

Indicatori di valutazione della qualità della ricerca negli atenei: sensibilità, sostituibilità e capacità discriminatoria¹

Luigi Fabbris*, Michela Gnaldi**

**Università di Padova, **Università di Perugia*

Riassunto. La valutazione della ricerca scientifica è entrata nella più generale valutazione del sistema universitario italiano con indicatori poco espressivi della qualità dei prodotti della ricerca. In questa memoria, si analizzano con metodi statistici alcuni indici derivabili da dati ufficiali sulla ricerca svolta negli atenei, con l'obiettivo di individuare un insieme ristretto di indicatori di quantità e qualità della ricerca in Italia. I criteri di selezione degli indicatori sono la sensibilità degli stessi a modificazioni nell'output della ricerca, la sostituibilità tra indicatori e la capacità di discriminare tra atenei. Gli indicatori possono essere utilizzati in una varietà di casi, dalla programmazione triennale alla determinazione di quote premiali del fondo di finanziamento ordinario, a confronti tra atenei e, per lo stesso ateneo, tra tempi diversi.

Parole chiave: Valutazione della ricerca; Indicatori di misura; Sensibilità; Sostituibilità; Capacità discriminatoria; Sistema universitario italiano.

1. La normativa sulla programmazione e valutazione del sistema universitario italiano

Spetta al Ministero dell'Università e della Ricerca (d'ora in avanti, Ministero o MIUR) definire i principali obiettivi e le strategie di sviluppo del sistema universitario, assicurando a ciascun ateneo una quota sostanziale delle risorse finanziarie necessarie per realizzare i piani definiti dallo stesso nell'ambito dell'autonomia e controllando la coerenza tra gli obiettivi degli atenei e quelli generali del sistema. L'autonomia richiede, quindi, la valutazione dei processi e dei

¹ Il presente lavoro è stato finanziato nell'ambito del progetto "Modelli e metodi per abbinare profili formativi e bisogni di professionalità di comparti del terziario avanzato", cofinanziato dal MIUR. Coordinatore nazionale e del progetto di Padova è L. Fabbris. La nota è stata redatta da: M. Gnaldi per i Paragrafi 1, 2, 4 e 6 e da L. Fabbris per i restanti paragrafi.

prodotti della ricerca di ciascuna università e il confronto con le altre componenti del sistema universitario.

La L. 43/2005² prevede che, a decorrere dal 2006, le università, anche al fine di perseguire obiettivi di efficacia ed efficienza dei servizi offerti, adottino, entro il 30 giugno di ogni anno, programmi triennali coerenti con le linee generali di indirizzo definite con decreto del MIUR. Prevede, inoltre, che i programmi delle università, fatta salva l'autonoma determinazione degli atenei per quanto riguarda il fabbisogno di personale, siano valutati dal Ministero e periodicamente monitorati in conformità a parametri e criteri individuati dal Ministro, avvalendosi del Comitato nazionale per la valutazione del sistema universitario (CNVSU), sentita la Conferenza dei rettori delle università italiane (CRUI). Infine, prevede che dei programmi delle università si tenga conto nella ripartizione del Fondo di Finanziamento Ordinario (FFO) delle università.

Il sistema di programmazione triennale delle attività e dello sviluppo delle università e dell'intero sistema universitario prevede:

- i) la predisposizione delle linee generali di indirizzo definite con decreto del Ministro;
- ii) la predisposizione dei programmi triennali da parte di ciascuna università;
- iii) la valutazione di tali programmi da parte del Ministero;
- iv) il monitoraggio periodico dei programmi delle università sulla base di parametri e criteri individuati dal Ministro;
- v) la predisposizione di una relazione triennale sui risultati della valutazione dei programmi che il Ministro presenta al Parlamento;
- vi) la definizione delle modalità con le quali tener conto dei programmi delle università nella ripartizione del fondo di finanziamento ordinario delle università.

La normativa sulla programmazione del sistema universitario dà dunque impulso alla valutazione del sistema sulla base dei risultati ottenuti, anche ai fini del finanziamento. Per governare il sistema, nella logica dell'autonomia degli atenei e della propensione alla qualità dei servizi pubblici, le attività e gli attori devono essere sistematicamente monitorati e periodicamente valutati.

Nel seguito della nota, si tratta il tema della valutazione della ricerca scientifica svolta nelle università. Dopo un generale inquadramento della valutazione della ricerca nel nostro Paese (Par. 2), si analizza un insieme di indicatori di valutazione della ricerca, le loro caratteristiche metriche e i metodi di

² L. 31 marzo 2005, n. 43 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 gennaio 2005, n. 7, recante disposizioni urgenti per l'università e la ricerca, per i beni e le attività culturali, per il completamento di grandi opere strategiche, per la mobilità dei pubblici dipendenti, nonché per semplificare gli adempimenti relativi a imposte di bollo e tasse di concessione. Sanatoria degli effetti dell'art. 4, comma 1, del DL 29 novembre 2004, n. 280", *Gazzetta Ufficiale* n. 75, 1 aprile 2005.

standardizzazione possibili (Par. 3), le relazioni che esistono tra gli indicatori in termini di sensibilità spaziale (Par. 4), sostituibilità (Par. 5), sensibilità a variazioni temporali (Par. 6) e capacità discriminatoria (Par. 7). Nel Par. 8 si propongono alcune considerazioni di carattere generale per la misura della rilevanza delle attività e dei prodotti della ricerca negli atenei italiani.

2. La valutazione della ricerca universitaria in Italia

La valutazione e il monitoraggio dei programmi delle università implicano la disponibilità di un sistema informativo in grado di rappresentare gli aspetti cruciali della *governance* e le positività e negatività del sistema. Un sistema informativo affidabile e aggiornato costituisce il presupposto necessario per tenere sott'occhio lo stato e la dinamica evolutiva degli atenei. È, quindi, la base per qualsiasi attività valutativa di sistema, anche per il *benchmarking* delle singole unità. Proprio per questo, una parte consistente delle attività del MIUR e del CNVSU è stata finalizzata a definire un quadro informativo ampio, omogeneo e attendibile idoneo a restituire una corretta ed espressiva immagine del sistema universitario italiano.

Il quadro informativo è piuttosto ricco e per ciascuna area di intervento è disponibile una varietà di informazioni ricavabili da diverse fonti di dati espresse sia nella forma di basi di dati di origine amministrativa (tra le altre, la banca dati dell'Offerta formativa, l'Anagrafe studenti, l'Anagrafe dei dottorati, la Rilevazione dei nuclei di valutazione, ecc.) sia di indagini statistiche o rilevazioni qualitative *ad hoc*.

Per il monitoraggio e la valutazione comparativa del sistema, è necessario derivare dalla base informativa un insieme di indicatori (il cosiddetto "cruscotto strategico") suddivisi per area di intervento. Nel seguito, l'analisi si svolge derivando dalla base informativa un numero limitato – idealmente uno solo, ma per alcuni obiettivi più d'uno – di indicatori sintetici capaci di riassumere le caratteristiche del sistema universitario italiano per quanto attiene alla ricerca scientifica.

Nell'ambito della ricerca, le principali fonti di dati in Italia sono:

- *la valutazione dei prodotti della ricerca effettuata dal Comitato di Indirizzo per la Valutazione della Ricerca (CIVR)*. Al CIVR è stata affidata, per legge, l'attuazione del primo esercizio nazionale di Valutazione Triennale della Ricerca, relativo al triennio 2001-2003 (Par. 3). I dati relativi alla valutazione sono scaricabili dal sito <http://vtr2006.cineca.it/>;

- *l'Archivio MIUR-CINECA³ e il Progetto di portale CNVSU*. Dall'Archivio MIUR-CINECA e dal Progetto di portale CNVSU è possibile ricavare dati sui programmi di ricerca d'interesse nazionale (PRIN)⁴, sul numero di ricercatori, assegnisti, dottorandi, personale docente, ecc.

