradeoff tra la scarsità delle risorse e l'efficientamento delle performance, si ha un risultato diretto sul tipo di indicatore di performance preso in considerazione e privilegiato: nel caso di piccoli centri, saranno privilegiati gli indicatori relativi alla qualità e all'impatto della ricerca e dell'insegnamento; nel caso di mega-atenei, invece, sono tendenzialmente privilegiati indicatori relativi alla qualità dei servizi (Asif e Searcy; 2013). Scopo di questa tesi non è dare un giudizio su quali indicatori sia meglio analizzare, trattare o considerare nello sviluppo di un processo di miglioramento universitario, quanto verificare se l'adozione di determinati indicatori di performance – tendenzialmente riguardanti gli aspetti deficitari di un determinato istituto, che nel caso della tesi è il Graduation on Time del Politecnico di Torino – possa portare ad un miglioramento qualitativo nella didattica e nei servizi allo studente come anche ad un aumento dell'attrazione di fondi e finanziamenti.

Tralasciando i vari criteri di formulazione di un indicatore di performance – il processo è estremamente lungo, ma in ogni caso oggi vengono prevalentemente adottati indicatori già esistenti, piuttosto che formularne in house; in ogni caso il procedimento è ben descritto nel già citato lavoro di Asif e Searcy "A composite index for measuring performance in higher education institutions" – diversi studi hanno confermato che il miglior piazzamento di un'università in ranking di livello globale come i sopracitati ha un effettivo ritorno in termini economici monetari e non monetari. In particolare, secondo uno studio del 2015 di QS, la ripartizione pubblico-privata dei finanziamenti universitari nei Paesi OECD si è spostata dal 91-9 al 70-30, con la maggior parte degli investimenti privati indirizzati a quelle università che si sono classificate nelle prime 50 posizioni, mentre la restante parte è andata a favore di quelle università riportate fino alla 200esima posizione. Sempre da questo studio è riportato l'eccezionale posizionamento delle università asiatiche, in particolar modo cinesi, che sono arrivate a ricoprire molte posizioni nella lista delle top 200 università, e che registrano finanziamenti ed endowment considerevoli, sia dal lato pubblico che privato, con una media di circa €300 milioni per istituto presente nella classifica, con effetti sia sotto il punto di vista dei risultati accademici (le università asiatiche hanno registrato un +32% registrazione di ricerche e pubblicazioni nei ranking internazionali) che di internazionalizzazione (gli istituti asiatici hanno

registrato un +44% studenti internazionali nei loro atenei), con conseguenti aumenti di finanziamenti pubblici e privati.

Per venire al caso di Torino, considerando sia il Politecnico che l'Università di Torino, è utile fare un confronto con un altro istituto top tier in Italia: il Politecnico di Milano. Nelle classifiche di ranking nazionale vengono considerati 5 indicatori maggiori: teaching and learning, research, knowledge transfer, international orientation e regional engagement.

I risultati, come mostra la tabella 1.2, evidenziano i risultati sopra il benchmark (A+B) in 24 KPI su 36 presi in considerazione, risultati leggermente sotto il benchmark (C) in 5 aree e risultati molto al di sotto del benchmark (D) in 7 aree: escludendo quelle che vedono le possibilità e le opportunità sul territorio come sfavorevoli e non modificabili dall'intervento universitario (i.e. graduate companies, bachelor graduates working in the region e spin-offs, a causa delle problematiche a livello economico del tessuto regionale), questa tesi ha deciso di dedicarsi ai 2 maggiori KPI con risultato negativo dell'analisi, cioè il Graduation on Time (GoT) delle triennali e delle magistrali, in cui i risultati del Politecnico di Torino sono ben al di sotto della media.

università	Teaching & Learning				Research								Knowledge Transfer							International Orientation						Regional Engagement														
	A	B	A+B	C	Bachelor graduation rate	Masters graduation rate	Graduating on time (bachelors)	Graduating on time (masters)	Citation rate	Research publications (absolute numbers)	Research publications (size-normalised)	External research income	Art related output	Top cited publications	Interdisciplinary publications	Post-doc positions	Strategic research partnerships	Professional publications	Co-publications with industrial partners	Income from private sources	Patents awarded (absolute numbers)	Patents awarded (size-normalised)	Industry co-patents	Spin-offs	Publications cited in patents	Income from continuous professional development	Graduate companies	Foreign language bachelor programmes	Foreign language master programmes	Student mobility	International academic staff	International joint publications	International doctorate degrees	Bachelor graduates working in the region	Master graduates working in the region	Student internships in the region	Regional joint publications	Income from regional sources	Strategic research partnerships in the region	Regional Publications with Industrial Partners
Politecnico di Milano	11	14	25	5	B	C	C	B	B	B	B	B	D	A	B	A	C	A	A	A	A	B	A	B	A	A	D	A	A	B	B	B	B	B	C	A	C	-	A	
Università di Torino	7	10	17	9	C	B	D	B	B	B	B	D	D	B	B	A	C	C	A	B	C	C	A	D	A	D	D	C	C	D	B	D	A	A	A	-	A	C	B	C
Politecnico di Torino	5	19	24	5	C	B	D	B	B	B	A	B	B	B	B	A	C	B	A	A	B	B	A	D	B	D	B	B	B	D	B	B	B	B	C	B	C	C	B	

TABELLA 1.2 CONFRONTO INDICE MULTIRANK

Performance degli studenti: Graduation on time

Il graduation on time esprime la percentuale di studenti che terminano nei tempi prestabiliti il percorso di studi: tre anni per la laurea di primo livello e due per le lauree magistrali. Questo indice da solo però spiega solamente quanti studenti rispettano le tempistiche richieste ma nulla dice circa i tempi medi di laurea. Per questo motivo d'ora in avanti si parlerà di tempo di laurea (TdL). Per il Politecnico di Torino, il tempo di laurea medio per le lauree triennali è di circa 4,6 mesi con età media dello studente in uscita di 23,6 anni, mentre le lauree magistrali impegnano gli studenti per circa 2,6 anni con un'età media in uscita di 26,2 anni. (Politecnico di Torino, dati 2017/2018). Per quanto riguarda la media nazionale invece registriamo un tempo medio di laurea di primo livello di 4,2 anni e 2,7 per le lauree di secondo livello (<https://www2.almalaurea.it/cgi-php/lau/sondaggi/intro.php?config=profilo>).

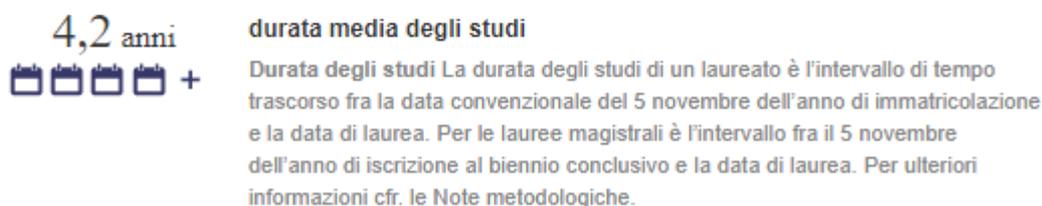
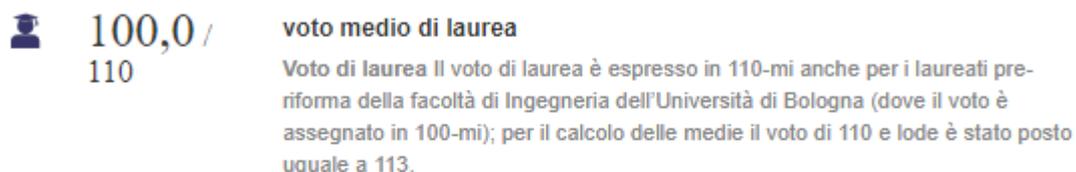
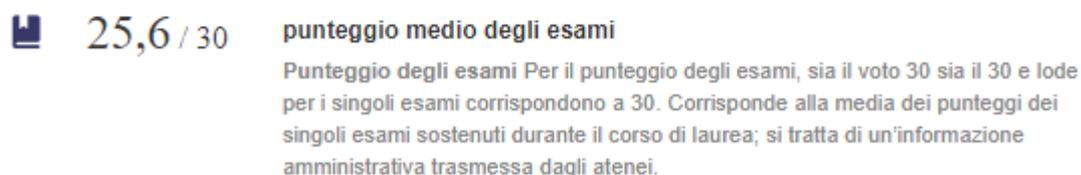
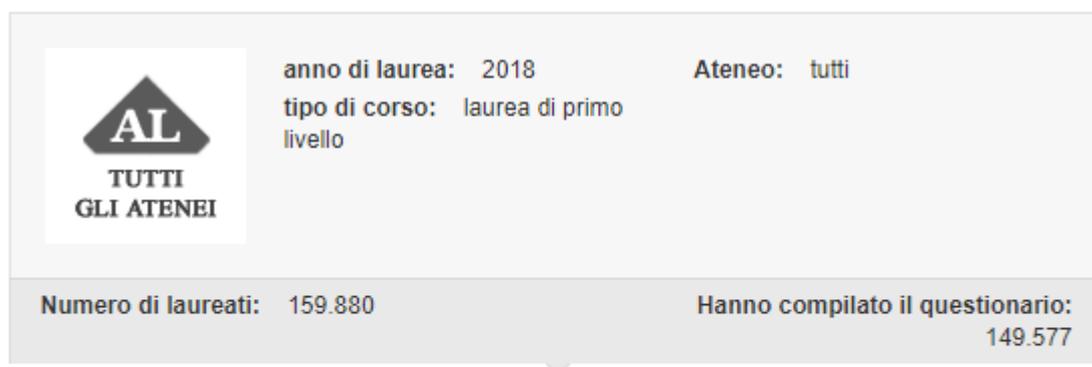


FIGURA 1.1 DATI ALMALAUREA PER POLITO

A livello europeo invece, sebbene sia difficile trovare dati relativi a fuori corso e tempi di laurea medi, è utile osservare il numero di studenti che ottiene il titolo di laurea triennale per fasce d'età: in particolare il grafico mostra la percentuale degli studenti fra 25 e 29 che ottiene un titolo triennale o equivalente rispetto alla fascia 20-24.

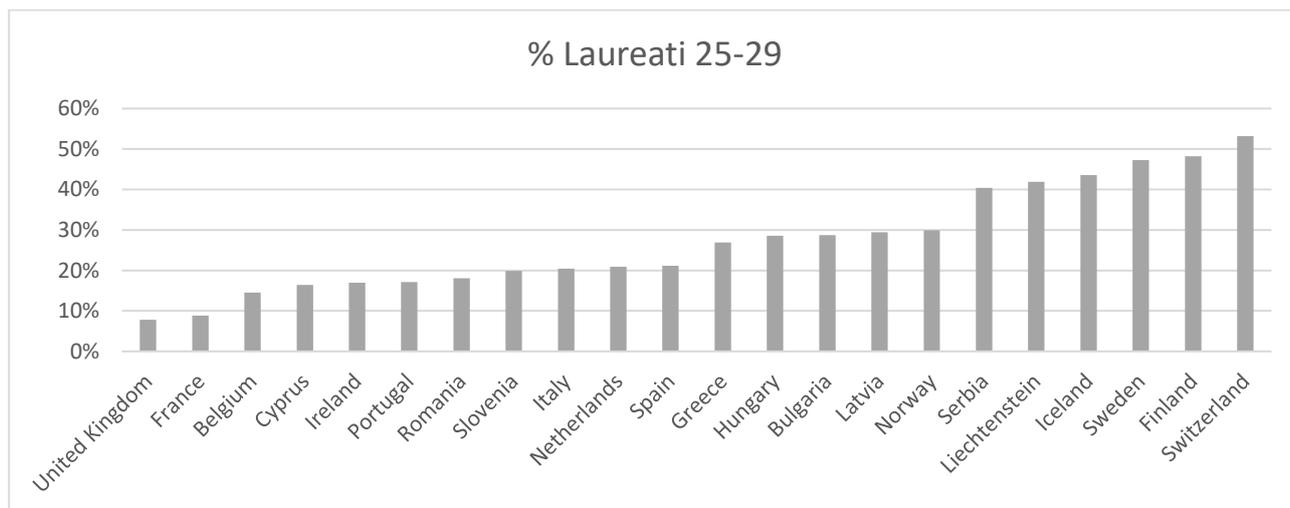


FIGURA 1.2 %LAUREATI FRA 25/29 ANNI

In testa si nota l'Inghilterra dove solo l'8% degli studenti ottiene un titolo triennale oltre i 25 anni. A seguire la Francia (9%), il Belgio (15%) e l'Italia con il 20%. I paesi nordici costituiscono un caso particolare dal momento in cui l'età media alla quale un ragazzo abbandona il nucleo familiare è molto bassa (appena 18 anni) e quindi spesso gli studenti alternano lavoro e studi. In aggiunta le università nordiche sono gratuite per tutti i cittadini di ogni età provenienti dall'eurozona; nella maggior parte dei casi a chi emigra in questi paesi in cerca di lavoro è richiesto un titolo di studio universitario nordico. Per questo motivo l'età media all'ottenimento del titolo triennale risulta essere molto più alta. Paragonando quindi l'Italia con paesi aventi strutture didattiche assimilabili alla propria come Francia, Inghilterra e Belgio, i cui atenei mantengono le prime posizioni nei ranking europei e mondiali, si nota come in media i nostri studenti abbiano un'età più alta. Una percentuale più grande di studenti quindi si laurea fuoricorso. Ai fini dell'analisi è utile analizzare gli effetti generati da uno studente fuoricorso sia su se stesso che sull'ateneo di appartenenza:

Effetti sul profilo studenti: A livello concorrenziale quindi una maggiore età di uscita dal proprio percorso formativo implica esempio, in ottica di mobilità internazionale, una penalizzazione per gli studenti italiani che a parità di titolo di studio potranno vantare una minore esperienza sul campo rispetto ad altri studenti che completati gli studi, si introducono con anni in anticipo nel mondo del lavoro

Effetti economici sugli studenti e famiglie: essere in ritardo implica un costo diretto legato all' esborso economico relativo al pagamento delle tasse ed al relativo mantenimento dello studente stesso qualora fosse fuorisede. In aggiunta, oltre un anno da fuori corso, aumenta l'importo di tasse richiesto per l'iscrizione al nuovo anno e se il ritardo supera una certa soglia per lo studente non sarà più possibile richiedere la riduzione prevista in base al reddito.

Effetti burocratici sullo studente: la struttura burocratica dell'ateneo fa sì che studenti con esami in debito generino crediti in overbooking che quindi richiedano semestri aggiuntivi per il loro ottenimento, risultando un allungamento diretto della carriera universitaria. Il ritardo in aggiunta, oltre che alla media, pesa in maniera sensibile sui rank degli studenti che richiedono le procedure per la mobilità internazionale.

Effetti sull'ateneo: gli effetti generati sull'ateneo sono scomposti a loro volta in:

- *Effetti sulla qualità della didattica:* Lo studente in ritardo in primis genera un aumento del numero medio di studenti per corso: diversi studenti ripetenti infatti decidono di riseguire i corsi e tale fenomeno si traduce in un problema logistico ed organico dal momento in cui avviene un processo di affollamento dell'ateneo. Vincoli strutturali limitano infatti il massimo numero di studenti che l'ateneo può mantenere e il raggiungimento di tale limite può far diminuire il numero di studenti immatricolabili ogni anno. Al vincolo di capacità si aggiunge il bisogno di un numero superiore di docenti e personale accademico: l'aumento dei professori non è allineato con la crescita degli studenti e per questo motivo aumenta direttamente in rapporto studenti/docenti.