Nel seguito, si concentra l'attenzione sui dati pubblicati dal CIVR. Le unità di analisi sono le 77 Università esaminate nel primo, e per ora unico, esercizio di valutazione nazionale.

3. Indicatori tratti dal primo esercizio di valutazione della ricerca in Italia

Il processo di valutazione triennale della ricerca 2001-2003 mirava alla valutazione della performance scientifica delle allora esistenti 77 università (statali e legalmente riconosciute), dei 12 enti pubblici di ricerca e delle 13 istituzioni private di ricerca. Sono stati valutati i prodotti della ricerca in senso esteso: libri e loro capitoli, inclusi atti di congressi; articoli su riviste; brevetti depositati; progetti, composizioni, disegni e design; performance, mostre ed esposizioni; manufatti e opere d'arte.

La valutazione dei prodotti selezionati è stata affidata alla competenza di vari *panel* d'area, ognuno composto di un numero di valutatori (*panelist*) compreso tra 5 e 17, in ragione della complessità disciplinare dell'area in questione e della numerosità dei prodotti trasmessi. Ogni prodotto è stato valutato da almeno due esperti con riferimento a (i) la qualità scientifica, (ii) la rilevanza, (iii) l'originalità del lavoro e (iv) il potenziale competitivo internazionale. Dei brevetti e delle relative valorizzazioni applicative sono state valutate anche determinate ricadute socio-economiche.

Per ognuno dei quattro criteri, gli esperti hanno formulato un giudizio descrittivo, ma il punteggio di merito (*rating*) di un prodotto è complessivo. Il prodotto è stato definito *eccellente* se si collocava nel 20% superiore della scala di valore condivisa dalla comunità scientifica internazionale, *buono* se si collocava nel segmento 60% - 80%, *accettabile* se nel segmento 40% - 60%, *limitato* se si collocava nel 40% inferiore.

³ CINECA – Consorzio Interuniversitario per il Calcolo Automatico dell'Italia Nord Orientale è un consorzio di 28 università italiane. Gestisce e sviluppa reti e servizi telematici e realizza sistemi informativi per il trattamento di dati.

⁴ Le informazioni sui PRIN riguardano i progetti presentati e quelli finanziati, il cofinanziamento richiesto e quello concesso, il cofinanziamento dell'Ateneo, i ricercatori presentati nel progetto e quelli finanziati, ecc.

Le strutture di ricerca hanno trasmesso al CIVR anche dati sulla mobilità internazionale in entrata e in uscita, sui dottorandi, assegnisti e borsisti *post-doc* e sui finanziamenti di progetti di ricerca derivanti da bandi MIUR, da bandi UE, da altri soggetti e da risorse proprie che, insieme con la valutazione dei prodotti, hanno composto il giudizio finale sulla struttura stessa.

Tabella 1. Variabili e indicatori calcolati dal CIVR per area scientifico-disciplinare

Nome variabile/indicatore	Sigla	Modalità di calcolo
Numero totale prodotti presentati	T	$T = V + \text{Numero prodotti non valutati}$
i. di cui valutati eccellenti	VE	
ii. di cui valutati buoni	VB	
iii. di cui valutati accettabili	VA	
iv. di cui valutati limitati	VL	
v. di cui totale valutati	V	$V = VE + VB + VA + VL$
Percentuale di prodotti eccellenti		$RE\% = 100 VE / V$
Prodotti pesati con la valutazione	W	$W = VE + 0,8VB + 0,6VA + 0,2VL$
Rating dei prodotti	R	$R = W / T$
Qualità dei prodotti selezionati	Q	$Q = R / V$
Grado medio di proprietà dei prodotti		Numero di autori di un ateneo (di prodotti valutati) / Numero complessivo di autori di prodotti
Grado medio di proprietà dei prodotti eccellenti		Numero di autori di un ateneo (di prodotti valutati eccellenti) / Numero di autori di prodotti valutati eccellenti
Finanziamenti totali progetti di ricerca	F	
vi. di cui dal MIUR	FM	
vii. di cui organismi internazionali	FE	
viii. di cui da risorse proprie	FS	
ix. di cui da altri soggetti	FA	
Capacità di attrazione delle risorse		$A = 100(FM/FM_{tot} + FE/FE_{tot} + FA/FA_{tot})/3$
Numero di anni-ricercatore in entrata e in uscita per mobilità internazionale	MI	
Numero di ricercatori in formazione (dottorandi, assegnisti, borsisti post-doc)	NR	

Le attività di valorizzazione applicativa della ricerca nel mondo produttivo e, in modo particolare, dei brevetti depositati nel triennio o attivi al 31 dicembre 2003, erano distinti per luogo di deposito (nazionale e internazionale), ricavi e costi nel

triennio derivanti dalla vendita dei brevetti e delle loro licenze e dalle spese di deposito e gestione, descrizione delle entrate e dei costi finanziari delle attività di trasferimento di conoscenza con l'esterno, derivanti da *spin off* e *partnership* che avevano comportato entrate superiori a 500.000 Euro nel triennio.

Una sinossi delle variabili e degli indicatori proposti dal CIVR sono presentati per ciascun livello di disaggregazione basilare nella nostra analisi: l'area, ottenuta per aggregazione di settori scientifico-disciplinari (SSD) dentro ciascuna struttura di ricerca (Tab. 1) e la struttura di ricerca (Tab. 2).

Tabella 2: Variabili e indicatori calcolati dal CIVR per struttura di ricerca

Nome variabile/indicatore	Sigla	Modalità di calcolo
Numero di ricercatori ETP	RT	
Numero unità personale tecnico-amministrativo	TAE	
Personale tecnico-amministrativo su ricercatori		TAE / RE
Investimenti (migliaia di euro)	I	
Entrate (migliaia di euro), di cui	O	
- da trasferimenti correnti		
- trasferimenti investimenti Stato		
- da alienazioni		
- da prestiti		
- da partite di giro		
Numero di brevetti depositati, di cui valutati	B	
- totale	BV	
- eccellenti	BE	
- buoni	BB	
- accettabili	BA	
- limitati	BL	
Costo totale deposito brevetti (migliaia di euro)	CB	
Numero brevetti depositati estero	BO	
Indice di deposito di brevetti pesato	BW	$BW = B + 1,5 BE$
Numero di brevetti attivi	TB	
Numero di brevetti attivi estero	TO	
Indice di attivazione di brevetti pesato	TBW	$TBW = TB + 1,5 TO$
Ricavi totali dalla vendita brevetti	OB	
Numero di imprese di <i>spin-off</i> attivate	TS	
Numero di <i>partnership</i> attive nel triennio	TP	
Indice di economicità		$E = (OB-CB)/TB$
Indice di valorizzazione applicativa		$AV = (BW+TBW+2*OB+4*TS+2TP) / 10$
Propensione al ringiovanimento ricercatori		
Propensione all'internazionalizzazione		

Un'anomalia di molti indicatori proposti dal CIVR è la loro dipendenza dalla dimensione delle unità statistiche per le quali sono calcolate. Ciò determina una forte inter-correlazione tra questi indici che finiscono così per rappresentare, con piccole variazioni, la stessa grandezza statistica, la dimensione dell'ateneo. Nelle grandi università ci saranno un numero maggiore della media di brevetti depositati, di *spin-off* attivati, di entrate di bilancio ottenute, di prodotti presentati per la valutazione.

La differenza tra gli indicatori assoluti e quelli relativi è dirimente. È il nodo cruciale di questo lavoro che mira a valutare non il numero assoluto di prodotti di qualità per ateneo o per area disciplinare, che estrapola per forza di cose gli atenei di maggiori dimensioni, bensì la capacità individuale di ricercatori e gruppi di ricerca di ottenere risultati di qualità all'interno dell'ateneo o dell'area. La differenza tra il primo approccio per frequenze e il secondo per intensità della ricerca è considerevole. Per esempio, il coefficiente di correlazione tra il numero di prodotti con *impact factor* degli atenei (che è una frequenza assoluta) e la percentuale di prodotti con *impact factor* (la quale prescinde dal numero di prodotti ed è quindi un valore relativo) è solo 0,58 (Tab. 3).

È, pertanto, necessario eliminare l'effetto della dimensione se si vuole capire quanto in relativo, vale a dire ciascun ricercatore, è riuscito a creare valore e qualità con la ricerca svolta.

Relativizzare, in questo contesto analitico, significa eliminare l'effetto "spurio" del numero di ricercatori che operano nelle diverse strutture, trovando indici riferiti al singolo ricercatore. Per standardizzare un indice, si calcola il rapporto percentuale, fatto 100 il valor medio nazionale. Analiticamente, il rapporto standardizzato, I_j^* , per la struttura j -esima ($j=1, \dots, J=77$) è calcolato come segue:

$$I_j^* = 100 \frac{I_j}{I_T}, \quad (1)$$

dove si denota con I_j^* l'indice standardizzato inerente alla struttura j in analisi e con I_T ,

$$I_T = \sum_j^J I_j w_j, \quad (2)$$

il valor medio nazionale dell'indice, dove w_j il peso in ricercatori equivalenti a tempo pieno (ETP) della struttura sul totale nazionale ($\sum_j w_j = 1$).

Per riportare i dati originariamente espressi per area disciplinare, al livello dell'ateneo, si calcola la media aritmetica ponderata dei valori di area, i pesi essendo

i ricercatori ETP⁵ delle varie aree scientifiche. Per il calcolo dell'indicatore I_j per l'ateneo j , la formula della media ponderata è:

$$I_j = \sum_{h=1}^H I_{hj} w_{hj}, \quad (3)$$

dove I_{hj} è il valore dell'indicatore associato dal CIVR all'area disciplinare h ($h=1, \dots, H$) dell'ateneo j ($j=1, \dots, J$) e w_{hj} è il peso in termini di ricercatori ETP dell'area scientifico-disciplinare h nell'ateneo j .

Su ciascun indice standardizzato, un ateneo assume un valore che varia attorno al valor medio nazionale. Il valore dell'ateneo è maggiore di 100 se il fenomeno descritto assume valori più alti di quello medio degli atenei del Paese, è minore di 100 nell'ipotesi di debolezza. Pertanto, a fini di una migliore confrontabilità, gli indicatori espressi in valori assoluti si normalizzano, esprimendoli in relazione al valore medio nazionale 100. Non si eseguono, invece, trasformazioni delle variabili espresse come rapporti di composizione, ossia come rapporti di una parte al tutto, né di quelle che si presentano come tassi, ossia come rapporti tra variabili diverse.

Gli indicatori analizzati in questo lavoro sono i seguenti.

1. *Scoring, o rating, dei prodotti per ricercatore-equivalente.* Il punteggio, variabile tra 0 e 1, è fornito dal CIVR per SSD. Il *rating* dei prodotti è la media aritmetica pesata dei punteggi di merito espressi sui prodotti selezionati: a quelli eccellenti, il CIVR ha dato peso 1, a quelli buoni peso 0,8, a quelli accettabili peso 0,6, a quelli limitati peso 0,2 e a quelli "non valutabili" peso nullo. Così costruito, l'indicatore ha le proprietà di un "numero puro", essendo costretto tra 0, quando tutti i lavori presentati non sono valutabili, e 1, quando tutti i lavori presentati sono valutati come "eccellenti". Valori crescenti dell'indicatore denotano una qualità media crescente dei lavori prodotti da un'area scientifica o da un ateneo. Il *rating* dei prodotti selezionati moltiplicato per il numero di prodotti selezionati è denominato dal CIVR "qualità dei prodotti selezionati". Ai fini delle nostre analisi per ateneo, il *rating* è stato mediato con la formula (2).
- 2, 3. *Numero (nel triennio) di PRIN presentati da 100 ricercatori.* I dati, disponibili per ateneo, sono tratti dall'archivio MIUR-Cineca. Per semplificare l'analisi, i valori degli atenei sono stati standardizzati rapportando il valore di ciascun ateneo a quello nazionale, quest'ultimo posto uguale a 100, tramite la formula (1). In modo analogo è stato calcolato il *Numero di PRIN finanziati ogni 100 ricercatori*.

⁵ Il calcolo dei ricercatori ETP è immediato per le università, dove ogni professore o ricercatore, di ruolo o a contratto al 31 dicembre di ogni anno, pesa 0.5 ETP. Il numero di ricercatori-equivalenti è calcolato in modo diverso per gli enti di ricerca, che sono tuttavia ignorati nella presente nota.

- 4, 5, 6. *Percentuale di prodotti eccellenti in rapporto ai prodotti valutati*. I dati, calcolati su base triennale, sono espressi a livello di area disciplinare e variano tra 0 e 100. Nel riportare l'indicatore di produzione dal livello delle aree disciplinari, livello al quale è stato calcolato dal CIVR, al livello degli atenei, i valori sono stati mediati con il numero di ricercatori equivalenti (formula 2). Allo stesso modo e con le stesse proprietà sono stati calcolati gli indicatori *Percentuale di prodotti giudicati eccellenti e buoni* e quella di *prodotti almeno accettabili*. Quest'ultima percentuale deriva dalla somma delle percentuali dei prodotti valutati eccellenti, buoni e accettabili⁶.
- 7, 8. *Propensione all'apertura*, calcolata come complemento all'unità del "grado di proprietà medio dei prodotti", dato dalla proporzione di autori che appartenevano alla struttura rispetto al totale degli autori dei prodotti del triennio presentati da un ateneo al CIVR. Mira ad indicare la tendenza dei ricercatori della struttura a stabilire rapporti di ricerca e a pubblicare con persone esterne alla struttura stessa. In modo del tutto analogo, ma selezionando i soli prodotti eccellenti, è stata calcolata la variabile *Propensione all'apertura relativamente ai prodotti eccellenti*⁷. Il CIVR ha derivato anche il grado medio di proprietà dei prodotti eccellenti per il numero di prodotti valutati eccellenti, detto "proprietà dei prodotti selezionati".
- 9, 10. *Numero di prodotti con impact factor per ricercatore equivalente*. Il dato fornito dal CIVR riguarda la produzione nel triennio pertinente, distinta per area scientifica. *La percentuale di prodotti con impact factor* può essere calcolata rapportando il numero detto ai prodotti presentati e moltiplicando per 100. La media per ateneo è, pertanto, stata calcolata con la formula (2) e poi è stata relativizzata con la (1) per ricondurre le stime al valor medio nazionale.
- 11,12,13. *Numero dei brevetti attivi al 31 dicembre 2003 ogni 100 ricercatori equivalenti*, distinti secondo che siano stati depositati in ambito nazionale o all'estero. Il dato, fornito dal CIVR, è espresso per struttura di ricerca. Per standardizzarlo sono applicabili sia la formula (2) per eliminare l'effetto del numero variabile di ricercatori equivalenti per struttura, sia la (1) per eliminare l'effetto dell'ordine di grandezza e riportarlo ad una misura variabile attorno a 100. L'indicatore così calcolato varia attorno a 100, il valor medio nazionale. In modo analogo, è calcolabile l'indicatore *Ricavi*

⁶ Si osservi che il totale della percentuale di prodotti eccellenti buoni e accettabili non fa 100 perché sono stati inviati al CIVR anche prodotti giudicati non accettabili.