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Turkey	21.7	20.3	:	23.1	25.6	25.1
Belgium	21.0	22.5 ^(a)	22.1 ^(a)	21.2 ^(a)	21.2	21.0
Italy	19.0	18.8	20.2	20.2	20.0	20.3
Denmark	:	14.3	11.2	:	:	15.6 ^(b)
United Kingdom	18.0	16.7	15.9	15.8	15.8	15.4 ^(a)
Finland	13.8	14.2	15.1	15.3	15.5	15.3
Netherlands	:	:	15.4	14.8	14.6	14.6
Slovenia	18.5	17.5	17.1	15.3	14.9	14.4
Poland	15.1	15.2	14.9	14.6	14.3	13.8
Estonia	:	15.1	14.0	13.9	13.5	12.8
Spain	12.1	12.9	12.7	12.2	12.4	12.3
Germany (until 1990 former f	11.7	11.8	12.0	12.1	12.1	12.0
Bulgaria	12.9	13.1 ^(a)	12.9	12.4	12.0	11.5
Sweden	11.0	10.7	10.4	10.4	10.3	10.1
Malta	10.5	10.3	9.8	9.7	9.7	9.4
Norway	10.1	10.2	:	:	9.5	9.4

TABELLA 1.3 RAPPORTO STUDENTI/DOCENTI DI ALCUNI PAESI EUROPEI

In figura² sono rappresentati i rapporti docenti/studenti per gli atenei di alcuni paesi europei. L'Italia, fra i paesi europei, mantiene uno fra i rapporti più alti. Glass e Smith³ affermano: "La dimensione della

² Dati ottenuti da Eurostat, European commission website

³ Gael McDonald (2013) Does size matter? The impact of student–staff ratios, Journal of Higher Education Policy and Management, 35:6, 652-667, DOI: 10.1080/1360080X.2013.844668

classe influisce sulla qualità dell'ambiente della classe stessa. Classi piccole, danno più possibilità di adattare i programmi di apprendimento alle esigenze dell'individuo. Il clima è più amichevole e più favorevole all'apprendimento. Gli studenti sono più direttamente e personalmente coinvolti nell'apprendimento. La dimensione della classe influisce sull'atteggiamento degli alunni che mostrano più interesse nell'apprendimento, meno frustrazione e apatia.

La dimensione della classe incide anche sugli insegnanti, influenzandone il morale è migliore; si prendono cura maggiormente dei propri allievi, hanno maggior tempo per pianificare le attività didattiche e sono più soddisfatti delle loro prestazioni “.

Classi molto numerose quindi riducono e limitano gli scambi con i docenti e sminuiscono il grado di integrazione ed affiatamento.

- *Effetti sui rankings:* sia l'indice THE che l'indice U-Multirank sono affetti dall'aumento di studenti fuoricorso. Gli studenti fuoricorso quindi, impattano indirettamente sull'indice THE aumentando il rapporto studenti/docenti che pesa sul totale il 4,5% e direttamente sull'indice U-Multirank che invece valuta in tempo medio di laurea. Un peggioramento di tali indici penalizza l'ateneo a livello internazionale: basse posizioni nelle classifiche si traducono in minore visibilità per gli studenti provenienti da tutto il mondo che prediligono invece università con migliori posizioni e una maggiore valutazione.
- *Effetti sugli investimenti:* Un importante effetto generato dalla massa di studenti fuoricorso è misurato in termini di investimenti percepiti dalla pubblica amministrazione: Il Fondo per il finanziamento ordinario delle università (FFO). Istituito nello stato di previsione del Ministero dell'università e della ricerca scientifica e tecnologica, questo fondo è relativo alla quota a carico del bilancio statale delle spese per il funzionamento e le attività istituzionali delle università, comprese le spese per il personale docente, ricercatore e non docente, per l'ordinaria manutenzione delle strutture universitarie e per la ricerca scientifica, ad eccezione della quota destinata ai progetti di ricerca di interesse nazionale – destinata a confluire nel Fondo per gli investimenti nella ricerca scientifica e tecnologica (FIRST) (art. 1, co. 870, L. 296/2006) – e della spesa per le attività sportive universitarie(https://temi.camera.it/leg18/post/il_fondo_per_il_finanziamento_ordinario_delle_universit_.html).

Tale fondo ha un importo variabile ogni anno in base alla presenza o assenza di quote aggiuntive per ulteriori programmi di investimento non previsti nella natura stessa del fondo:

<i>Anno</i>	<i>Importo FFO</i>
2007 (rendiconto)	7.167.884.004,26
2008 (rendiconto)	7.442.798.709,67
2009 (rendiconto)	7.513.104.173,90
2010 (rendiconto)	6.681.319.400,90
2011 (rendiconto)	6.919.135.890,87
2012 (rendiconto)	6.997.121.082,30
2013 (rendiconto)	6.697.676.037,6
2014 (rendiconto)	7.011.420.065,85
2015 (rendiconto)	6.913.357.515,00
2016 (rendiconto)	6.957.530.500,00
2017 (rendiconto)	7.024.295.719,06
2018 (L. bilancio)	7.318.484.147,00
2019 (L. bilancio)	7.450.770.950,00

FIGURA 1.3 STANZIAMENTI FFO NEGLI ANNI

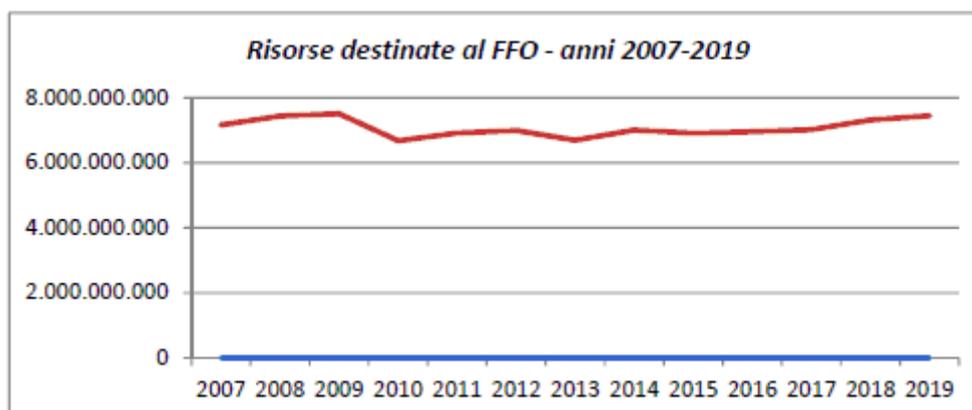


FIGURA 1.4 TREND FFO NEGLI ANNI

Ad esempio, nel 2018 c'è stato un aumento di € 20 mln, € 18,87 mln nel 2019 ed € 17,54 mln annui dal 2020, ai fini dell'incremento delle borse di studio concesse per la frequenza dei corsi di dottorato di ricerca.

L'FFO si compone di tre parti:

Quota base: questa quota a sua volta si suddivide in quota base costo standard e quota consolidabile rispetto all'anno precedente. Quota base costo standard, che viene calcolata come:

Q. base Costo standard

$$= \text{CostoSTNDstudente} * n. \text{ studenti entro 1 anno fuoricorso} * \text{Peso_ateneo}$$

Tale voce ha l'obiettivo di coprire i costi relativi al costo del personale docente, costo della docenza a contratto, costo del personale TA, costo di funzionamento e di gestione delle strutture didattiche. Tutte queste voci sono incluse nel costo standard per studente e vengono quindi moltiplicate per il numero di studenti entro un anno fuori corso. Il peso dell'ateneo invece permette di calcolare la percentuale del fondo da distribuire all'ateneo proporzionalmente al rapporto fra la sua quota standard e quelle di tutte le università italiane. Quindi maggiore è la percentuale degli studenti in corso maggiore sarà la quota di costo base ricevuta e maggiore sarà il peso dell'ateneo.

Quota consolidabile rispetto all'anno precedente:

la Quota consolidabile nel 2018 = Quota base FFO 2017 + perequativo FFO 2017+ interventi consolidabili FFO 2017. La quota consolidabile quindi rispecchia la quota base dell'anno precedente dipendendo di nuovamente dal numero di studenti in corso entro un anno e dal peso dell'ateneo.

Quota premiale: tale quota è erogata e calcolata tenendo conto dei risultati della didattica e delle attività di ricerca; in particolare:

- 60% in base ai risultati VQR 2011-2014: la Valutazione della Qualità della Ricerca (VQR) è un esercizio periodico di valutazione realizzato da l'Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca (ANVUR).

- 20% in base a valutazione politiche reclutamento 2015-2017 utilizzando i risultati VQR
- 20% in base ai risultati relativi alla valorizzazione dell'autonomia responsabile

Totale perequativo: somma corrispondente agli gli interventi perequativi a salvaguardia di situazioni di particolare criticità.

Per semplicità supponiamo a parità delle altre quote, di diminuire la quota di studenti fuoricorso a zero: per questo anno, solo la quota base costo standard subirà gli effetti relativi a tale diminuzione essendo la quota consolidabile dipendente dai dati dell'anno precedente. Il Politecnico detiene un numero di studenti fuoricorso oltre un anno pari al 25% del totale. Di conseguenza, ipotizzando di avere la totalità degli studenti in corso, il potenziale costo base prendendo in considerazione i dati della tabellaXXX sottostante raggiungerebbe un totale pari a M€ 133 in ottica di lungo periodo, ovvero una volta abbassato il GoT e avvenuto il riciclo dei vecchi studenti fuoricorso. Questo mostra come in realtà a fronte di una diminuzione del 100% degli studenti fuori corso, l'FFO aumenti solo del 10%. Lo stato quindi, pone i giusti incentivi affinché un ateneo preferisca uno studente in corso rispetto ad uno fuori corso?

Il Politecnico riceve per ogni studente aggiuntivo, entro un anno fuori corso oltre la durata regolare, in media 1350€ in tasse (dato calcolato da dalla media della fascia contributiva media del Politecnico di Torino a.a. 2018/2019) e circa 1300€ come FFO (30M€ spalmato sugli studenti in corso, circa 23 mila), per un totale di circa 2700€. Uno studente fuoricorso invece non genera alcuna entrata tramite l'FFO ma solamente 3000€

Ateneo	Costo std (studenti* costo standard)	peso Ateneo = costo std POLITO/totale	Assegnazione=Peso ateneo *1.380.000.000
Torino Politecnico	174.536.280	2,19%	30.205.532
TOTALE Atenei	7.974.038.224	100,0%	1.380.000.000

TABELLA 1.4 QUOTA BASE FFO POLITO

come contribuzione studentesca. In generale quindi per quanto riguarda le entrate monetarie, l'ateneo si trova in una condizione di quasi indifferenza fra le due tipologie di studenti. A livello di costi invece, uno studente fuori corso, ha costi marginali tendenzialmente nulli in quanto non rifrequenta le lezioni, non si reca in ateneo e sfrutta principalmente i servizi web offerti dall'ateneo. In generale, essendo i costi marginali inferiori, si può dedurre che uno studente fuoricorso rispetto ad uno regolare, sia più remunerativo se analizzato dal solo punto di vista monetario. In realtà per il bilancio finale andrebbero inclusi anche i benefici e i costi non monetari: avere una platea composta al 100% di studenti in corso aumenta la qualità e il livello dell'ateneo stesso. I risultati potrebbero essere apprezzati sotto forma di produzione in termini di pubblicazioni o di

innovazioni e brevetti. Tale aumento porterebbe un miglioramento dei rank, posizionando l'ateneo più in alto nelle classifiche nazionali e internazionali; tale visibilità attirerebbe studenti "migliori" provenienti non solo dall'Italia che a loro volta migliorerebbero ulteriormente le performance dell'ateneo.

CAPITOLO 2

Il caso politecnico di Torino

Storia

Da 160 anni, il Politecnico di Torino è una delle istituzioni pubbliche più prestigiose a livello italiano ed internazionale nella formazione, ricerca, trasferimento tecnologico e servizi in tutti i settori dell'Architettura e dell'Ingegneria.

Nato nel 1859 come Scuola di Applicazione per gli Ingegneri, è diventato Regio Politecnico di Torino nel 1906. Una lunga storia, che ha accreditato l'Ateneo come punto di riferimento per la formazione e la ricerca in Italia e in Europa, una Research University di livello internazionale che attrae studenti da oltre 100 Paesi e attiva circa 800 collaborazioni ogni anno con industrie, istituzioni pubbliche e private, organizzazioni locali.

Attenzione alla ricerca teorica ed applicata, conoscenza e sviluppo delle tecnologie d'avanguardia, concretezza e realismo nella gestione di un processo produttivo o nell'organizzazione di un servizio, cura della funzionalità senza trascurare il design, analisi e proposizione di soluzioni alle sfide della società d'oggi per progettare un domani sostenibile: chi si laurea al Politecnico di Torino riceve una formazione che va ben oltre il sapere tecnico. Diventa capace di gestire la natura interdisciplinare dell'attuale mondo scientifico senza dimenticare delle implicazioni sociali, etiche, economiche, ambientali.

Gli ottimi risultati conseguiti nella didattica e nella ricerca, le positive valutazioni degli studenti, i processi formativi di qualità e la capacità di aggiudicarsi finanziamenti nazionali ed europei hanno portato all'ottimo posizionamento del Politecnico di Torino nella valutazione realizzata dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca: da quando, nel 2010, il MIUR ha iniziato ad attribuire la quota premiale di Fondo di Finanziamento Ordinario in base ad una classifica delle performance delle Università, il Politecnico è sempre risultato il primo Ateneo d'Italia. Posizionamento confermato anche dai buoni risultati dell'Ateneo a livello europeo.

Organizzazione:

Il politecnico così come tutti i grandi atenei nazionali e internazionali mostra un'organizzazione assai complessa. Tale complessità è dovuta al grande numero di funzioni che l'ateneo stesso svolge, in primis l'istruzione stessa che incorpora oltre alle tradizionali lezioni frontali, strumenti IT, conferenze seminari e progetti che sempre più spesso coinvolgono attori esterni quali imprese vere e proprie. Seguono poi obiettivi secondari quali promozioni culturali, partnership con aziende e pubbliche amministrazioni. Il politecnico in particolare può vantare un istituto di incubazione presso le quali si appoggiano numerose piccole imprese innovative (startup) in crescita. Molte funzioni che richiedono quindi una grande varietà di attori sia in termini quantitativi (numero) sia in termini qualitativi. A livello organizzazione, presenta una struttura funzionale: si compone quindi di funzioni di lavoro generali e strettamente separate quali:

- Il management: La struttura organizzativa prevede come organi di governo il Rettore, il Senato Accademico e il Consiglio di Amministrazione, come organo di gestione il Direttore Generale e come organi di controllo il Nucleo di Valutazione e il Collegio dei Revisori dei Conti. Sono inoltre previsti un Comitato Unico di Garanzia, un Garante degli Studenti e un Collegio di Disciplina.
- Strutture didattiche: suddivise ulteriormente in 11 dipartimenti
- Strutture scientifiche
- Strutture amministrative: L'amministrazione, a supporto di tutte le attività dell'Ateneo, si compone di aree e servizi, funzionalmente organizzati per ambito di azione.

Tale complessità richiede un modello decisionale decentralizzato: gli organi di governo elaborano direttive generali e linee guida che vengono trasmesse ai livelli inferiori. I riceventi di maggiore interesse per il nostro studio sono i professori, i quali in realtà mantengono una discrezionalità molto alta essendo difficilmente controllabili sia a livello di performance sia a livello decisioni prese nei confronti delle proprie classi. È stato sviluppato un modello che incorpora sia gli attori che gli input del processo stesso e i flussi di vicoli/direttive.

Il modello

È stato prototipato un caso pilota, un primo tentativo quindi per modellizzare l'ateneo dal punto di vista di processo, permettendo così attività di tipo simulativo sul modello stesso. Verranno quindi definiti gli attori, la capacità produttiva, nel nostro caso il corpo docenti, ed infine le materie prime: gli studenti. Dato il livello di complessità, si è scelto di prendere in considerazione solamente alcune parti dell'ecosistema universitario, nel nostro caso la didattica per i corsi triennali e magistrali, tralasciando dunque altre sezioni come ad esempio i dottorati, le collaborazioni con le imprese e con le pubbliche amministrazioni. La significatività e la consistenza di un modello semplificato darebbe in seguito la possibilità di aumentare la complessità del modello e re-includere eventualmente le parti trascurate.

Gli attori

Lo schema semplificato in figura mostra una molteplicità di attori che partecipano al processo formativo oltre agli studenti stessi ed i professori mentre le linee direzionali indicano i flussi di influenze fra le diverse parti:

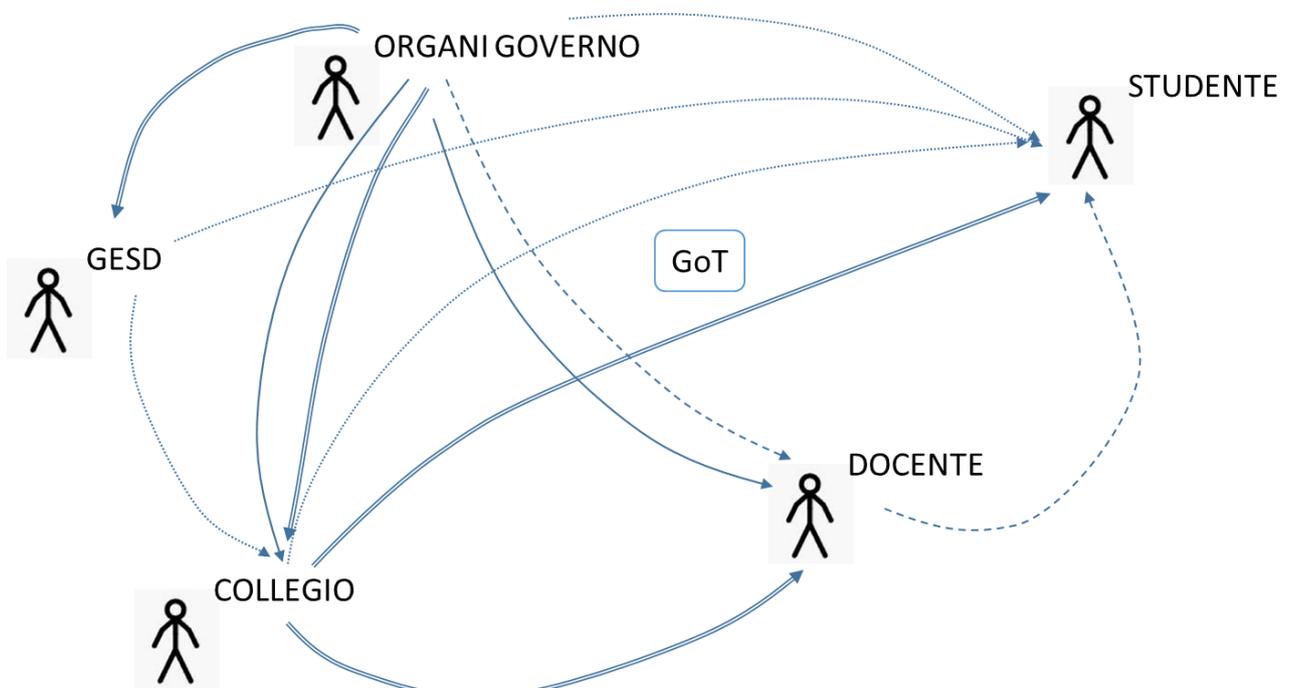


FIGURA 2.1 SCHEMA INFLUENZE E FLUSSI GERARCHICI

-----> Difficoltà esame ———> TIL -----> Orientamento ==> Numero appelli

In realtà in gioco sono presenti molte più variabili: fondamentale è ad esempio la qualità dell'insegnamento di un professore. Il problema però è che questo tipo di variabile è difficilmente misurabile, sia per quanto riguarda l'esecuzione della funzione di insegnamento sia per quanto riguarda la misura dell'effetto generato in uscita. Il successo di uno studente infatti dipende oltre che dall'efficacia della didattica di un certo professore, anche dalle proprie abilità, dal proprio interesse verso la materia in esame o dalle modalità di esame stesse. Per questo motivo, per il momento si è scelto di non considerare tale aspetto.

Dallo schema in figura 2.1, si osserva come allo studente siano rivolti flussi che derivano da diversi attori, ognuno dei quali contribuisce in modo diverso:

- Organi di governo: Sviluppano ed elaborano il TIL sia in termini di difficoltà sia in termini di soglie minime richieste per potersi immatricolare. Definiscono il numero di appelli d'esame per ogni anno accademico, organizzano le attività formative e misurano la qualità dell'insegnamento ex-post.
- GESD: Il gesd è l'organo preposto alla gestione della didattica, le sue attività variano fra mansioni più burocratiche come la definizione degli slack fra le diverse procedure all'organizzazione degli appelli alle attività di orientamento.
- Il Collegio: i Collegi dei Corsi di Studio sono preposti all'organizzazione, gestione, coordinamento e armonizzazione dei Corsi di Laurea e di Laurea Magistrale ad essi affidati
- I docenti: primi e diretti esecutori dell'attività formativa, gestiscono la qualità e la profondità dell'insegnamento, scelgono la difficoltà e le modalità d'esame

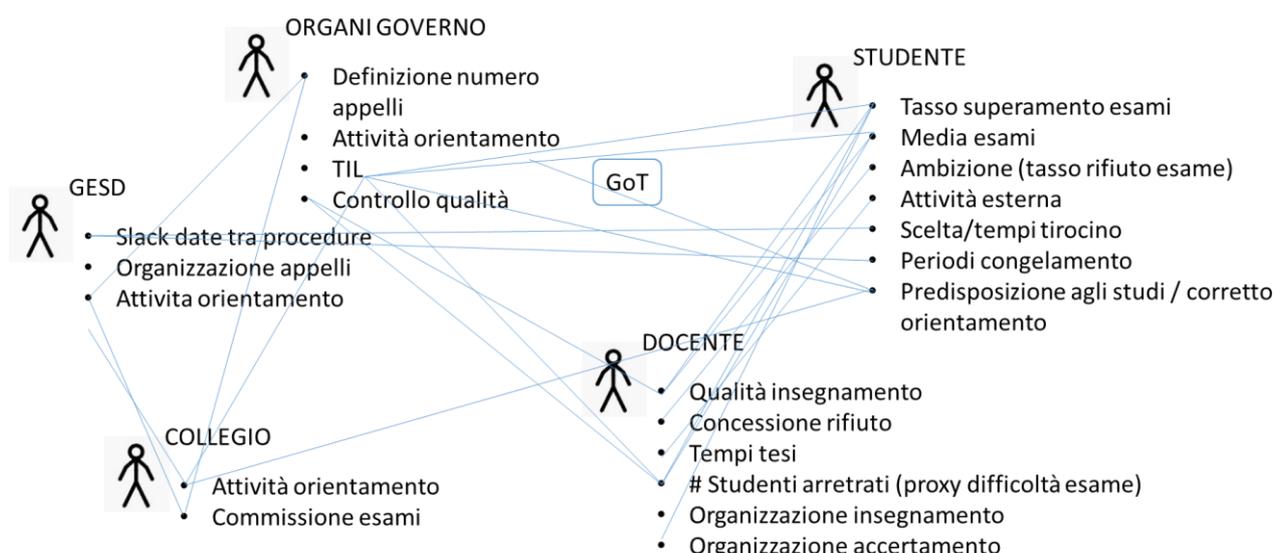


FIGURA 2.2 RELAZIONI FRA VARIABILI DI ATTORI DIFFERENTI

Le linee azzurre in figura XXX indicano le possibili relazioni fra le variabili e ci mostrano quindi quali possono essere le correlazioni fra le diverse variare appartenenti ad attori diversi. Scelto come indicatore il Graduation On Time, si possono quindi ricercare alcune fra le sue determinanti.

Ipotesi e restrizioni del modello

Sono state applicate una serie di restrizioni necessarie per ridurre l'elevata variabilità dovuta alla grande eterogeneità delle attività dell'ateneo:

Il livello ed i corsi:

- Sono state separate laurea di I livello da laurea di II livello: tale scelta è giustificata dalla differenza delle condizioni di accesso ai due livelli: mentre per la triennale è richiesto un titolo superiore ed il test di ingresso, per la magistrale non è previsto un TIL ma sono richieste competenze in termini di esami sostenuti nel livello precedente. In più vi sono esami differenti e si deve considerare anche una diversa maturità dello studente che porta, come si vedrà in seguito, a risultati sensibilmente distanti fra di loro.
- Sono stati separati i corsi di ingegneria e architettura data la completa differenza fra i due indirizzi sia in termini di percorso di studi che regole e vincoli. Sono stati quindi considerati solamente i corsi di ingegneria.
- Sono stati esclusi i record dell'alta scuola politecnica e tutti i corsi sperimentali come (textile ecc)
- Altri punti chiedo al professore

Il database: il database universitario da accesso allo storico di una vasta serie di dati dai primi anni 2000. Tuttavia, negli anni ci sono state riforme e cambiamenti sulle politiche dell'ateneo che hanno o introdotto/eliminato alcune variabili o ne hanno modificato la natura. Tali cambiamenti possono vertere, ad esempio, sull'introduzione nuove modalità di esame, variazione di numero di appelli, la variazione dei requisiti minimi di accesso o la variazione del numero massimo di studenti immatricolabili. Per questo motivo nel modello sviluppato sono stati presi in considerazione i dati dal 2016. Da questa data in avanti infatti sono stati uniformizzati i test di ingresso alla facoltà e la loro struttura (sezioni e struttura delle scale di punteggio) è rimasta invariata fino ad oggi.

I dataset: sono stati eliminati gli outlier. Fra i 12035 studenti presenti in elenco laureati dal 2016 ad oggi a prescindere dall'anno di immatricolazione sono stati filtrati:

- Corsi di laurea con meno di 50 laureati nel periodo considerato con durate anomale di laurea superiore ai 90 mesi.
- Studenti con tempi di laurea superiori a 75 mesi, di fatto il doppio della durata regolare del corso di laurea.
- Filtro sui soli corsi di ingegneria

Il risultato di tale scrematura abbassa il numero di laureati da 12035 a 8925.

In seguito è riportata una breve rappresentazione grafica delle strutture di dataset utilizzate per il modello:

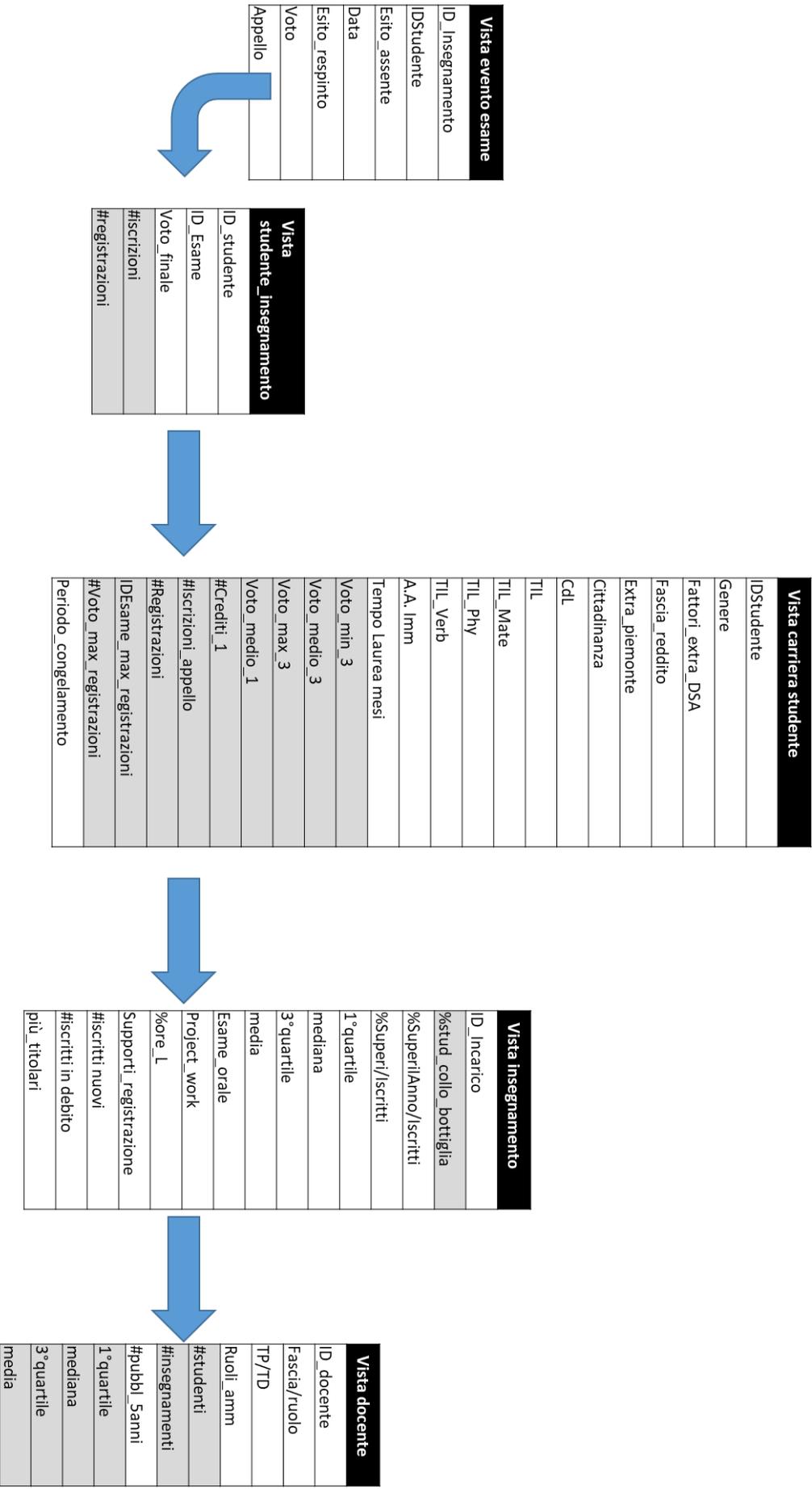


FIGURA 2.3 STRUTTURA SEMPLIFICATA DEL DATABASE DELL'ATENEO

Esplorazione dei dati:

Una trattazione preliminare dei dati ci permette avere una percezione visiva della distribuzione degli studenti secondo diversi aspetti. In particolare, possiamo vedere dai grafici come si distribuiscono mediamente i voti medi per i corsi triennali. Nonostante l'ipotesi fatta circa l'esclusione di alcuni corsi fra i quali architettura, si è proceduto comunque ad inserirli nello stesso grafico così da rendere apprezzare la variazione che essi comporterebbero se inclusi nel modello.

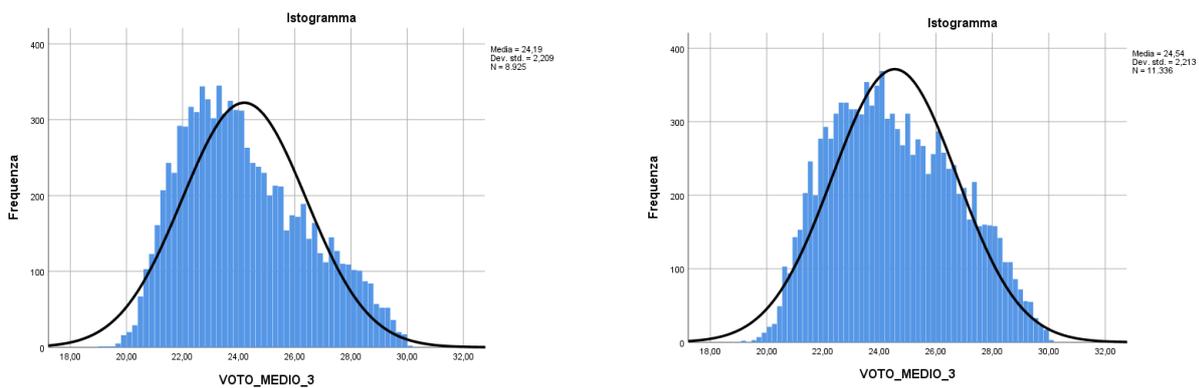


FIGURA 2.4 VOTO MEDIO TRIENNALE INGEGNERIA VS VOTO MEDIO TRIENNALE INGEGNERIA ED ARCHITETTURA

A sinistra i soli corsi di ingegneria e a destra ingegneria e architettura. In termini quantitativi, gli studenti di architettura corrispondono al 20% circa degli studenti totali; nonostante la piccola percentuale è apprezzabile tramite il confronto dei due istogrammi come la quota di architettura influisca sulla distribuzione dei voti, andando ad alzare oltre che di mezzo punto la media, la distribuzione stessa a destra della media. La distribuzione, con approssimazione, è assimilabile ad una distribuzione normale con media 24,19, anche se leggermente spostata verso sinistra. La figura 2.5 mostra invece in che percentuale rispetto agli studenti totali, uno studente si laurea in un certo numero di anni. Il 41% si laurea regolarmente in 3 anni, chi impiega 4 anni è nel 34%. È presente l'«anomalia» di chi impiega 5-6 anni o più, pari al 25%.