⁷ Se non ci sono prodotti eccellenti, il grado di proprietà della stessa categoria di prodotti è zero, lo stesso valore che si ha quando ci sono prodotti eccellenti ma il grado di proprietà è nullo.

dalla vendita di brevetti ogni 100 ricercatori, fatto 100 il valor medio nazionale.

14. *Numero di spin-off attivati ogni 100 ricercatori equivalenti.* Il dato, fornito dal CIVR, è espresso per struttura di ricerca. Per standardizzarlo, sono applicabili le formule (1) e (2). Anche questo indicatore, dunque, può essere fatto variare attorno a 100, il valor medio nazionale.
15. *Numero di partnership attivate ogni 100 ricercatori equivalenti.* Il dato, fornito dal CIVR, è espresso per struttura di ricerca. Per standardizzarlo, sono applicabili le formule (1) e (2). L'indicatore varia attorno a 100, il valor medio nazionale.
16. *Scoring dei brevetti per ricercatore-equivalente.* Abbiamo applicato per i brevetti un criterio di calcolo simile a quello suggerito dal CIVR per lo *scoring* dei prodotti scientifici, ponderando il punteggio di merito espresso dai valutatori con i seguenti pesi: 1 per gli "eccellenti", 0,8 per i "buoni", 0,6 per gli "accettabili" e 0,2 per i "limitati". Rapportato ai brevetti valutati, si ottiene un punteggio medio (per struttura e per area) che varia tra 0 e 1, e indica la propensione alla creazione di prodotti brevettabili da parte dei ricercatori appartenenti alla struttura o all'area. Il dato è stato standardizzato in modo da tenere conto sia del numero variabile di ricercatori per struttura e sia del valor medio nazionale. L'indicatore può essere fatto variare attorno a 100, il valor medio nazionale.
17. *Indice di valorizzazione applicativa della ricerca per ricercatore equivalente.* L'indice è stato ottenuto come media aritmetica ponderata del numero di brevetti depositati nel triennio (con peso 1,5 per quelli depositati all'estero), dal numero di brevetti attivi al 31/12/2003 (con peso 1,5 per quelli depositati all'estero), dai ricavi ottenuti dalla vendita di brevetti o loro licenze, dal numero degli *spin-off* attivati nel triennio e dal numero delle *partnership* che hanno originato entrate per la struttura superiori a 500.000 euro. Alle cinque voci, il CIVR ha applicato, rispettivamente, i pesi 1, 1, 2, 4 e 2. L'indicatore può essere fatto variare attorno a 100, il valor medio nazionale.
18. *Propensione al ringiovanimento dei ricercatori in formazione.* La propensione a formare personale qualificato per la ricerca, data dalla media nel triennio del numero di ricercatori in formazione (dottorandi, assegnisti e borsisti post-doc) rapportata a 100 ricercatori equivalenti (comprendenti i ricercatori in formazione, i docenti di ruolo e quelli a contratto). Il dato, calcolabile per area scientifica disciplinare, è ponderato con i ricercatori equivalenti e relativizzato con la formula (1). L'indicatore può essere fatto variare attorno a 100, il valor medio nazionale.
19. *Capacità di attrarre finanziamenti per ricerche ogni 100 ricercatori.* L'ammontare dei finanziamenti per progetti di ricerca provenienti dal MIUR,

dall'Unione Europea e altri organismi internazionali, da altri soggetti (in percentuale rispetto al valore complessivo dell'area scientifico-disciplinare) è fornito dal CIVR è standardizzato con il numero di ricercatori-equivalenti. Per eliminare l'effetto dell'unità di misura monetaria, si fa riferimento al valor medio nazionale. L'indicatore può essere fatto variare attorno a 100, il valore medio nazionale.

20. *Propensione alla internazionalizzazione per 100 ricercatori equivalenti.* L'indice, calcolato dal CIVR anche per area scientifica, è dato dal rapporto tra la somma del numero di anni-persona in cui i ricercatori affiliati alla struttura sono stati in mobilità all'estero (per periodi superiori a tre mesi) e quello dei ricercatori residenti all'estero, trasformati in anni-persona, che hanno operato nella struttura con contratti almeno trimestrali.

4. Variabilità spaziale degli indicatori

Le statistiche rappresentative della distribuzione degli atenei italiani, relativamente ai 20 indicatori presentati nel Par. 3, sono descritte nella Tab. 3. In media, con riferimento al triennio di attività 2001-2003, i 77 atenei italiani, a quel tempo attivi, hanno presentato alla valutazione del CIVR 50 prodotti ogni 100 propri ricercatori⁸. Di questi, il 29,8% è stato giudicato eccellente, un altro 43,2% è stato giudicato buono e un altro 21,1% accettabile. Il rimanente 6% non è stato valutato.

La qualità dei prodotti di ricerca presentati è dunque piuttosto alta. La media dello *score* dei prodotti presentati, secondo l'indicatore ponderato con il criterio soggettivo proposto dal CIVR, è 0,78, rispetto ad un massimo di 1. La variabilità dei punteggi è piuttosto contenuta tra atenei: lo scarto quadratico medio è 0,11, un valore piccolo se rapportato al valore medio. Gli atenei mostrano, infatti, *score* costantemente superiori al 60% del valore massimo ottenibile: il valore minimo è 0,60 per l'Università Jean Monnet di Bari e il massimo è 0,99 per la Sissa di Trieste.

Ciò risente in parte del criterio di selezione locale dei prodotti (possibilità di inviare alla valutazione un prodotto di ricerca ogni 2 ricercatori-equivalenti), ma rispecchia anche l'elevata qualità dei prodotti di ricerca della quasi totalità degli atenei italiani.

Naturalmente, nella generale qualità del lavoro scientifico, ci sono atenei che puntano in modo deciso alla qualità scientifica secondo canoni internazionali, altri si specializzano nella produzione di brevetti, altri ancora svolgono attività scientifiche che producono risultati più divulgativi.

⁸ Complessivamente, sono stati valutati 17.329 prodotti. Quelli trasmessi al CIVR sono stati 18.508 da cui sono stati esclusi 1.178 prodotti identici, presentati da più strutture, e 1 per erronca tipologia.

Oltre alla già citata SISSA, nella quale quasi tutti i lavori di ricerca presentati (il 99% per l'esattezza) sono stati giudicati eccellenti, si trovano nelle prime 10 posizioni della distribuzione del *rating* la Normale di Pisa (*score*: 0,95), l'Istituto San Raffaele di Milano e l'Università di Milano-Bocconi (0,89), l'Università per stranieri di Siena e l'Università di Napoli Orientale (0,87), l'Università di Bolzano (0,86) e altri tre atenei, l'Università di Roma IUSM, l'Università di Trieste e quella di Chieti-Pescara, tutti a quota 0,85.

Per quanto riguarda i brevetti, le università italiane hanno attivato, in media, 5,3 brevetti ogni 100 ricercatori. Di questi brevetti, la maggior parte (74%) è attiva (anche) all'estero. Le situazioni degli atenei sono molto differenti: circa il 40% degli atenei non ha brevetti attivi, circa il 50% ha un numero di brevetti attivi compreso tra 1 e 10 (per 100 ricercatori) e pochi atenei danno dimostrazione di particolare interesse per questo tipo di produzione scientifica, come il Politecnico di Milano con 18 brevetti, l'Istituto Sant'Anna di Pisa con 43 e, sopra tutti, la SISSA di Trieste con 217 brevetti attivi ogni 100 ricercatori nel triennio. La SISSA, da sola, detiene oltre il 50% dei brevetti attivi italiani.

Il valore della SISSA e, in subordine, quello del Sant'Anna di Pisa condizionano in positivo la media nazionale della produttività di brevetti. Se, infatti, si esaminassero a parte questi due atenei, il numero medio di brevetti per 100 ricercatori delle altre 75 università si abbasserebbe drasticamente dagli attuali 5,3 a 1,9 al livello nazionale. La concentrazione della produzione di brevetti in poche università è ancor più evidente se si considera il numero mediano di brevetti per ateneo, che è di 0,79 brevetti attivi ogni 100 ricercatori, un valore considerevolmente inferiore al valore medio.

La qualità dei brevetti, espressa su una scala variabile tra 0 e 1, è più bassa (0,61) di quella di articoli e volumi, però con una grande variabilità tra atenei: molti atenei non hanno presentato alla valutazione alcun brevetto, quindi il loro punteggio è nullo sulla valutazione, altri ne hanno presentati oltre 25 ogni 100 ricercatori e hanno, correlativamente, punteggi elevati.

Ogni 100 ricercatori italiani hanno presentato una media di 8,0 richieste di finanziamento di Prin in tre anni, dei quali 3,0 sono finanziati dal MIUR. La distribuzione di frequenze del numero di Prin finanziati evidenzia situazioni piuttosto differenti a livello nazionale, con alcuni atenei particolarmente virtuosi, sopra tutti il San Raffaele di Milano, e poi la SISSA di Trieste, la LUISS di Roma, la Normale e l'Istituto s. Anna di Pisa.

È di un certo interesse rilevare che, oltre alle poche università che stanno costantemente nelle prime posizioni qualunque indicatore si osservi, come la SISSA, l'Istituto Sant'Anna e la Normale di Pisa, ci sono università come il Politecnico di Milano, il San Raffaele, la Bicocca e la Bocconi di Milano e l'Università di Trento che seguono percorsi specifici nell'ambito della ricerca.

Il San Raffaele ha un'intensità di proposte di ricerca per Prin che supera di oltre cinque volte la media nazionale e quasi di dieci volte la media nazionale dei successi per questo tipo di progetti. L'Università Bocconi, invece, riceve una media di finanziamenti per attività di ricerca di importo pari a quasi 10 volte il valor medio nazionale, mentre si posiziona al settimo posto per Prin finanziati. La LUISS di Roma è ai primi posti nell'assegnazione di finanziamenti per Prin, senza brillare per eccellenza nei prodotti secondo i valutatori reclutati dal CIVR. D'altra parte, l'Università per stranieri di Siena, Napoli orientale, ROMA IUSM e Bolzano riescono ad ottenere alti punteggi sulle valutazioni dei prodotti scientifici, senza essere ai primi posti nell'assegnazione di finanziamenti ministeriali e senza produrre brevetti.

Tabella 3. *Statistiche descrittive delle distribuzioni di frequenza degli atenei⁹, per indicatore (N=77; sqm: scarto quadratico medio)*

<i>Indicatore</i>	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>sqm</i>
Scoring dei prodotti	0,79	0,80	0,04
Ricercatori per ateneo	372,5	234,0	433,4
PRIN presentati per 100 ricercatori	8,01	8,09	2,75
PRIN finanziati per 100 ricercatori	2,95	2,83	1,45
% prodotti eccellenti	30,3	31,6	8,4
% prodotti almeno buoni	75,1	77,1	9,7
% prodotti almeno accettabili	94,6	94,8	3,2
Grado % di apertura	0,25	0,26	0,06
Grado % apertura prodotti eccellenti	0,30	0,32	0,08
% prodotti con <i>impact factor</i> (tra i presentati)	63,1	66,1	12,9
Prodotti con <i>impact factor</i> ogni 100 ricercatori	4,44	3,80	3,29
Brevetti attivi per 100 ricercatori	2,48	1,55	7,59
Brevetti attivi estero per 100 ricercatori	1,19	0,60	6,29
Scoring brevetti	0,61	0,72	0,28
Numero medio <i>spin-off</i> per 100 ricercatori	0,25	0,07	0,49
Numero medio <i>partnership</i> per 100 ricercatori	0,07	0,00	0,26
Indice di valorizzazione applicativa ricerca	0,24	0,10	0,61
Tasso di ringiovanimento	1,27	1,40	0,49
Capacità di finanziamento ricerca (in /000 euro)	8707	6977	6507
Propensione % all'internazionalizzazione	1,85	1,30	2,02

⁹ I valori medi nazionali sono calcolati come medie aritmetiche dei valori di ateneo ponderati con il numero di ricercatori-equivalenti. Analogamente, lo scarto quadratico medio è calcolato come media ponderata degli scarti quadratici.

Il tasso di ringiovanimento dei ricercatori è superiore all'unità nella media nazionale. Il valore 1,27 rilevato nel triennio di applicazione dell'esercizio del CIVR, indica che per ogni 100 ricercatori-equivalenti strutturati sono in formazione 127 giovani. È ben noto che la turbolenza dei giovani sul mercato del lavoro prima dei concorsi per l'immissione nei ruoli universitari è elevata, ragion per cui la più che discreta ampiezza della base per il reclutamento di nuovi ricercatori può ridursi a causa della lentezza dei concorsi. Tuttavia, l'elevata numerosità relativa di giovani interessati ai processi di formazione per la ricerca rende il rinnovamento generazionale dei ricercatori italiani un'ipotesi realizzabile.

5. Sostituibilità degli indicatori: analisi di correlazione e dei fattori

Per capire come sono tra loro sostituibili gli indicatori di capacità di proposta, di produttività e di qualità della produzione scientifica applichiamo prima un'analisi di regressione e poi un'analisi fattoriale degli indicatori per ateneo, avendo cura di calcolare gli indici in modo da essere indipendenti dalla dimensione degli atenei.

La matrice di correlazione (Tab. 4) mostra l'esistenza di correlazioni significative tra le variabili analizzate. La maggior parte delle correlazioni è di segno positivo, in forza della scelta di mantenere un comune verso logico per gli indicatori.

In pochi casi, il coefficiente di correlazione è negativo. Questo è il caso della propensione all'apertura verso ricercatori di altre università nella firma di articoli e di volumi di ricerca. La propensione all'attività di ricerca multicentrica è legata in modo inequivocabile alla presenza di una forte facoltà di medicina. Negli atenei in cui questo tipo di attività di ricerca è consolidato e dà frutti di qualità eccellente, si constata un minor numero di brevetti per ricercatore. La più elevata capacità di brevettazione si registra nelle strutture dove è più importante la presenza delle aree disciplinari tecnico-scientifiche.