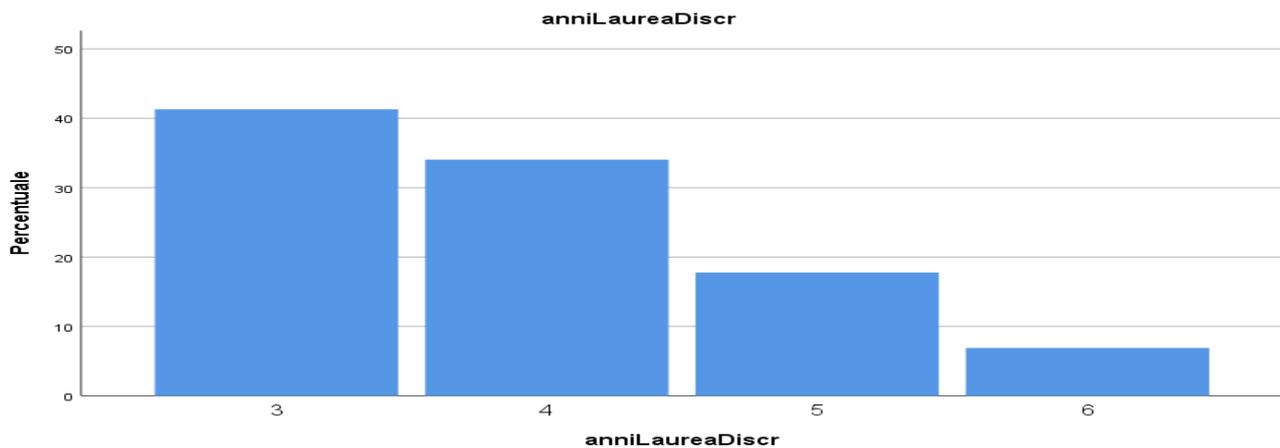


FIGURA 2.5 PERCENTUALE STUDENTI PER ANNI NECESSARI ALLA LAUREA

Quest'ultimo dato gode di una notevole importanza: uno studente su quattro al Politecnico rischia di impiegare il doppio del tempo previsto per laurearsi. Ciò genera oltre ad una serie di costi e svantaggi per lo stesso studente, anche un problema all'ateneo. Studenti ripetenti diminuiscono gli studenti laureati e quindi aumentano sia il numero di studenti per corso, sia il numero di studenti per numero di professori. In letteratura è appurato come i risultati e le performance di una classe siano inversamente proporzionali al numero di studenti. Classi più grandi in aggiunta, oltre che ad un numero maggiore di professori, richiedono anche una riorganizzazione degli spazi fisici interni all'ateneo. L'obiettivo primario quindi potrebbe essere proprio quello di accelerare questo numero di studenti *lenti*.

Uno studio della letteratura ha permesso di identificare le principali categorie di variabili utilizzabili per l'analisi statistica delle performance degli studenti:

Predittori accademici in entrata: Una prima serie di predittori può essere ricercata fra le variabili osservabili all'ingresso degli studenti nel mondo accademico. Ad' esempio quindi il punteggio ottenuto agli esami di maturità presso gli istituti superiori. L' introduzione di tale predittore però porta con se una serie di problematiche: non essendo l'istruzione superiore un processo standardizzabile, punteggi uguali potrebbero provenire da istituti diversi per tipologia di indirizzo di studio (classico scientifico artistico) o per difficoltà. In aggiunta, soprattutto per i primi anni accademici, va presa in considerazione la non definitività della scelta del percorso di studi: ottimi studenti liceali potrebbero aver scelto il percorso universitario sbagliato e quindi ottenere performance basse non per il proprio livello scolastico ma per mancanza di interesse ad esempio.

Una seconda serie di variabili è data dagli scores ottenuti tramite il test d'ingresso della facoltà (TIL). Il TIL del Politecnico di Torino è da un test informatizzato multidisciplinare a risposta multipla che si suddivide in quattro sezioni: Matematica&Fisica, Logica, Disegno e Disegno. Il politecnico registra il tentativo ultimo di tale test, in particolare lo score totale e i parziali per ogni sezione.

Predittori accademici in corso: Il Politecnico di Torino offre svariati indirizzi di ingegneria, ognuno con un proprio percorso formativo. Tuttavia, i corsi del primo anno accademico sono comuni a tutti i corsi di ingegneria, per tale ragione le diverse classi per ogni corso sono organizzate per fasce di cognome e non per appartenenza ad un particolare indirizzo. In questo modo possiamo disporre di una serie di variabili per il nostro modello che non sono affette dai principali difetti derivanti dalla suddivisione in classi aventi caratteristiche differenti fra di loro. Tali variabili sono i crediti ottenuti il primo anno e la media voto dei crediti sostenuti. Infine, anche il numero di registrazioni all'esame collo di bottiglia, ovvero l'esame che lo studente ha dovuto sostenere più volte nella sua carriera, è di particolare interesse per la nostra analisi.

Predittori psicologici: Con variabili psicosociali si intendono tutte quelle variabili che misurano in che modo gli studenti o in generale gli individui si interfacciano con la comunità, nel nostro caso l'ateneo stesso, complessivo quindi di tutti i suoi attori. Un esempio di tali variabili è l'integrazione fra studente ed ateneo. In letteratura questo tipo di variabile ed il suo impatto sulle performance accademiche è stato modellizzato per la prima volta da Vincent Tinto (1975) per poi essere rielaborato e riadattato con l'evoluzione degli atenei negli anni. Una delle principali innovazioni di questo modello è stata l'introduzione dei Dropout, il tasso di abbandono degli studi, la cui trattazione deriva dalla "Teoria dei suicidi" di Durkheim (1961). In accordo con Durkheim, il suicidio avviene maggiormente quando gli individui non si sentono sufficientemente integrati con la società. Nel nostro contesto, se guarda il mondo accademico come una società di valori e strutture, si possono trattare i dropout similmente ai suicidi della società in senso lato.

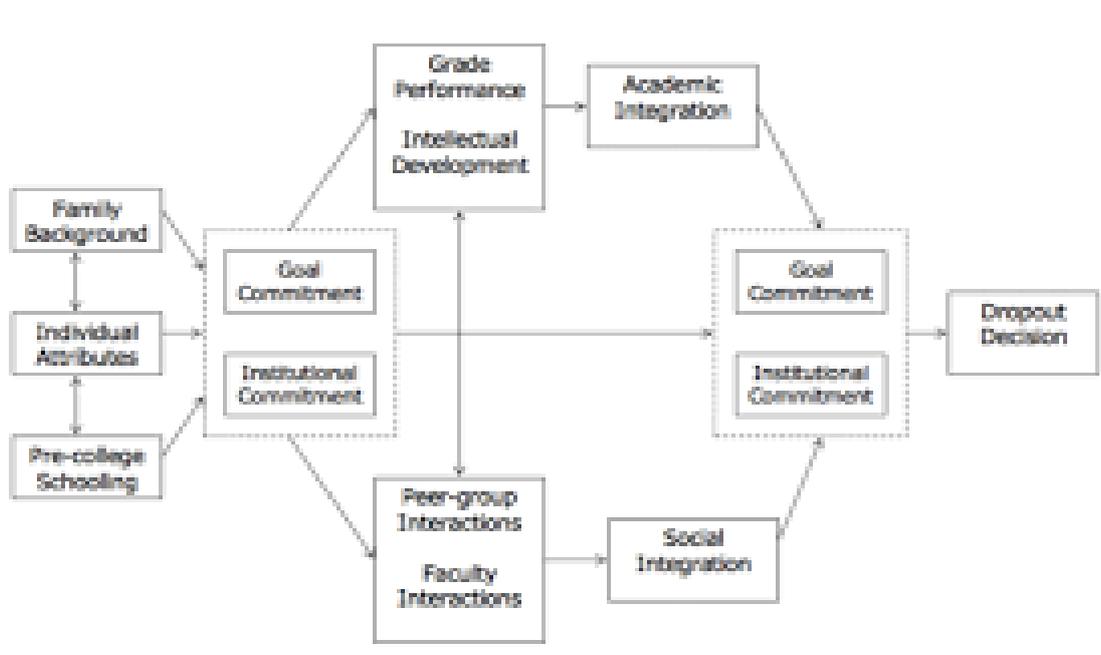


FIGURA 2.6 SCHEMA FATTORI CONTRIBUENTI ALL'INTEGRAZIONE STUDENTESCA ALL'ATENEO

Secondo questo modello, se uno studente non è sufficientemente integrato nell'università, egli svilupperà un impegno basso che porterà risultati inferiori ed un tasso di abbandono più alto. L'impegno e l'interazione dello

studente sono influenzati sia in entrata da una serie di variabili sociali pregresse come situazione familiare, status comunità di residenza ecc. e sia all'interno dell'università stessa dalla struttura dell'ateneo.

In termini di orientamento della carriera, Himelstein (1992) ha mostrato come gli studenti con un chiaro orientamento di carriera ottenessero un GPA (graduate point average) più alto rispetto ed un tasso di ritiro minore dall'università rispetto dai propri colleghi con idee più incerte sul proprio futuro. Infine, sebbene di difficile modellazione matematica, le variabili sulla salute psicologica degli studenti gode di una certa attenzione in letteratura. Lecompte et al., (1983) trovò come gli studenti che manifestassero problemi significativi di ansia all'inizio e durante l'anno accademico ottenessero risultati peggiori rispetto a persone meno ansiose.

Predittori cognitivi: La ricerca di tali predittori ricade in due categorie particolari: studi sulla self efficacy e studi sullo stile attribuito. La convinzione che uno studente ha di ottenere buoni risultati all'interno del proprio percorso accademico sembra predire effettivamente il successo in tale percorso. Lecompte *et al.*, (1983) trovò che l'aspettativa di successo abbia quindi una relazione positiva sia con l'attuale/futuro successo, sia con bassi valori di dropout. Per quanto riguarda lo stile attribuito invece, diversi studi (Peterson e Barrett 1987) hanno esaminato la relazione fra tale stile e le performance accademiche riscontrando una correlazione negativa tra uno stile pessimistico attribuito e la media voti

Predittori demografici: Per questa tipologia di variabili sono stati riscontrati pareri discordanti in materia di letteratura: se da un lato alcuni studi hanno evidenziato la correlazione negativa presente fra età dello studente e performance ottenuto, dall'altro alcuni ricercatori hanno visto nella maggiore età una maggiore maturità dello studente che quindi genera oltre ad un senso di responsabilità più grande anche un più chiaro orientamento del proprio percorso che proprio poco fa abbiamo visto come impatti positivamente sul livello di performance (Clark & Ramsay, 1990). In più le responsabilità lavorative hanno mostrato avere relazioni dirette con il livello di dropout (Pantages and Creedon (1975)): studenti che lavorano più di 15 ore a settimana sono più predisposti ad abbandonare la carriera accademica rispetto ad altri studenti al di sotto di tale soglia

In generale per la costruzione del primo modello sono state tralasciate tutte le variabili non concretamente misurabili, quindi quelle cognitive e psicologiche. Nel momento in cui il modello risultasse efficace si potrebbe in un secondo momento valutare il loro inserimento. Variabili come l'integrazione dello studente all'ateneo non sono direttamente osservabili ma sono necessari strumenti come questionari tali da poterne misurare l'entità.

Il tempo di laurea (TdL)

Con i dati a disposizione, la prima fase per costruire il modello è la ricerca dei determinanti del tempo di laurea. Si è proceduto alla ricerca di correlazione fra il TdL in mesi con le diverse variabili a disposizione:

- Crediti ottenuti il primo anno del percorso di studi(#CREDITI_1)
- Voto medio dei crediti ottenuti al primo anno (VOTO_MEDIO_1)
- Punteggio globale del TIL (TIL_norm)
- Voto medio dei tre anni (VOTO_MEDIO_3)
- Totale registrazioni all'esame collo di bottiglia, inteso come l'esame che ha visto il maggior numero di tentativi prima del suo conseguimento (totale registrazioni)
- Livello economico (livello economico)
- Regione di provenienza (Regioni, assume 1 se studente proviene dal nord Italia, 2 dal centro e 3 dal sud)
- Provenienza (Provenienza.B, 1 se estero, 0 se Italia)

		Correlazioni						
		livello economico	TIL_norm	VOTO_MEDIO_3	VOTO_MEDIO_1	#CREDITI_1	totale registrazioni	mesi laurea
livello economico	Correlazione di Pearson	1	,105**	,093**	,068**	,083**	-,088**	-,074**
	Sign. (a due code)		,000	,000	,000	,000	,000	,000
	N	8925	8178	8925	8834	8925	8925	8925
TIL_norm	Correlazione di Pearson	,105**	1	,538**	,569**	,540**	-,375**	-,384**
	Sign. (a due code)	,000		,000	,000	,000	,000	,000
	N	8178	8178	8178	8122	8178	8178	8178
VOTO_MEDIO_3	Correlazione di Pearson	,093**	,538**	1	,816**	,594**	-,631**	-,621**
	Sign. (a due code)	,000	,000		,000	,000	,000	,000
	N	8925	8178	8925	8834	8925	8925	8925
VOTO_MEDIO_1	Correlazione di Pearson	,068**	,569**	,816**	1	,652**	-,533**	-,574**
	Sign. (a due code)	,000	,000	,000		,000	,000	,000
	N	8834	8122	8834	8834	8834	8834	8834
#CREDITI_1	Correlazione di Pearson	,083**	,540**	,594**	,652**	1	-,545**	-,705**
	Sign. (a due code)	,000	,000	,000	,000		,000	,000
	N	8925	8178	8925	8834	8925	8925	8925
totale registrazioni	Correlazione di Pearson	-,088**	-,375**	-,631**	-,533**	-,545**	1	,609**
	Sign. (a due code)	,000	,000	,000	,000	,000		,000
	N	8925	8178	8925	8834	8925	8925	8925
mesi laurea	Correlazione di Pearson	-,074**	-,384**	-,621**	-,574**	-,705**	,609**	1
	Sign. (a due code)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	8925	8178	8925	8834	8925	8925	8925

** La correlazione è significativa a livello 0,01 (a due code).

TABELLA 2.1 CORRELAZIONI FRA POSSIBILI VARIABILI

Le prime evidenze dalla matrice di correlazione ci portano a fare alcune considerazioni preliminari: in primis non è presente un trade-off tra TdL e media esami (Correlazione negativa), sfatando il rinomato mito secondo

il quale chi si laurea oltre i tre anni lo fa per mantenere voti più alti. C'è una leggera correlazione con il livello economico (chi impiega 3 anni sta economicamente meglio). C'è una fortissima correlazione con le performance al I anno sia in termini di voti che in termini di media. C'è una apprezzabile correlazione con il TIL. C'è una forte correlazione con le ripetizioni dell'esame "collo di bottiglia", quindi maggiore è in numero di tentativi all'esame più volte sostenuto maggiore sarà il TdL. C'è una correlazione significativa ($K-W < 0.05$) con la provenienza. Riassumendo quindi, le performance del primo anno e le ripetizioni dell'esame CdB sembrano essere le principali variabili predittive del nostro modello. Un primo problema tuttavia, emerge se osserviamo le correlazioni fra queste variabili "elette": la correlazione. Media, crediti primo anno e registrazioni CdB risultano essere altamente correlate fra di loro. Ci si trova quindi di fronte ad un possibile modello che presenta fattori spuri che quindi potrebbe perdere una parte considerevole di significatività. Le soluzioni a questo problema sono due:

- Regressione lineare
- Structure equation modeling

Modelli di regressione:

Nel modello di regressione lineare multipla sono stati inseriti come variabili indipendenti #CREDITI _1, #REGISTRAZIONI, VOTO_MEDIO_3, TIL (O ALTRI), Regioni e Provenienza.B; Mesi laurea come variabile dipendente. L'utilizzo di procedure backward, forward o stepwise non ha portato differenze significative nei risultati ottenuti. L'output in figura XX è il risultato di un modello stepwise, modello in cui le variabili indipendenti vengono inserite e tolte successivamente se non apportano cambiamenti rilevanti di predittività del modello.