La mono-direzionalità degli indicatori è tuttavia incidentale per i nostri scopi. Noi vogliamo capire quali sono gli indicatori che possono sostituire altri di analogo contenuto. L'analisi di correlazione permette già l'individuazione degli indicatori più legati tra loro. Tra gli altri:

- l'entità (relativa) dei Prin finanziati, e non di quelli presentati, è legata alle variabili di risultato, quindi il secondo indicatore, che rimane un indice di attivismo nel reperimento di risorse per la ricerca, è trascurabile per ogni analisi inerente ai prodotti della stessa;
- la propensione a pubblicare assieme ad altri ricercatori indica la tendenza dei ricercatori a collaborare con centri di ricerca esterni

all'ateneo di riferimento. L'apertura verso l'esterno, calcolata come proporzione di ricercatori appartenenti ad atenei diversi da quello di riferimento che operano assieme, tende ad agglomerare nello stesso ambito chi s'interessa dello stesso argomento, così da concentrare gli sforzi e ottenere sinergie. Questo è probabilmente il presupposto che ha guidato il CIVR a proporre come indicatore di buone pratiche di ricerca l'indice di cui si tratta. Tuttavia, non possiamo non notare che l'indicatore assume i valori più elevati negli atenei che hanno presentato al CIVR un maggior numero di prodotti scientifici di area medica, che tipicamente hanno un numero di autori elevato, più frequentemente sono allargati ad ampi gruppi di ricerca e adottano l'*impact factor* come criterio di qualità dei prodotti. Quindi, più che l'apertura verso l'esterno, la propensione all'apertura denota, nel confronto tra atenei, una forte produzione di area medica o scientifica e, in ogni caso, la tendenza a firmare memorie scientifiche da parte di un cospicuo numero di ricercatori. Nelle aree disciplinari nelle quali la distinzione dei lavori scientifici è un criterio di selezione degli stessi in sede di valutazione comparativa, l'indicatore perde d'importanza, anzi può assumere significati distorti, rispetto all'obiettivo per il quale è stato proposto. Pertanto, è ragionevole assegnare all'*impact factor* un ruolo meno centrale di quanto non abbia assegnato il CIVR per valutare la qualità della produzione scientifica negli atenei e nei centri di ricerca italiani. In un'analisi indirizzata a determinare unicamente quantità e qualità della ricerca, il numero e la percentuale di prodotti con *impact factor* possono essere lasciati sullo sfondo.

- La frequenza complessiva di brevetti attivi e quella dei brevetti attivi all'estero sono molto correlate tra loro ($r=0,998$ se l'ateneo è l'unità d'analisi), e si rapportano allo stesso modo con gli altri indicatori di quantità e qualità della ricerca. I coefficienti di correlazione dell'uno e dell'altro indice con i rimanenti indici sono, infatti, praticamente identici. Quindi, per evitare ridondanze, è opportuno utilizzarne uno solo. Analoghe sono le considerazioni per l'indice che misura i ricavi della vendita di prodotti di ricerca, in modo particolare di brevetti, e di *partnership* produttive: il coefficiente di correlazione con quello di attivazione di brevetti all'estero è 0,98. Essendo quello inerente ai brevetti attivi all'estero quasi uguale in quantità e più pregnante degli altri due, in termini di qualità, d'ora in avanti, impiegheremo solo questo indicatore nelle nostre analisi per rappresentare il legame esistente tra la ricerca negli atenei e la produzione di beni e servizi.

- La valorizzazione economica delle applicazioni della ricerca (brevetti, *spin-off* e *partnership*), il cui indice è determinato da una media aritmetica ponderata delle attivazioni dei brevetti e della creazione di imprese e partecipazioni da parte delle università, esprime l'intensità della funzione attiva svolta dagli atenei nella creazione di valore economico tramite la ricerca. Come è facile immaginare, l'indice è molto correlato con le singole componenti che lo determinano ($r=0,96$ con l'indice di attivazione di brevetti all'estero; $r=0,68$ con l'indice di attivazione di *spin-off*; $r=0,80$ con l'indice di attivazione di *partnership*), anche se i pesi assegnati alle quantità che compongono l'indice sono stati determinati dal CIVR in modo affatto arbitrario. Evidentemente, si tratta di quantità così strettamente correlate che finiscono per riprodurre la medesima dimensione, e i pesi, seppure discutibili, hanno un impatto limitato nel determinare il valore relativo di un ateneo rispetto agli altri. Volendo definire criteri di ponderazione finalizzati, si potrebbe fare ricorso a metodi statistici multivariati.
- La propensione a ringiovanire le forze destinate alla ricerca è un indicatore strategico per comprendere le politiche locali a favore della ricerca. Il ringiovanimento è rivolto al futuro, ma ha ricadute anche sui prodotti attuali della ricerca. Non è un caso che il ringiovanimento sia fortemente correlato con la proporzione di prodotti di ricerca valutati come eccellenti ($r=0,45$), con la propensione dei ricercatori a brevettare i propri prodotti di ricerca all'estero ($r=0,75$) e con la propensione dell'ateneo a orientare le energie dei propri ricercatori verso l'estero ($r=0,63$) e verso l'economia locale ($r=0,83$ con l'indice di valorizzazione applicativa). L'indice che misura la propensione degli atenei a ringiovanire il capitale umano destinato alla ricerca resta, tuttavia, un indicatore delle politiche della ricerca di ateneo a se stante, da distinguere rispetto ai comportamenti individuali e di gruppo dei ricercatori che la ricerca la realizzano.

Al fine di determinare quante e quali dimensioni siano latenti negli indicatori per la valutazione della qualità della ricerca si applica l'analisi fattoriale (Fabbris, 1997). Il metodo di analisi mira a determinare il numero e la composizione dei fattori latenti negli indicatori. Gli indicatori sui quali si conduce l'analisi sono 14, trascurando, per i motivi detti sopra, gli indicatori di cui è stata esaminata l'inter-correlazione. Gli indicatori attivi nell'analisi sono:

- *Scoring* dei prodotti,
- Prin finanziati
- Percentuale di prodotti valutati eccellenti,
- Percentuale di prodotti valutati almeno buoni,

Tabella 4. Matrice di correlazione tra indicatori calcolati avendo come unità statistica l'ateneo

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2	0,279																	
3	0,376	0,845																
4	0,807	0,271	0,416															
5	0,862	0,195	0,300	0,657														
6	0,624	0,172	0,135	0,171	0,343													
7	0,226	0,223	0,231	0,229	0,269	0,035												
8	0,149	0,025	0,102	0,240	0,223	-0,125	0,791											
9	0,252	0,480	0,412	0,234	0,203	0,155	0,513	0,420										
10	0,286	0,315	0,254	0,166	0,264	0,241	0,616	0,583	0,575									
11	0,370	0,226	0,206	0,500	0,232	0,125	0,065	0,015	0,250	0,173								
12	0,365	0,226	0,210	0,499	0,228	0,118	0,064	0,008	0,253	0,163	0,998							
13	0,352	0,220	0,193	0,507	0,200	0,104	0,052	0,005	0,271	0,150	0,976	0,973						
14	0,268	0,151	0,135	0,235	0,250	0,137	0,087	0,027	0,064	0,221	0,549	0,558	0,401					
15	0,431	0,197	0,256	0,523	0,315	0,157	0,143	0,041	0,099	0,090	0,632	0,645	0,546	0,562				
16	0,333	-0,007	-0,024	0,246	0,289	0,211	0,098	0,124	-0,129	0,381	0,208	0,179	0,197	0,205	-0,028			
17	0,425	0,239	0,237	0,544	0,288	0,150	0,099	0,023	0,218	0,177	0,959	0,963	0,908	0,677	0,804	0,166		
18	0,378	0,206	0,202	0,451	0,312	0,105	-0,032	-0,143	0,067	0,087	0,744	0,753	0,652	0,688	0,770	0,128	0,831	
19	0,267	0,078	0,073	0,157	0,253	0,170	0,037	0,052	0,334	0,342	-0,013	-0,029	-0,017	0,019	-0,065	0,344	-0,026	0,046
20	0,535	0,286	0,262	0,664	0,349	0,237	0,112	0,101	0,266	0,223	0,881	0,868	0,891	0,367	0,605	0,275	0,849	0,634
																		0,022

1. Scoring dei prodotti; 2. PRIN presentati; 3. PRIN finanziati; 4. Percentuale di prodotti eccellenti; 5. Percentuale prodotti almeno buoni; 6. Perc. prodotti almeno accettabili; 7. Propensione all'apertura all'esterno; 8. Propensione apertura -prodotti eccellenti; 9. Numero prodotti con *impact factor*; 10. Perc. prodotti con *impact factor*; 11. Brevetti attivi; 12. Brevetti attivi estero; 13. Ricavi dalla vendita di brevetti; 14. *Spin-off* attivati; 15. *Partnership* attivate; 16. *Scoring* dei brevetti; 17. Valorizzazione applicativa; 18. Propensione ringiovanimento; 19. Capacità finanziamento per ricerca; 20. Propensione internazionalizzazione.

- Percentuale di prodotti valutati accettabili,
- Percentuale di prodotti con *impact factor*,
- Brevetti attivi all'estero,
- *Spin-off* attivati,
- *Partnership* attivate,
- *Scoring* dei brevetti,
- Indice di valorizzazione economica della ricerca,
- Propensione al ringiovanimento dei ricercatori,
- Capacità dei ricercatori di finanziare le ricerche,
- Propensione dei ricercatori alla internazionalizzazione.

Tabella 5. *Pesi fattoriali e comunanza ricavati dall'analisi di 14 indicatori di qualità della ricerca (n=77 atenei)*

Indicatori	Pesi fattoriali		Comunanza
	1	2	
Scoring dei prodotti	0,375	0,848	0,860
PRIN finanziati	0,246	0,373	0,200
Percentuale di prodotti eccellenti	0,542	0,592	0,644
Percentuale di prodotti almeno buoni	0,257	0,769	0,657
Percentuale di prodotti almeno accettabili	0,067	0,592	0,355
Percentuale prodotti con <i>impact factor</i>	0,059	0,553	0,309
Brevetti attivi estero	0,911	0,090	0,838
<i>Spin-off</i> attivati	0,693	0,084	0,487
<i>Partnership</i> attivate	0,849	0,090	0,729
Indice valorizzazione economica ricerca	0,971	0,116	0,956
Scoring dei brevetti	0,051	0,556	0,312
Tasso di ringiovanimento	0,882	0,087	0,785
Capacità di finanziare la ricerca	-0,157	0,571	0,351
Propensione alla internazionalizzazione	0,804	0,305	0,739

I pesi degli indicatori sui tre fattori principali¹⁰, dopo una rotazione Varimax, sono presentati nella Tab. 5. Se ne ricava che i fattori importanti sono due¹¹: il primo

¹⁰ I primi autovalori della soluzione fattoriale iniziale (non ruotata) sono: 5,93; 2,29; 1,31; 0,94; 0,87; 0,76; 0,63. Dall'analisi del test grafico (*scree test*) è evidente che nei 14 indicatori sono presenti non più di due fattori.

¹¹ Se avessimo inserito nell'analisi fattoriale le variabili relative all'apertura nei confronti di altri studiosi e alla intensità di pubblicazioni con *impact factor* avremmo trovato un terzo fattore determinato prevalentemente da queste ultime variabili.

– più importante quanto a variabilità spiegata¹² – è un indicatore composito di produzione di valore sociale ed economico tramite la ricerca, il secondo si può chiamare di qualità scientifica dei prodotti.

Si è allora nuovamente calcolata l'analisi fattoriale, escludendo i due atenei che dominano la soluzione fattoriale. Dalla nuova soluzione con 75 atenei si evince che un solo fattore principale percorre i 14 indicatori analizzati¹³, tuttavia, per comodità di rappresentazione grafica, si presenta e si descrive anche un secondo fattore. La soluzione ruotata è presentata nella Tab. 7.

- il primo fattore include tutti gli indicatori relativi ai brevetti attivi, agli *spin-off*, alle *partnership* attivate, quindi ad ogni valorizzazione applicativa della ricerca *latu senso*. L'indicatore è molto legato al ringiovanimento del parco dei ricercatori negli atenei e alla propensione all'internazionalizzazione dei docenti e ricercatori. La proporzione di prodotti eccellenti è il solo indicatore di qualità, tra quelli costruiti, mediamente legato a questa dimensione. Gli altri indicatori di qualità dei prodotti, compreso lo *scoring* dei brevetti, sono poco correlati con quelli detti.
- Il secondo fattore indica la valutazione della qualità scientifico-accademica di alcuni prodotti della ricerca da parte dei panel di valutatori. La variabile che più satura il fattore è lo *scoring* dei prodotti valutati, tra cui prevale la categoria dei prodotti buoni, ma è presente in misura quasi uguale al primo fattore la proporzione di prodotti eccellenti. Sono di una certa importanza anche le correlazioni con la proporzione di prodotti con *impact factor* e lo *scoring* dei brevetti, nonché la capacità dei ricercatori di procurarsi finanziamenti.

Gli indicatori che partecipano in maggior misura alla soluzione fattoriale¹⁴ sono, nell'ordine, l'indice di valorizzazione della ricerca, lo *scoring* attribuito dal CIVR ai prodotti della ricerca, i brevetti attivi all'estero per ricercatore e il tasso di ringiovanimento degli atenei. Gli indicatori meno rilevanti per la determinazione della soluzione, che esprimono pertanto concetti a se stanti, sono i Prin finanziati per ricercatore, la percentuale di prodotti con *impact factor* e lo *scoring* dei brevetti.

¹² La varianza spiegata da un fattore è un indicatore della sua importanza. Tuttavia, è noto (Fabbris, 1997), che la varianza spiegata di fattori dipende anche dal numero di indicatori della stessa categoria concettuale inseriti nell'analisi.

¹³ I primi autovalori della soluzione fattoriale iniziale (non ruotata) sono: 4,56; 1,95; 1,88; 0,99; 0,99; 0,88; 0,86; 0,80. Lo scree test indica la presenza di un solo fattore principale. È plausibile aggiungere alla soluzione fattoriale anche un secondo e un terzo fattore. Dopo la rotazione, il primo fattore ha autovalore 4,99 e il secondo 3,23.

¹⁴ Il grado di partecipazione di un indicatore alla soluzione fattoriale è misurato dalla comunanza (ultima colonna di Tab. 5). La comunanza varia tra 0 e 1 ed è tanto più grande quanto più gli indicatori sono correlati ai fattori della soluzione.

Tabella 6. Punteggi fattoriali ottenuti analizzando 14 indicatori di qualità e quantità della ricerca di 77 università

<i>Università</i>	<i>I fattore</i>	<i>II fattore</i>
Bari	-0,298	0,020
Bari Politecnico	-0,199	-0,517
Basilicata	-0,371	0,287
Bergamo	-0,200	-0,144
Bologna	-0,312	0,968
Bolzano	-0,399	0,369
Brescia	0,071	0,339
Cagliari	-0,178	-0,302
Calabria	0,057	-0,476
Camerino	-0,357	0,229
Carlo Cattaneo	-0,195	-0,577
Cassino	-0,257	-1,137
Catania	-0,214	-0,668
Catanzaro	-0,246	-0,504
Chieti Pescara	-0,354	0,988
Ferrara	0,384	0,592
Firenze	-0,227	0,275
Foggia	-0,115	-1,305
Genova	-0,229	0,779
Insubria	-0,301	0,381
L'Aquila	-0,296	0,181
LUM Jean Monnet	-0,289	-2,719
Macerata	0,324	-1,243
Marche Politecnico	0,220	-0,308
Messina	-0,436	-0,728
Milano	-0,433	1,467
Milano Bicocca	0,143	0,847
Milano IULM	0,113	-0,682
Milano San Raffaele	-0,139	2,089
Milano Bocconi	-0,659	2,323
Milano Cattolica	-0,623	0,943
Milano Politecnico	-0,215	0,908
Modena Reggio Emilia	-0,423	0,803
Molise	-0,309	-0,087
Napoli Federico II	-0,520	0,840