Coefficienti^a

Modello		Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardizzati		
		B	Errore standard	Beta	t	Sign.
6	(Costante)	59,921	1,228		48,778	,000
	#CREDITI _1	-,354	,008	-,433	-45,649	,000
	#REGISTRAZIONI	,433	,012	,344	36,482	,000
	VOTO_MEDIO_3	-,688	,044	-,159	-15,507	,000
	TIL (O ALTRI)	,106	,012	,075	8,572	,000

Regioni	,336	,076	,035	4,416	,000
Provenienza.B	-,531	,131	-,032	-4,057	,000

a. Variabile dipendente: mesi laurea

TABELLA 2.2 PRIMO MODELLO DI REGRESSIONE MULTIPLA

Riepilogo del modello

Modello	R	R-quadrato	R-quadrato adattato	Errore std. della stima
6	,772 ^f	,596	,596	6,035

TABELLA 2.3 INDICI DI BONTÀ DEL MODELLO

Il modello costruito spiega circa il 60% della variabilità osservata (valore di R-quadro) ed è considerabile come un modello “buono”, quindi accettabile. Osservando meglio la colonna dei coefficienti, si nota come il principale effetto sulla variabile dipendente sia dato dai crediti ottenuti al primo anno. Per ogni credito ottenuto al primo anno, il tempo di laurea si riduce di 10 giorni ($-0,354 \times 30$ giorni): un esame in media corrisponde ad otto crediti che se dato in più al primo anno comporta una riduzione di quasi tre mesi al TdL. Le registrazioni al CdB invece giocano al contrario, ogni registrazione pesa quasi metà mese sul tempo di laurea. Un leggero contributo è dato dalla media dei voti nei tre anni e dalle variabili geografiche. In particolare, più lontana è la regione di provenienza dello studente, più grande sarà il TdL. Per poter confrontare i diversi contributi occorre confrontare il loro valore nella colonna dei coefficienti standardizzati, in quanto il loro contributo è compreso fra 0 ed 1: se non standardizzati, il peso non è rapportato al range di valori che possono assumere. Infatti, mentre la media può variare tra 18 e 30 (range di 12), i crediti al primo anno possono variare fra 0 e 63.

Il TIL, contrariamente a quanto immaginato, non risulta particolarmente significativo e l’influenza appare addirittura negativa. Ciò non deve sorprendere, perché il modello controlla anche altre variabili, correlate al TIL, ma che spiegano meglio la varianza. In pratica, una volta considerata la performance al I anno, il TIL cessa di essere un buon predittore (anzi, appare funzionare funziona al contrario). Il dubbio che deriva è circa l’attendibilità del TIL come predittore del TdL.

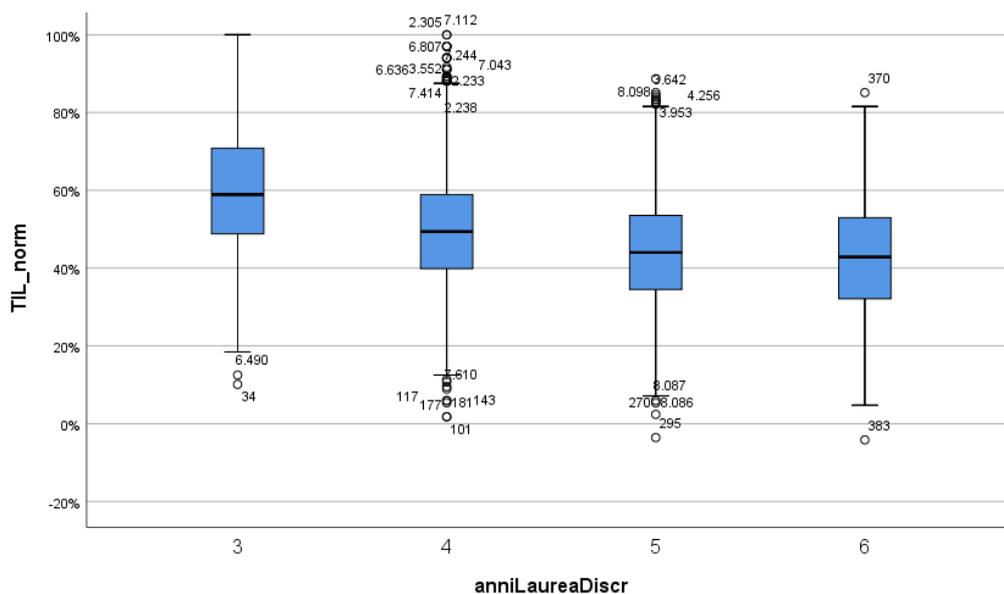


FIGURA 2.7 BOXPLOT FRA ANNI DI LAUREA E PUNTEGGIO DEL TIL

Alcuni boxplot sul TdL discretizzato possono aiutare a rafforzare il concetto. Il TIL fatica a "discriminare" con chiarezza chi impiegherà 3, 4 o più anni. Il numero di crediti conseguiti al I anno appare invece molto più adatto nel "discriminare" chi ha TdL molto alti.

Ripetendo lo stesso modello ma utilizzando invece come variabile dipendente il voto medio alla fine dei tre anni, mantenendo invariate le covariate, si ottiene il seguente output in tabella 2.4:

Coefficienti ^a						
Modello	Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardizzati			
	B	Errore standard	Beta	t	Sign.	
1	(Costante)	15,603	,184		84,697	,000
	#REGISTRAZIONI	-,068	,002	-,235	-30,334	,000
	livello economico	,001	,000	,018	3,106	,002
	TIL (O ALTRI)	,026	,002	,080	11,709	,000
	mesi laurea	-,022	,002	-,095	-12,130	,000
	Regioni	-,005	,013	-,002	-,390	,696
	VOTO_MEDIO_1	,468	,006	,595	76,948	,000

a. Variabile dipendente: VOTO_MEDIO_3

TABELLA 2.4 SECONDO MODELLO DI REGRESSIONE

La prima considerazione da fare riguarda il TIL: in questo caso a differenza di quello precedente, il TIL gioca il ruolo che ci si dovrebbe aspettare: maggiore è il suo valore, maggiore sarà la media dei voti al termine dei tre anni. In pratica, il TIL pare prevedere "quanto è bravo complessivamente" lo studente e non, in senso stretto, quanto tempo impiegherà.

Riepilogo del modello

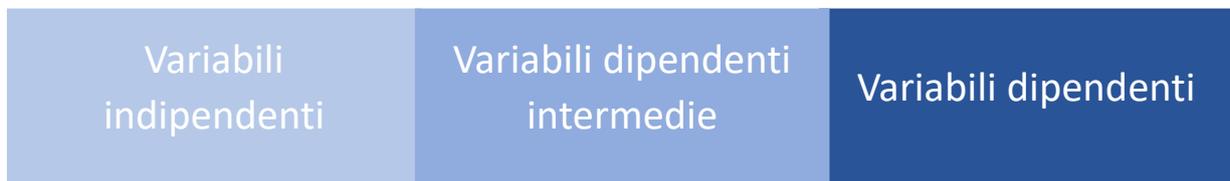
Modello	R	R-quadrato	R-quadrato adattato	Errore std. della stima
1	,858 ^a	,737	,737	1,12778

a. Predittori: (costante), VOTO_MEDIO_1, Regioni, livello economico, #REGISTRAZIONI, TIL (O ALTRI), mesi laurea

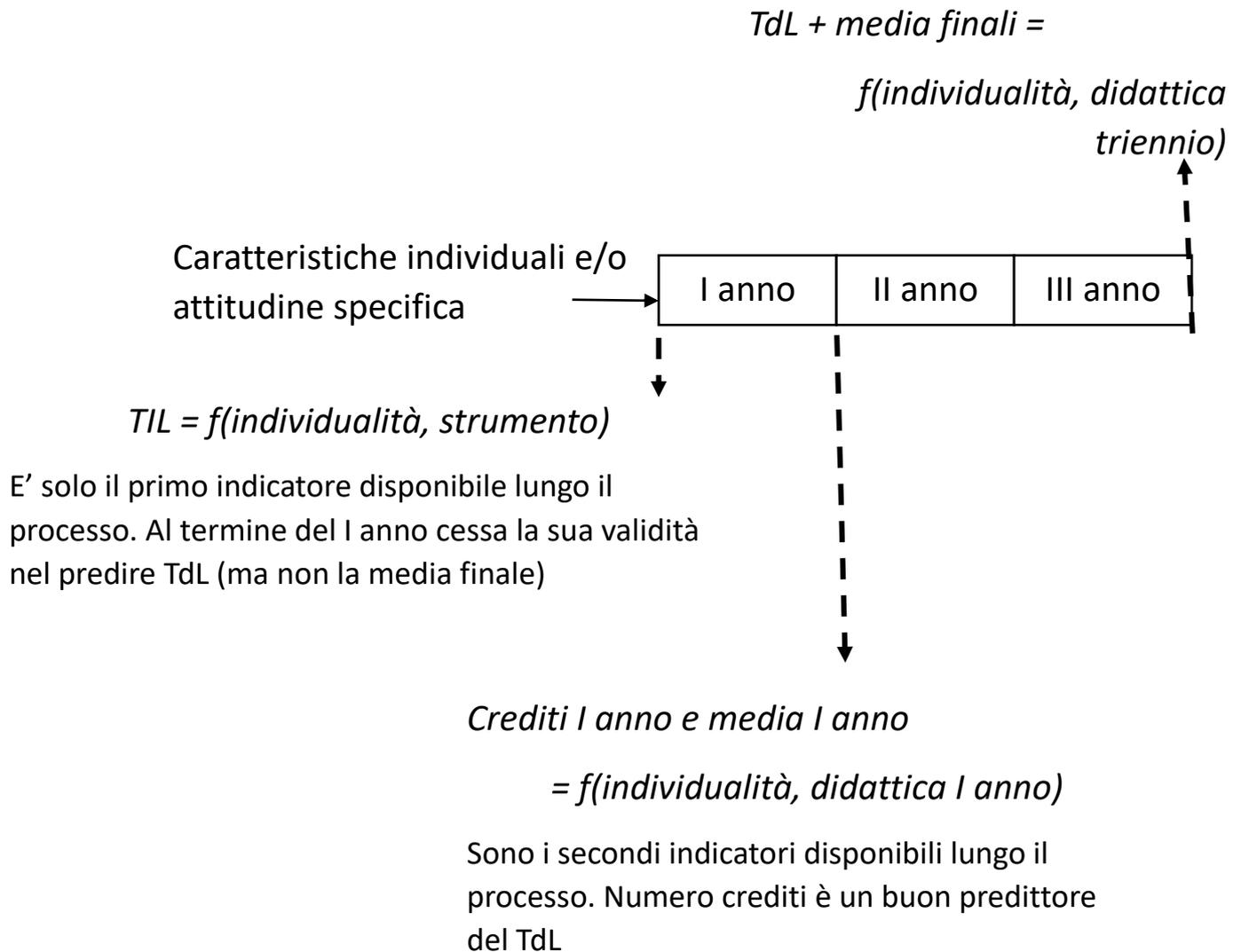
TABELLA 2.5 R² DEL MODELLO

A livello di variabilità spiegata invece, questo modello risulta più esplicativo del precedente con un R-quadro del 73,7%.

Il risultato di questi due modelli è la conferma dell'influenza che hanno le variabili ipotizzate sul tempo di laurea. In particolare, il TdL è influenzato sia da variabili di percorso come i crediti l'anno o il totale delle registrazioni all'esame CdB, sia da variabili in ingresso come la provenienza, il livello economico. Il TIL invece se da un lato mantiene la sua rilevanza come predittore del voto medio al termine dei tre anni, sul TdL sembra perdere di predittività. Un problema non indifferente di questi modelli si riconduce alla covarianza fra le variabili indipendenti. Una delle ipotesi di partenza del metodo dei minimi quadrati richiede la non collinearità perfetta fra le variabili indipendenti, ovvero la covarianza in valore assoluto deve essere diversa da 1. In questo caso le covarianze sono minori di uno ma in alcuni casi assumono valori alti, il che genera alta variabilità nella stima dei coefficienti. Una seconda criticità sta nel concetto espresso da *"Correlation is not causation CTTTTT"*, ovvero che la correlazione non spiega né il nesso, né le dinamiche di causalità fra le variabili (A causa B o B causa A). Per queste due ragioni, si è ricorso alla modellizzazione strutturale di equazioni (SEM): questo procedimento è simile ad un modello di regressione lineare ma aggiunge una seconda dimensione, il tempo, o meglio il rapporto di causalità. L'analisi SEM infatti può essere vista come un modello di regressione a step intermedi dove quindi sono presenti più variabili dipendenti che entrano in gioco in istanti differenti.



In questa maniera le diverse variabili indipendenti entrano in gioco in momenti differenti ma soprattutto il loro contributo diventa apprezzabile coerentemente sulla variabile dipendente ad essi correlata. Grazie a questo strumento si è potuto ipotizzare lo schema sottostante:



Modello SEM1

Nel primo modello sviluppato, le variabili in ingresso come la provenienza ed il TIL causano solamente effetti sulle variabili indipendenti di performance del primo anno (crediti e media) e successivamente solo quest'ultime generano un effetto su TdL e il voto medio nei tre anni. Tale schema è rappresentato in figura XX. Gli archi orientati rappresentano il nesso di casualità fra le variabili indipendenti e le variabili dipendenti (riconoscibili da pallino tondo a loro collegato). Sia per mantenere un impatto visivo migliore, sia per una questione di significatività dei nessi causali fra le variabili, sono stati rimossi alcuni archi.

Rifacendosi allo schema in figura 2.8:

- TIL e Regioni sono variabili indipendenti
- Crediti_1, Voto_MEDIO_1 e REGISTRAZIONI(CdB) invece sono variabili dipendenti intermedie
- Mesi laurea e VOTO_MEDIO_3 sono le variabili dipendenti.

I pesi sugli archi corrispondono ai coefficienti standardizzati di regressione, indicano quindi in che misura varia in percentuale la variabile dipendente ad un aumento della variabile indipendente.

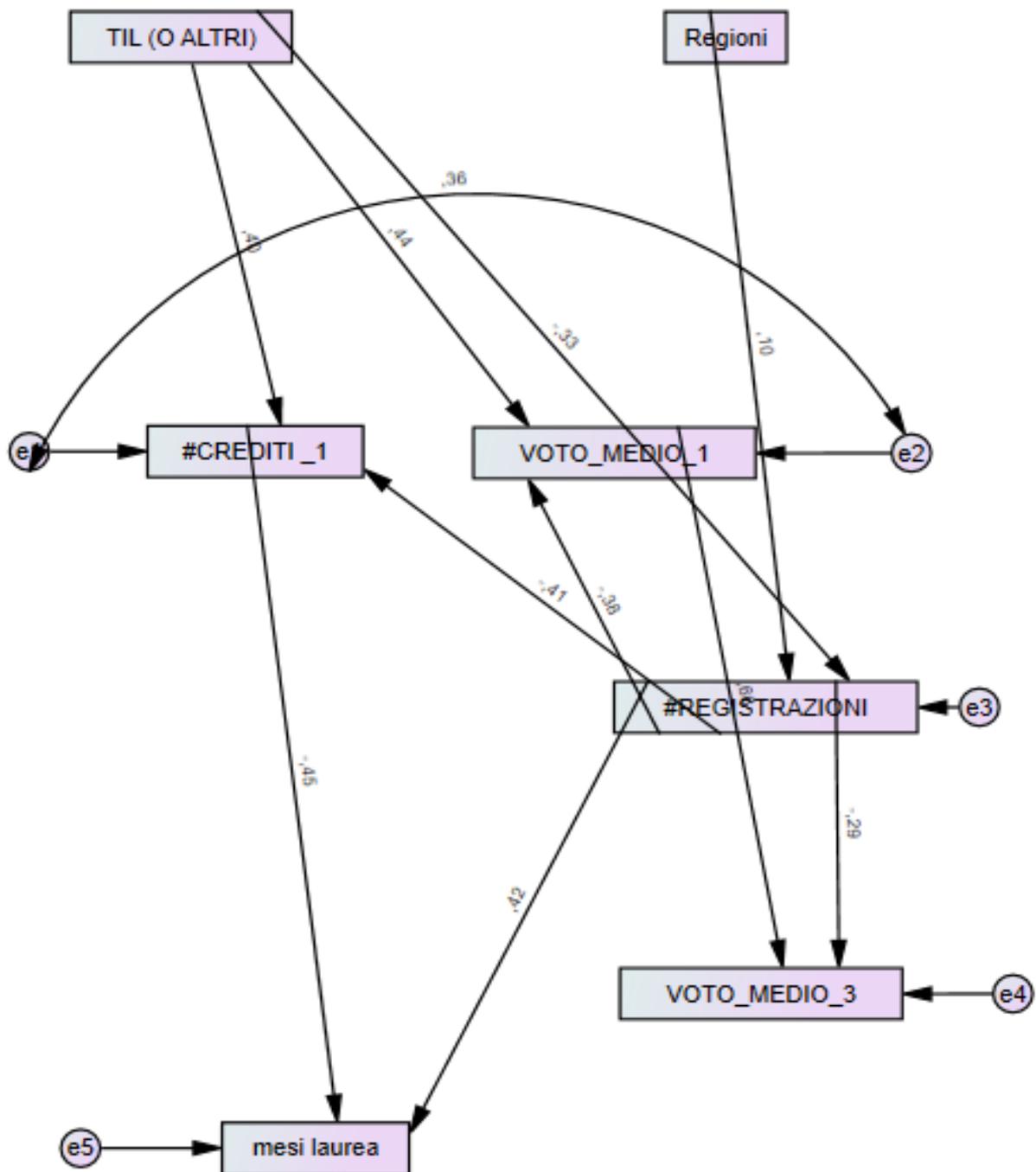


FIGURA 2.8 MODELLO A CASCATA SEM

L'aggiunta di step intermedi aggiunge anche profondità al concetto di effetto causale che passa dall'essere monodimensionale ad avere due componenti: una diretta ed una indiretta. Dalla figura XX vediamo come le due variabili dipendenti intermedie **VOTO_MEDIO_1** e **#CREDITI_1** siano correlate, l'arco che le unisce ha due punte. La loro collinearità fa sì che i percorsi da **#CREDITI_1** a **mesi laurea** siano più di uno. Il primo diretto il secondo invece passa prima tramite l'arco di correlazione a **VOTO_MEDIO_1** e successivamente a **mesi laurea** attraverso **#REGISTRAZIONI**. Questa è la logica della scomposizione degli effetti presenti nella sottostante tabella XXXXX:

Totale	Regioni TILOALTRI @#REGISTRAZIONI @#CREDITI_1 VOTO_MEDIO_1				
@#REGISTRAZIONI	,104	-,334	,000	,000	,000
@#CREDITI_1	-,042	,538	-,408	,000	,000
VOTO_MEDIO_1	-,039	,565	-,376	,000	,000
VOTO_MEDIO_3	-,056	,472	-,540	,000	,663
mesilaurea	,062	-,382	,601	-,452	,000
Indiretto	Regioni TILOALTRI @#REGISTRAZIONI @#CREDITI_1 VOTO_MEDIO_1				
@#REGISTRAZIONI	,000	,000	,000	,000	,000
@#CREDITI_1	-,042	,136	,000	,000	,000
VOTO_MEDIO_1	-,039	,126	,000	,000	,000
VOTO_MEDIO_3	-,056	,472	-,249	,000	,000
mesilaurea	,062	-,382	,184	,000	,000
Diretto	Regioni TILOALTRI @#REGISTRAZIONI @#CREDITI_1 VOTO_MEDIO_1				
@#REGISTRAZIONI	,104	-,334	,000	,000	,000
@#CREDITI_1	,000	,401	-,408	,000	,000
VOTO_MEDIO_1	,000	,440	-,376	,000	,000
VOTO_MEDIO_3	,000	,000	-,291	,000	,663
mesilaurea	,000	,000	,417	-,452	,000

TABELLA 2.6 EFFETTI DIRETTI E INDIRETTI DEI REGRESSORI

Il TIL quindi impatta direttamente sulle performance del primo anno (crediti, media e registrazioni) e solo indirettamente sui mesi di laurea. A differenza del primo modello di regressione, il coefficiente del TIL torna ad avere segno negativo confermando l'ipotesi che chi ottiene un punteggio più alto, avrà più probabilità di laurearsi prima.

Per testare la veridicità di questo modello occorre analizzare le statistiche di fit del modello stesso:

MODEL FIT	RMSEA	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI
Default model	,075	,977	,955	,978	,956	,987
Ref. Values	<0,01	>,95	>,95	>,95	>,95	>,95

TABELLA 2.7 INDICI DI BONTÀ DEL MODELLO

La riga superiore mostra i valori degli indici del modello e sotto i livelli benchmark di riferimento. RMSEA valuta quanto errore si commette nell'approssimare la realtà con il modello proposto. Se l'errore è contenuto, il modello non sarà una fotografia perfetta della realtà ma almeno la approssima sufficientemente bene. In

questo caso si ottiene un RMSEA del 7,5% oltre quindi l'1% di riferimento. Inserendo invece tutti gli archi rimossi per le considerazioni fatte all'inizio del modello, si arriverebbe ad avere un RMSEA di circa 1,8%. Gli indici a seguito, NFI, RFI ecc.. sono indici comparativi che misurano l'adeguatezza del modello rispetto ad un modello nullo in cui si ipotizza che non ci siano relazioni fra le variabili inserite. In questo caso, anche tramite semplificazioni il modello mantiene un buon fit.

Modello SEM2

Con il TIL che torna ad avere la funzione ipotizzata, si è voluto approfondire l'effetto generato dalle sue componenti più rilevanti. Il TIL infatti dal 2016 presenta la seguente struttura:

- 18 quesiti di matematica
- 6 quesiti di comprensione verbale
- 6 quesiti di logica
- 12 quesiti di fisica

Ogni quesito correttamente risposto assegna allo studente 1 punto. Per semplicità e per similitudine in termini di competenze richieste, sono state raggruppate le quattro componenti in due gruppi:

- Matematica&Fisica
- Logica&Cultura, che comprende la parte di logica e comprensione verbale

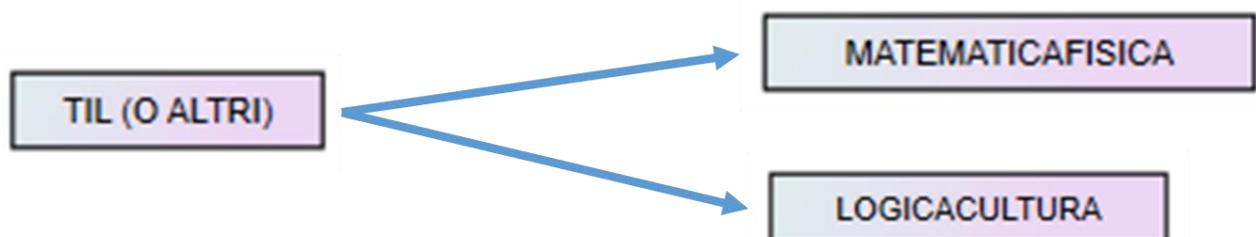


FIGURA 2.9 SCOMPOSIZIONE DEL TIL IN DUE COMPONENTI

È stato quindi utilizzato lo stesso modello precedente ma al posto di inserire il punteggio totale del TIL, sono state tenute distinte le sue due componenti.

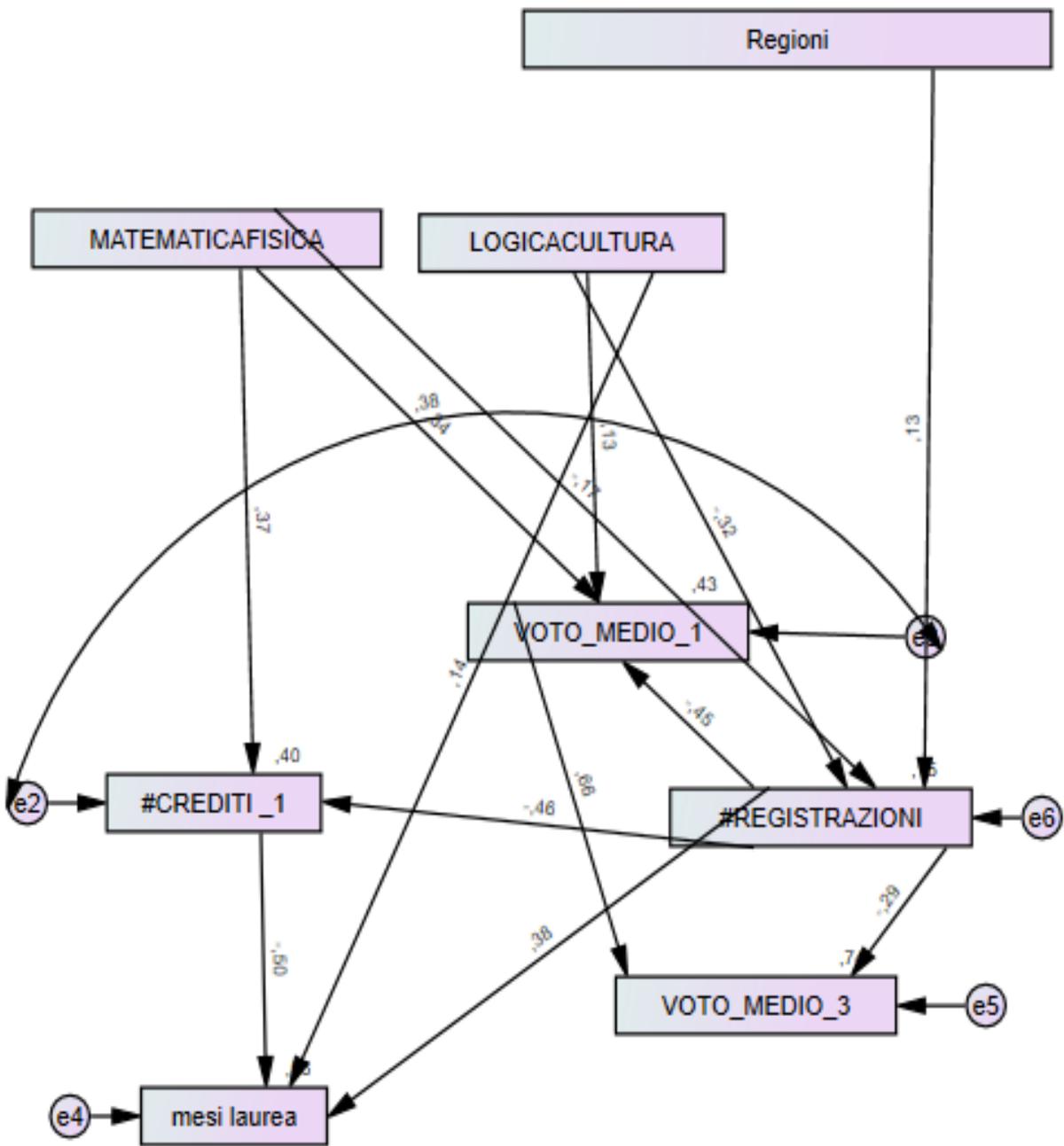


FIGURA 2.10 MODELLO A CASCATA 2 SEM

La matrice degli effetti in figura XXX mostra risultati interessanti:

- LOGICACULTURA impatta direttamente sulle registrazioni del collo di bottiglia (-), ma anche sui mesi di laurea (-).
- MATEMATICAFISICA influenza direttamente i crediti ottenuti (+) al primo anno e le ripetizioni dell'esame collo di bottiglia.

L'interpretazione di questo diverso effetto causale può esser spiegata considerando le diverse competenze richieste per le due parti del TIL. La sezione di matematica e fisica consta di domande specifiche sul tema ed esercizi e quindi rispecchia conoscenze pregresse/attitudine personale in ambito scientifico, e il suo effetto ricade principalmente sulle performance del primo anno in cui si concentrano maggiormente i corsi di matematica e fisica. Lo score in logica e cultura invece, identifica un insieme più ampio di competenze, che produce effetti sul lungo periodo. Uno studente quindi proveniente da licei scientifici e/o tecnologici avrà con una maggiore probabilità la possibilità di ottenere performance migliori al primo anno. L'effetto invece sulle registrazioni e quindi sui mesi di laurea è dato principalmente da logica e cultura.

Totale	Provenienza20IN1OUT2EST	MATEMATICAFISICA	LOGICACULTURA	@#REGISTRAZIONIVOTO_MEDIO_1	@#CREDITI_1	
@#REGISTRAZIONI	,126	-,172	-,316	,000	,000	,000
VOTO_MEDIO_1	-,056	,422	,276	-,450	,000	,000
@#CREDITI_1	-,057	,448	,144	-,456	,000	,000
VOTO_MEDIO_3	-,074	,330	,275	-,589	,663	,000
mesilaurea	,076	-,289	-,053	,607	,000	-,500
Indiretto	Provenienza20IN1OUT2EST	MATEMATICAFISICA	LOGICACULTURA	@#REGISTRAZIONIVOTO_MEDIO_1	@#CREDITI_1	
@#REGISTRAZIONI	,000	,000	,000	,000	,000	,000
VOTO_MEDIO_1	-,056	,077	,142	,000	,000	,000
@#CREDITI_1	-,057	,078	,144	,000	,000	,000
VOTO_MEDIO_3	-,074	,330	,275	-,298	,000	,000
mesilaurea	,076	-,289	-,192	,228	,000	,000
Diretto	Provenienza20IN1OUT2EST	MATEMATICAFISICA	LOGICACULTURA	@#REGISTRAZIONIVOTO_MEDIO_1	@#CREDITI_1	
@#REGISTRAZIONI	,126	-,172	-,316	,000	,000	,000
VOTO_MEDIO_1	,000	,344	,134	-,450	,000	,000
@#CREDITI_1	,000	,369	,000	-,456	,000	,000
VOTO_MEDIO_3	,000	,000	,000	-,291	,663	,000
mesilaurea	,000	,000	,139	,379	,000	-,500

TABELLA 2.8 MATRICE EFFETTI DEI REGRESSORI

Il fit del modello rimane simile a quello precedente, non evidenziando particolari criticità mostrando una buona approssimazione della realtà.

MODEL FIT	RMSEA	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI
Default model	,075	,977	,955	,978	,956	,987
Ref. Values	<0,01	>,95	>,95	>,95	>,95	>,95

TABELLA 2.9 INDICI DI FIT DEL MODELLO

Liceo di Provenienza:

Dopo aver scorporato i punteggi del TIL dal totale e avendo riscontrato che chi ottiene punteggi più elevati nella sezione di matematica&fisica avrà migliori performance al primo anno, è interessante approfondire se vi siano legami fra tale score e magari il titolo di studi di provenienza. Sono stati creati quattro gruppi relativi ai principali indirizzi di istituti superiori ai quali sono state assegnate quattro variabili binarie che assumono il valore 1 se la provenienza è da tale istituto, 0 in altro caso. I risultati sono riportati in figura XXX:

		Correlazioni						
		TIL (O ALTRI)	MATEMATICA FISICA	LOGICACULTURA	Classico	Scientifico	Tecnico	Artistico
TIL (O ALTRI)	Correlazione di Pearson	1	,827**	,458**	-,078**	,244**	-,228**	. ^b
	Sign. (a due code)		,000	,000	,000	,000	,000	.
	N	8102	8102	8102	8102	8102	8102	8102
MATEMATICAFISICA	Correlazione di Pearson	,827**	1	,154**	-,113**	,252**	-,208**	. ^b
	Sign. (a due code)	,000		,000	,000	,000	,000	.
	N	8102	8102	8102	8102	8102	8102	8102
LOGICACULTURA	Correlazione di Pearson	,458**	,154**	1	,008	,038**	-,055**	. ^b
	Sign. (a due code)	,000	,000		,492	,001	,000	.
	N	8102	8102	8102	8102	8102	8102	8102
Classico	Correlazione di Pearson	-,078**	-,113**	,008	1	-,565**	-,112**	. ^b
	Sign. (a due code)	,000	,000	,492		,000	,000	.
	N	8102	8102	8102	8102	8102	8102	8102
Scientifico	Correlazione di Pearson	,244**	,252**	,038**	-,565**	1	-,747**	. ^b
	Sign. (a due code)	,000	,000	,001	,000		,000	.
	N	8102	8102	8102	8102	8102	8102	8102
Tecnico	Correlazione di Pearson	-,228**	-,208**	-,055**	-,112**	-,747**	1	. ^b
	Sign. (a due code)	,000	,000	,000	,000	,000		.
	N	8102	8102	8102	8102	8102	8102	8102
Artistico	Correlazione di Pearson	. ^b	. ^b	. ^b	. ^b	. ^b	. ^b	. ^b
	Sign. (a due code)
	N	8102	8102	8102	8102	8102	8102	8102

** La correlazione è significativa a livello 0,01 (a due code).

b. Calcolo impossibile da eseguire perché almeno una delle variabili è costante.

TABELLA 2.10 MATRICE DI CORRELAZIONE FRA TIL E ISTITUTO SECONDARIO DI PROVENIENZA

- Liceo scientifico: fra le scuole di provenienza, il liceo scientifico mostra il livello di correlazione più alto con le due componenti del TIL; chi proviene quindi da questo indirizzo di studi, ha una maggiore probabilità di ottenere punteggi migliori ai test di ingresso e quindi avrà anche una maggiore possibilità di immatricolarsi. Questi vantaggi, come spiegato dall'analisi sem, si tradurranno in una migliore resa al primo anno di immatricolazione.
- Liceo classico: al contrario dello scientifico, ci sono correlazioni negative significative. Viene sfatato il mito che vedeva gli studenti dei licei classici eccellere nelle sezioni di logica e cultura
- Scuole Tecniche: Negativamente correlate ai punteggi del TIL così come i licei classici ma in misura più consistente

Riassumendo quindi, chi proviene da licei risulta avvantaggiato rispetto a chi arriva da istituti tecnici o artistici sia all'ingresso, per quanto riguarda il TIL, sia in corso per quanto riguarda le performance al primo anno ; in aggiunta l'aver scelto un liceo scientifico porta a scores migliori nella media.

Focus: I docenti

I docenti, riprendendo il parallelismo con il mondo delle imprese, costituiscono la capacità produttiva dell'ateneo. Il loro ruolo è trasmettere conoscenze e amplificare quelle già possedute dagli studenti. A causa della grande variabilità che risiede nella natura stessa dell'insegnamento, presente sia dal lato del docente sia da quello dello studente, non si possono fissare veri e propri standard per quanto riguarda l'output di tale processo. Per verificare l'oggettività dell'insegnamento si è ricercato sia nelle votazioni che nei tassi di superi dei docenti una correlazione con variabili legate ad alcune caratteristiche dei docenti.

Per ogni docente dalla banca dati si è ricavato:

- Media dei voti assegnati
- Percentuali superi in sede d'esame
- Età
- Numero di pubblicazioni negli ultimi cinque anni
- Incarichi didattici assegnati
- Incarichi amministrativi assegnati
- Numerosità media delle classi

Classificazione dei docenti:

I docenti sono stati inseriti in un grafico a dispersione che mette a confronto la percentuale di superi e la media dei voti assegnati.

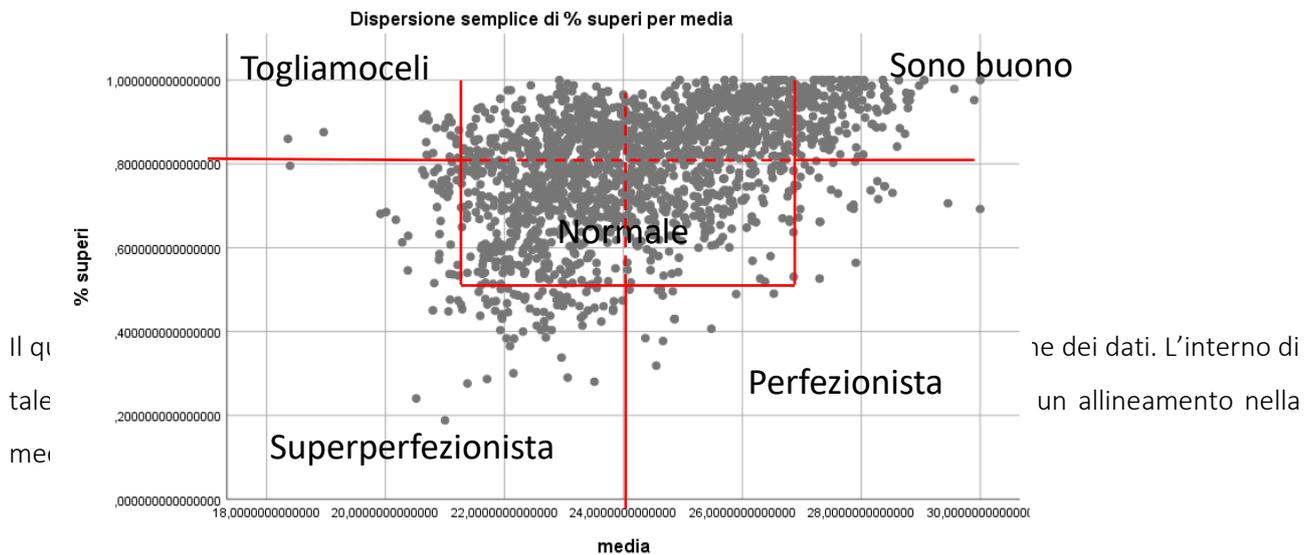


FIGURA 2.11 DIAGRAMMA A DISPERSIONE MEDIA VS %SUPERI

- Superperfezionisti, con media e superi sotto la media dei professori
- Buoni, con media e superi maggiori della media

Per verificare se ci fossero correlazioni con i fattori elencanti precedentemente, sono state effettuate analisi di regressione per ognuna delle cinque popolazioni di docenti. I risultati, sebbene abbiano portato alcune correlazioni, non hanno permesso la costruzione di un modello di regressione che godesse di un livello di significatività accettabile: ogni modello sviluppato infatti riusciva a spiegare solamente una bassissima variabilità osservata nei dati ($R^2 < 20\%$) e contemporaneamente molti delle ipotetiche variabili indipendenti correlate con media e superi sono risultate non significative nel modello.

Di conseguenza si deduce che voti e medie non sono affette se non in misura quasi impercettibile dagli effetti legati alla carriera del docente, dal suo ruolo, dai suoi incarichi o da aspetti anagrafici. La variabilità delle votazioni quindi non va ricercata nei docenti

Riassumendo:

Per il Politecnico di Torino, i tempi di laurea medi per i corsi magistrali risultano molto dilatati rispetto alla norma, oltre il 25% degli studenti iscritti si laureano fuoricorso di almeno due anni. I modelli di regressione e modelli di equazioni strutturali hanno permesso di identificare i fattori che meglio spiegano variazione osservata nei tempi di laurea fra gli studenti: tali fattori sono il TIL, la cui componente di matematica e fisica influisce sulle performance del primo anno mentre quella di logica e cultura impatta sulle registrazioni all'esame collo di bottiglia. Assieme, i risultati del primo anno impattano sul tempo medio di laurea e sulla votazione media finale nei tre anni. Questa distribuzione degli effetti permette quindi di definire le circostanze entro le quali certi indicatori devono essere utilizzati per valutare le performance degli studenti: il TIL ad esempio risulta essere predittivo solamente per i risultati del primo anno accademico ma successivamente lascia posto alle variabili da lui stesso predette nella stima degli effetti sul lungo periodo. Per valutare quindi il tempo di laurea e il voto di uscita bisogna considerare il i risultati ottenuti al primo anno. Il primo anno quindi, ricompre per ogni studente del politecnico un ruolo fondamentale per la propria carriera accademica. In generale, a livello di policy, sono due le possibili leve sulle quali 'ateneo può giocare per migliorare il tempo medio di laurea:

// TIL: variando le soglie minime del TIL richieste per l'immatricolazione si può alzare o abbassare il livello medio degli studenti in ingresso; soglie più alte garantiscono minori studenti ma migliori performance al primo anno. Si ricorda che più sono i crediti sostenuti al primo anno e più alti sono i voti ottenuti, più basso sarà il tempo di laurea finale

Le performance del primo anno: giocando un ruolo chiave, la didattica del primo anno acquista un'importanza sempre più consistente. Potrebbero quindi essere prese in considerazione politiche a sostegno dell'apprendimento al primo anno: esempi potrebbero essere un numero di appelli superiore, attività di tutoraggio amplificate a favore degli studenti o una revisione delle modalità degli esami.

CAPITOLO 3

Lauree magistrali

Lo stesso ragionamento fatto per le lauree triennali è stato applicato anche per gli indirizzi magistrali del Politecnico. Come nel caso precedente, sono stati inclusi nell'analisi solamente i corsi di ingegneria. Un'analisi generale sui tempi di laurea è riportato in figura XX:

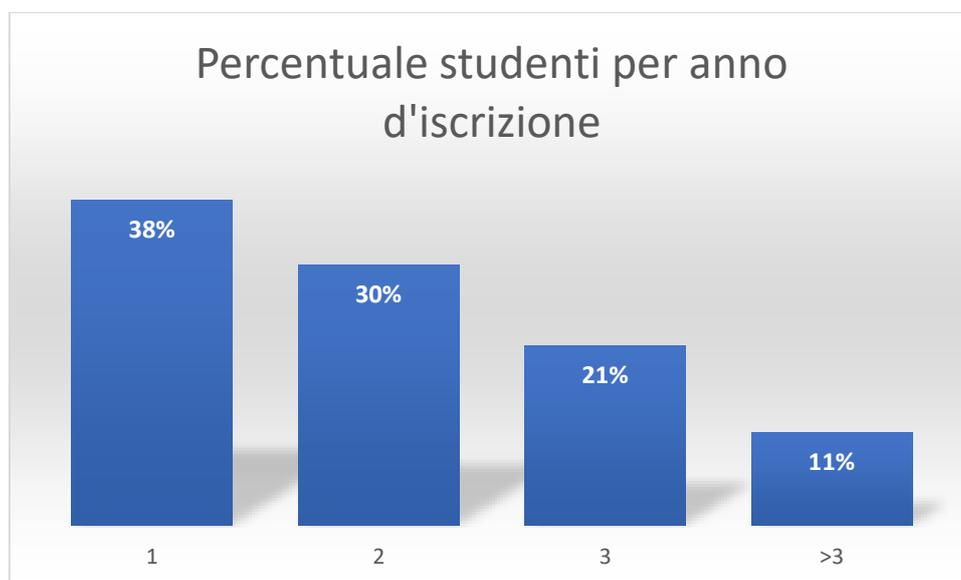


FIGURA 3.1 PERCENTUALE STUDENTI PER ANNO DI ISCRIZIONE

Quasi il 70% degli studenti si laurea entro le normali tempistiche previste per il percorso di studi contro il 40% della triennale, il 21% impiega un anno in aggiuntivo mentre l'11% risulta essere fuoricorso. Nell'ottica di percezione degli investimenti, il Politecnico percepisce un sostegno tale da ricoprire il costo dell'89% degli studenti iscritti, a differenza del 75% dei corsi triennali. In generale quindi, gli studenti iscritti ai corsi magistrali sono maggiormente allineati con i tempi previsti dai corsi di studi. La ragione di tale comportamento può essere attribuita a diversi fattori:

- Gli studenti risultano essere più maturi e quindi si dedicano con maggior impegno ai propri studi
- La didattica dei professori, dato il numero più contenuto delle classi, si traduce più efficacemente a tal punto che media e percentuali superiori degli studenti risultano maggiori
- La maggiore specificità di un indirizzo magistrale rispetto ad uno triennale da la possibilità agli studenti di sfruttare al meglio le proprie passioni e studi. Migliora match fra argomento di studio e interesse personale

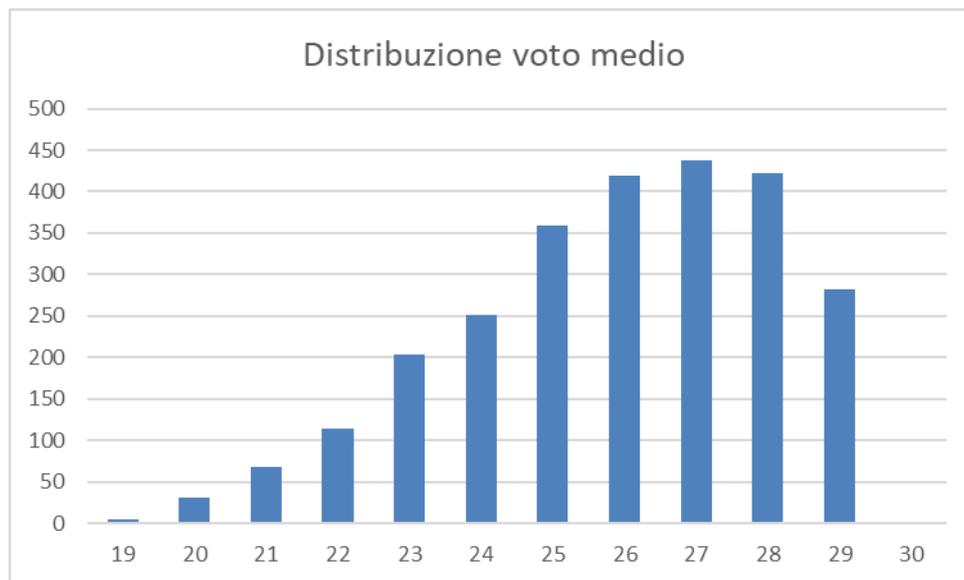


FIGURA 3.2 DISTRIBUZIONE VOTO MEDIO LAUREA MAGISTRALE

I voti medi relativi ai laureati sembrano avere una distribuzione normale opposta a quella della triennale: presentano uno spostamento della media a destra, il cui valore è 25,8 sensibilmente più alto rispetto alla triennale.

Le variabili:

Come variabili sono state prese in considerazione:

- Voto di accesso alla magistrale: si è tenuto conto del voto di laurea precedente all'iscrizione alla magistrale. Tale variabile è assimilabile al TIL con riferimento allo studio precedente.
- Cambio di ateneo: variabile booleana che assume il valore 1 se lo studente proviene da un ateneo differente da quello di iscrizione (valore 1 se gli studenti provengono dal Politecnico).
- Provenienza geografica: quattro variabili booleane che tengono conto della provenienza geografica dello studente, ovvero se proviene dal nord, centro o sud Italia o se invece lo studente proviene da atenei esteri.
- Numerosità della classe: essendoci a volte molta disparità fra la numerosità delle classi dei diversi indirizzi, si è deciso di tenerne conto dei modelli di regressione
- Il genere
- Le registrazioni all'esame collo di bottiglia
- La presenza o meno del tirocinio
- Il genere
- La media e il numero di crediti ottenuti al primo anno di iscrizione

Correlazioni

La matrice di correlazione fra le variabili sopracitate permette di sviluppare alcune considerazioni di partenza prima di addentrarsi nei modelli di regressione:

- Si conferma la correlazione presente anche nello studio sulle lauree triennali che vede una correlazione negativa fra tempo di laurea e media: nuovamente sfatato il mito che affermava che gli studenti che ci mettevano di più a laurearsi fosse dovuto alla ricerca di risultati migliori. Chi mantiene medie alte quindi impiegherà anche meno tempo per terminare gli studi
- Una leggera correlazione negativa fra il cambio di ateneo e la durata del percorso di studi
- La numerosità media delle classi è correlata negativamente con quasi la totalità delle variabili inserite ad eccezione del tempo di laurea. Più le classi saranno frequentate, minori saranno le performance al primo anno e al termine del ciclo di studio, incluse la media e le registrazioni agli esami collo di bottiglia.
- Le registrazioni all'esame CdB (collo di bottiglia) riconfermano la loro negativa influenza sulle performance degli studenti
- La correlazione positiva fra il voto di uscita dal precedente percorso di studi e i voti del percorso magistrale fanno di questa variabile un buon predittore per le performance degli studenti
- Infine, le performance del primo anno, media e numero di crediti ottenuti, confermano il loro legame positivo con il tempo di laurea e la media finale. Tali variabili si può anticipatamente supporre che acquisteranno ancora più importanza e consistenza nei modelli di regressione dal momento in cui la durata del percorso di studi, rispetto al grado precedente, è minore e quindi nel nostro caso rappresenteranno una fotografia che mostra al 50% già l'immagine finale.

Si procede ora con lo sviluppo, in analogia al caso delle laure triennali, di alcuni modelli di regressione lineare che successivamente verranno rivisti e migliorati tramite la structure equation modeling.

Correlazioni

	VOTO_LAUREA	Dummy cambio	Dummy sesso	tentativi	mesi di carriera	Numerosità	voto laurea triennale	media magistrale	media esami a un anno	crediti a una anno
VOTO_LAUREA	1									
Correlazione di Pearson										
Sign. (a due code)										
N										
Dummy cambio										
Correlazione di Pearson										
Sign. (a due code)										
N										
Dummy sesso										
Correlazione di Pearson										
Sign. (a due code)										
N										
tentativi										
Correlazione di Pearson										
Sign. (a due code)										
N										
mesi di carriera										
Correlazione di Pearson										
Sign. (a due code)										
N										
Numerosità										
Correlazione di Pearson										
Sign. (a due code)										
N										
voto laurea triennale										
Correlazione di Pearson										
Sign. (a due code)										
N										
media magistrale										
Correlazione di Pearson										
Sign. (a due code)										
N										
media esami a un anno										
Correlazione di Pearson										
Sign. (a due code)										
N										
crediti a una anno										
Correlazione di Pearson										
Sign. (a due code)										
N										

** La correlazione è significativa a livello 0,01 (a due code).

* La correlazione è significativa a livello 0,05 (a due code).

TABELLA 3.1 MATRICE CORRELAZIONI

Modelli di regressione

Il primo modello di regressione lineare multipla sviluppato presenta come variabile dipendente il voto di laurea e come variabili indipendenti la media del primo anno ed i relativi crediti, il voto di uscita dalla triennale, le ripetizioni dell'esame CdB e la variabile booleana inerente al tirocinio (assume valore 1 se lo studente effettua un tirocinio).

Coefficienti^a

Modello		Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardizzati		Sign.
		B	Errore standard	Beta	t	
1	(Costante)	38,178	,461		82,838	,000
	media esami a un anno	2,463	,017	,792	141,484	,000
2	(Costante)	29,011	,514		56,456	,000
	media esami a un anno	2,135	,019	,687	111,634	,000
	voto laurea triennale	,181	,005	,212	34,439	,000
3	(Costante)	36,030	,558		64,609	,000
	media esami a un anno	2,029	,019	,652	107,236	,000
	voto laurea triennale	,158	,005	,184	30,510	,000
	tentativi	-,890	,032	-,154	-27,932	,000
4	(Costante)	36,167	,553		65,412	,000
	media esami a un anno	1,982	,019	,637	104,160	,000
	voto laurea triennale	,152	,005	,177	29,543	,000
	tentativi	-,769	,033	-,133	-23,528	,000
	crediti a una anno	,036	,002	,081	14,493	,000
5	(Costante)	36,403	,555		65,573	,000
	media esami a un anno	1,983	,019	,638	104,278	,000
	voto laurea triennale	,150	,005	,176	29,240	,000
	tentativi	-,775	,033	-,134	-23,708	,000
	crediti a una anno	,036	,002	,082	14,549	,000
	Dummy tirocin	-,311	,072	-,022	-4,352	,000

a. Variabile dipendente: VOTO_LAUREA

TABELLA 3.2 PRIMO MODELLO DI REGRESSIONE

Le variabili mancanti sono state escluse per mancanza di significatività e il modello di riferimento finale è rappresentato in tabella 3.2 alla voce 5. Mentre il tirocinio impatta negativamente anche se in misura quasi impercettibile, i tentativi all'esame CdB mostrano un effetto ben più marcato: ogni ripetizione aggiuntiva costa allo studente una riduzione di 0,8 punti al voto finale. La media esami del primo anno, per ogni trentesimo, incrementa di quasi due voti il punteggio finale. Il voto della laurea triennale invece presenta un

effetto molto smorzato sul punteggio finale dello studente: un aumento di 10/110 sulla votazione triennale incrementerebbe solamente di 1,5/110 il punteggio in uscita dalla magistrale. L'effetto di questo predittore, sebbene significativo ma contenuto assumerà una maggiore importanza nel predire il tempo di laurea anziché il voto.

5	,829 ^e	,688	,688	3,752
---	-------------------	------	------	-------

Il modello proposto spiega un totale di variabilità pari a circa il 69% della variabilità totale osservata.

Modello 2

Utilizzando tutte le variabili del caso precedente e scambiando il voto di laurea con il tempo di laurea (medi di carriera), si ottiene il modello in tabella 3.3.

7	(Costante)	44,957	1,124		39,981	,000
	crediti a una anno	-,248	,005	-,454	-54,401	,000
	tentativi	1,325	,059	,187	22,512	,000
	Numerosità	-,030	,003	-,087	-11,253	,000
	media esami a un anno	-,408	,035	-,107	-11,640	,000
	voto laurea triennale	,071	,010	,068	6,858	,000
	Dummy cambio	-,819	,151	-,046	-5,439	,000
	Dummy sesso	,658	,140	,035	4,708	,000
a. Variabile dipendente: mesi di carriera						

TABELLA 3.3 SECONDO MODELLO DI REGRESSIONE

Crediti ottenuti al primo anno e la relativa media abbassano il tempo di laurea. Essendo la quasi totalità degli esami dei percorsi magistrali corrispondente a 8 crediti, un esame conseguito in più al primo anno abbassa il TdL di circa 2 mesi. Ogni iscrizione aggiuntiva all'esame CdB costa allo studente 1,3 mesi in più, i maschi implica un'aggiunta di metà mese circa al tempo di laurea mentre gli studenti del Politecnico che proseguono la triennale nel politecnico sembrano avere un vantaggio di quasi un mese. Il modello tuttavia spiega solo in parte (40%) la variabilità osservata che andrebbe quindi incrementata ricercando ulteriori variabili da inserire nel modello.

Analisi SEM

L'analisi SEM, così come per il caso della laurea triennale, ha portato allo sviluppo e l'individuazione dei nessi di causalità fra le differenti variabili:

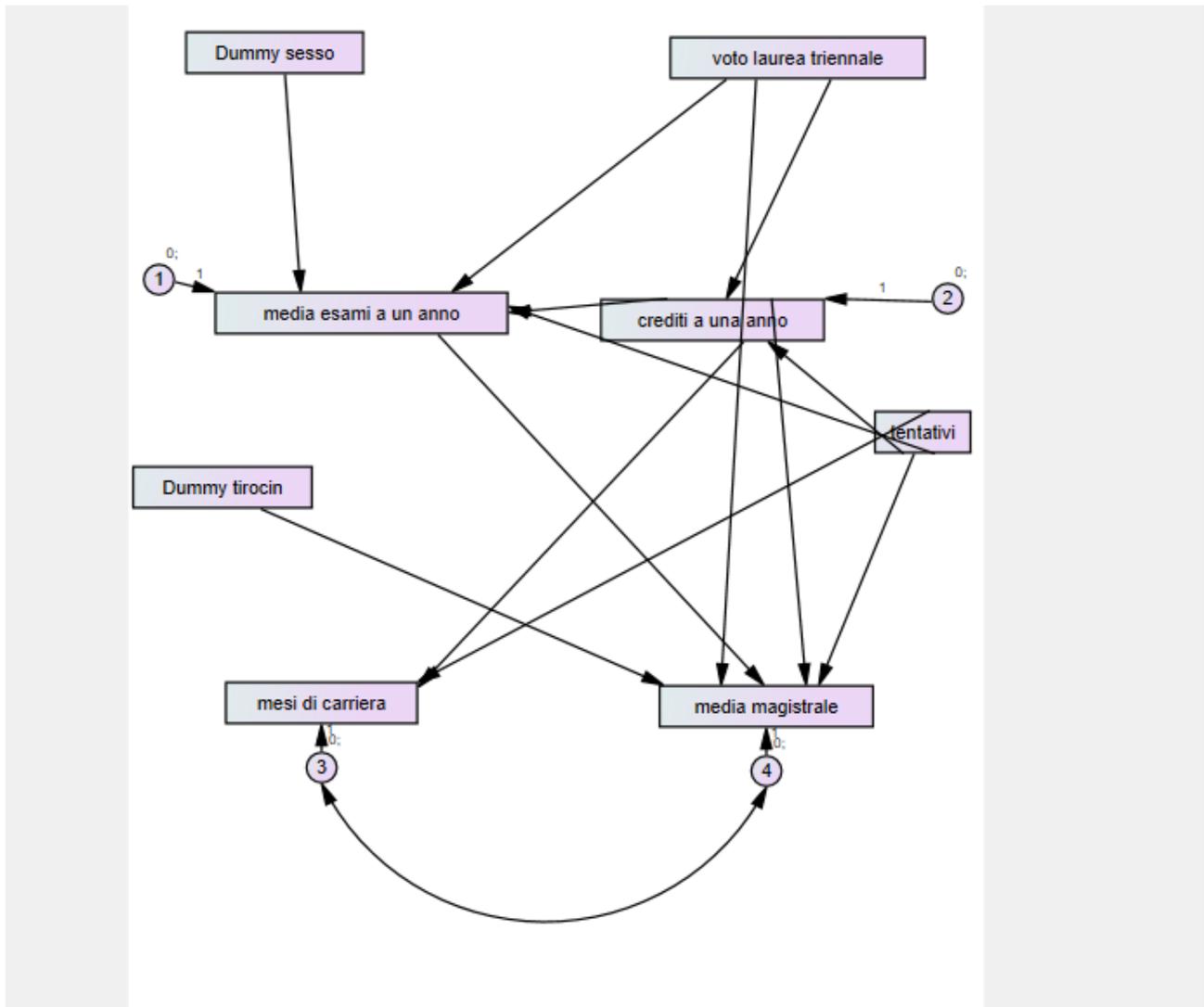


FIGURA 3.3 MODELLO SEM

Le variabili non presenti, come ad esempio la numerosità delle classi, sono state omesse in quanto sono risultate poco significative o con impatti quasi impercettibili sulle variabili dipendenti. Come variabili dipendenti ci sono i mesi di carriera e la media al termine del ciclo di studi, come variabili dipendenti intermedie le performance del primo anno ed infine come variabili indipendenti, le booleane relative al genere, al tirocinio e le variabili identificative del voto di laurea triennale ed i tentativi per l'esame collo di bottiglia.

Total Effects (Group number 1 - Default model)

	tentativi	votolaureatriennale	Dummysesso	creditiunaanno	Dummytirocin	mediaesamiaunanno
creditiunaanno	-3,791	,319	,000	,000	,000	,000
mediaesamiaunanno	-,341	,122	-,161	,022	,000	,000
mediamagistrale	-,458	,123	-,092	,025	-,131	,571
mesidicarriera	2,236	-,106	,036	-,251	,000	-,221

Standardized Total Effects (Group number 1 - Default model)

	tentativi	votolaureatriennale	Dummysesso	creditiunaanno	Dummytirocin	mediaesamiaunanno
creditiunaanno	-,296	,168	,000	,000	,000	,000
mediaesamiaunanno	-,188	,454	-,034	,157	,000	,000
mediamagistrale	-,292	,529	-,022	,205	-,035	,661
mesidicarriera	,318	-,102	,002	-,459	,000	-,057

Direct Effects (Group number 1 - Default model)

	tentativi	votolaureatriennale	Dummysesso	creditiunaanno	Dummytirocin	mediaesamiaunanno
creditiunaanno	-3,791	,319	,000	,000	,000	,000
mediaesamiaunanno	-,257	,115	-,161	,022	,000	,000
mediamagistrale	-,216	,049	,000	,012	-,131	,571
mesidicarriera	1,226	,000	,000	-,247	,000	-,221

Standardized Direct Effects (Group number 1 - Default model)

	tentativi	votolaureatriennale	Dummysesso	creditiunaanno	Dummytirocin	mediaesamiaunanno
creditiunaanno	-,296	,168	,000	,000	,000	,000
mediaesamiaunanno	-,142	,428	-,034	,157	,000	,000
mediamagistrale	-,137	,212	,000	,102	-,035	,661
mesidicarriera	,175	,000	,000	-,450	,000	-,057

Indirect Effects (Group number 1 - Default model)

	tentativi	votolaureatriennale	Dummysesso	creditiunaanno	Dummytirocin	mediaesamiaunanno
creditiunaanno	,000	,000	,000	,000	,000	,000
mediaesamiaunanno	-,084	,007	,000	,000	,000	,000
mediamagistrale	-,242	,074	-,092	,013	,000	,000
mesidicarriera	1,010	-,106	,036	-,005	,000	,000

Standardized Indirect Effects (Group number 1 - Default model)

	tentativi	votolaureatriennale	Dummysesso	creditiunaanno	Dummytirocin	mediaesamiaunanno
creditiunaanno	,000	,000	,000	,000	,000	,000
mediaesamiaunanno	-,046	,026	,000	,000	,000	,000
mediamagistrale	-,154	,317	-,022	,104	,000	,000
mesidicarriera	,144	-,102	,002	-,009	,000	,000

FIGURA 3.4 MATRICE DEGLI EFFETTI

La matrice degli effetti permette di identificare in maniera più precisa agli effetti dei diversi predittori grazie all'inclusione del nesso di causalità:

- I tentativi all'esame collo di bottiglia hanno effetti negativi diretti molto riotti sulle performance del primo anno mentre incidono pesantemente e direttamente sui mesi carriera. Per ogni

registrazione, la carriera viene allungata di circa due mesi. Effetto quindi amplificato rispetto a quello riscontrato tramite i modelli di regressione. Tentativi, presenta un collegamento sia con le prestazioni al primo anno che con quelle finali: la ragione di tale scelta è dovuta al fatto che l'esame collo di bottiglia può trovarsi sia al primo che al secondo anno. Il fatto che l'effetto sia più accentuato sulle performance finali però fa supporre che in generale l'esame collo di bottiglia sia localizzato nel secondo anno di studio.

- Le variabili legate al genere ad al tirocinio mantengono la loro significatività ma il loro effetto diventa quasi impercettibile: esser maschi costa in media 0,2/30 sulla media.
- Il voto della laurea triennale, come per il til, gioca il ruolo di indicatore ex ante, che è in grado di spiegare le prime performance dello studente entrante. Per questo motivo tale variabile ha effetto diretto solamente sulla media e sui crediti del primo anno mentre sul voto e sul tempo finale impatta solamente indirettamente attraverso le variabili che causa.
- Le performance del primo anno ancora una volta si confermano come buoni predittori.

MODEL FIT	RMSEA	NFI	RFI	IFI	TLI	CFI
Default model	0,08	0,937	0,978	0,932	0,945	0,95
Ref. Values	<0,01	>,95	>,95	>,95	>,95	>,95

TABELLA 3.4 FIT DEL MODELLO

Conclusione

La globalizzazione e l'introduzione di strumenti managerialistici nell'istruzione hanno segnato profonde trasformazioni nelle strutture e nei meccanismi interni degli atenei. Il grande flusso di studenti internazionali e la necessità di poter confrontare diversi atenei oltre i confini nazionali ha portato al sempre più stringente bisogno di introdurre metriche di valutazione dei diversi attori formativi. Tali indici portano agli atenei, oltre che un benchmark di riferimento, uno strumento che fotografi l'andamento interno del proprio sistema. L'analisi svolta in questo lavoro di tesi si è focalizzata sul *Graduation on Time*, portando alla luce parte dei meccanismi che generano variabilità nel tempo di laurea degli studenti del Politecnico di Torino. Vi è una diretta analogia fra i corsi magistrali e triennali, i quali, sebbene abbiano natura e target diversi, mostrano macrostrutture simili. I set di indicatori che causano variabilità nel tempo di laurea sono di due tipi: il primo misura la bravura di uno studente *ex-ante*, precedentemente al processo formativo, mentre il secondo ne monitora invece le performance *on the go*. Questa conoscenza genera valore per l'ateneo portando alla luce parte del nesso causale che regola un processo altamente decentrato e non standardizzato: l'istruzione. Sebbene non sia comunque osservabile il processo formativo, l'analisi di alcuni fattori legati a istanti differenti della carriera dello studente può tuttavia generare previsioni accurate sul suo futuro andamento. Tali istanti rappresentano leve che potrebbero ospitare il punto di applicazione di future policy correttive. Un aspetto non analizzato, ma che porterebbe un sensibile miglioramento ai modelli sviluppati, è l'analisi di variabili sociologiche/psicologiche: il grado di integrazione dello studente al proprio ateneo, la capacità dei diversi colleghi di generare una *community* stretta ed attiva composta da studenti, docenti e ricercatori, o ancora fattori come la gestione dell'ansia, un sistema attivo di tutoraggio extra accademico, uno sportello di assistenza efficiente ed efficace ed altri ancora. Essendo variabili non misurabili direttamente e tradizionalmente non misurate in prima battuta dagli atenei stessi, la loro stima richiede un approfondito lavoro di ricerca e modellizzazione.

Sitografia

Politecnico di Torino, <https://www.polito.it/>

Times higher education, www.timeshighereducation.com

Eurostat, <https://ec.europa.eu/eurostat/home?>

OECD Library, <https://www.oecd-ilibrary.org/>

Colpo d'occhio 2020 PoliTo, https://www.polito.it/ateneo/colpodocchio/colpodocchio_2020_low.pdf

Camera dei Deputati, www.temi.camera.it

Ministero dell'Istruzione, Ministero dell'Università e della Ricerca, <https://www.miur.gov.it/finanziamenti1>

Agenzia nazionale di valutazione del sistema universitario e della ricerca, <https://www.anvur.it/attivita/vqr/>

Almalaurea, <https://www.almalaurea.it/>