<i>Università (segue)</i>	<i>I fattore</i>	<i>II fattore</i>
Napoli Parthenope	-0,031	-2,510
Napoli Suor Orsola	-0,134	-1,799
Napoli Università	-0,201	-0,281
Padova	-0,215	1,159
Palermo	-0,291	-0,830
Parma	-0,429	0,321
Pavia	-0,206	1,009
Perugia	-0,275	0,264
Perugia Stranieri	-0,334	-0,359
Piemonte Orientale	0,077	0,610
Pisa	-0,141	0,892
Pisa Normale	2,154	0,790
Pisa S Anna	3,596	-0,900
Reggio Calabria	-0,108	-1,265
Roma Campus Biomedico	-0,446	-0,672
Roma IUSM	-0,060	0,640
Roma LUISS	0,240	-2,175
Roma LUMSA	-0,104	-1,163
Roma Pio V	-0,272	-1,828
Roma Sapienza	-0,698	1,157
Roma Tor Vergata	-0,211	0,700
Roma Tre	-0,229	0,354
Salento	-0,245	-0,282
Salerno	-0,153	-0,235
Sannio	0,422	-0,110
Sassari	-0,322	-0,069
Siena	0,271	0,577
Siena Stranieri	0,179	0,226
Teramo	-0,153	-0,785
Torino	-0,244	0,886
Torino Politecnico	-0,213	0,933
Trento	0,225	0,482
Trieste	-0,161	0,934
Trieste Sissa	7,231	0,848
Tuscia	-0,119	-0,750
Udine	-0,175	0,566
Urbino	-0,036	0,272

<i>Università (segue)</i>	<i>I fattore</i>	<i>II fattore</i>
Venezia Cà Foscari	-0,201	0,742
Venezia IUAV	-0,343	-0,372
Verona	-0,258	0,052

Vale la pena verificare se la soluzione trovata sia dominata dai valori estremi manifestati su alcuni indicatori da alcuni atenei. Infatti, i punteggi fattoriali costruiti con i coefficienti derivati dall'analisi fattoriale (Tab. 6) mostrano l'importanza che la SISSA di Trieste e l'Istituto S. Anna di Pisa hanno avuto nella produzione scientifica analizzata nell'esercizio italiano di valutazione della ricerca. I loro punteggi fattoriali spiegano, infatti, oltre l'85% la varianza del primo fattore, quello legato alla valorizzazione economica della ricerca.

Tabella 7. *Pesi fattoriali ricavati dall'analisi di 14 indicatori di qualità della ricerca su 75 atenei (esclusi Sissa - Trieste e Istituto S. Anna - Pisa)*

<i>Indicatori</i>	<i>Pesi fattoriali</i>		<i>Comunanza</i>
	<i>1</i>	<i>2</i>	
<i>Scoring</i> dei prodotti	0,635	0,592	0,754
PRIN finanziati	0,320	0,169	0,131
Percentuale di prodotti eccellenti	0,705	0,308	0,592
Percentuale di prodotti almeno buoni	0,536	0,540	0,579
Percentuale di prodotti almeno accettabili	0,234	0,493	0,298
Percentuale prodotti con <i>impact factor</i>	-0,036	0,659	0,436
Brevetti attivi estero	0,210	0,407	0,210
<i>Spin-off</i> attivati	0,138	0,446	0,218
<i>Partnership</i> attivate	0,857	-0,237	0,791
Indice valorizzazione economica ricerca	0,819	0,079	0,677
Scorino dei brevetti	-0,008	0,738	0,545
Tasso di ringiovanimento	0,578	-0,020	0,334
Capacità di finanziare la ricerca	0,001	0,599	0,359
Propensione alla internazionalizzazione	0,688	0,333	0,584

I fattori della soluzione bi-fattoriale sono così definibili:

- a. Il primo fattore individua la qualità scientifica della ricerca e riguarda sia l'eccellenza dei prodotti valutati, ottenuta investendo nei giovani e collegandosi con realtà internazionali, e sia la valorizzazione economica della stessa attraverso *partnership* con le forze produttive. In una soluzione monofattoriale, il primo fattore esprime senza equivoci la qualità della ricerca

scientifico realizzata negli atenei italiani. Anche in questa analisi, un'università domina il primo fattore quanto a varianza spiegata, la Normale di Pisa che assorbe oltre la metà della varianza del primo fattore.

- b. Il secondo fattore riguarda il prevalere, tra i prodotti della ricerca, di brevetti e di prodotti con *impact factor*, nonché l'avvio di una discreta proporzione di *spin-off* e la dimostrazione di capacità di reperire fondi pubblici e privati per finanziare le attività di ricerca dell'ateneo. Questo secondo fattore indica la riconoscibilità, anche in termini economici, dei prodotti della ricerca da parte della società. La qualità dei prodotti della ricerca evidenziati da questo secondo fattore è quella delle facoltà che utilizzano in maggior misura l'*impact factor* (medicina, farmacia, alcune discipline della facoltà di scienze) e altre a carattere tecnico che producono brevetti e volontà d'impresa.

Gli indicatori che contribuiscono maggiormente a questa seconda soluzione sono le *partnership* attivate dagli atenei, lo *scoring* attribuito dai panel CIVR ai prodotti della ricerca, l'indice di valorizzazione economica dei prodotti, la percentuale di prodotti eccellenti e la propensione alla internazionalizzazione degli atenei. Gli indicatori più estranei alla soluzione ottenuta sono i Prin finanziati per ricercatore, i brevetti attivi all'estero e gli *spin-off* attivati dagli atenei.

È trasparente che l'esclusione della SISSA ha cambiato il ruolo dei brevetti nella determinazione della soluzione, però è altrettanto palese che gli indicatori che contribuiscono alla strutturazione degli indicatori sono essenzialmente gli stessi.

Se procedessimo all'esclusione anche della Normale prima di effettuare una nuova analisi fattoriale, troveremmo una soluzione di poco differente da quella appena commentata. Per questo motivo, nel seguito, si studiano i due fattori derivanti dalla soluzione riassunta nelle Tabelle 5 e 6. Si preferisce questa soluzione perché, tra l'altro, è quella con la maggiore comunanza tra gli indicatori di base.

6. Sensibilità dei fattori della ricerca a variazioni temporali

In generale, un indicatore è tanto più sensibile dal punto di vista temporale quanto più la distribuzione delle unità in analisi dipende, quantitativamente o qualitativamente, da fonti di variazione che cambiano nel tempo. Nel nostro caso, si esamina la variazione della posizione degli atenei nella graduatoria nazionale, o la variazione dei valori di una serie, tra due occasioni temporali successive.

Gli indicatori di cui si valuta la sensibilità sono i fattori di valutazione della ricerca – calcolati con la procedura esposta nel Par. 4 – simulando cambiamenti, in proporzione predefinita, della serie di punteggi dei 77 atenei italiani. I punteggi fattoriali rappresentano, il primo, la valorizzazione dei prodotti della ricerca da parte

della società e il secondo la qualità scientifica degli stessi prodotti che, si può dire, rappresenta il riconoscimento degli esiti della ricerca da parte dei pari.

Tabella 8. Valori medi e scarto quadratico medio (*sqm*) di coefficiente di correlazione tra distribuzione “base” delle università italiane e distribuzione variata, per percentuale di variazione cui è stata sottoposta la metà delle università e tipo di coefficiente

Variazioni %	Fattore 1		Fattore 2	
	Media	<i>Sqm</i>	Media	<i>sqm</i>
ρ_S di Spearman				
+100	0.906	0,12E-4	0.973	3,24E-4
+50	0.958	3,78E-4	0.986	18,01E-4
+30	0.981	14,99E-4	0.992	3,86E-4
+20	0,991	14,58E-4	0,995	10,02E-4
+10	0,997	7,35E-4	0,998	3,12E-4
+5	0,999	2,32E-4	0,999	1,14E-4
-5	0,999	2,36E-4	0,999	1,30E-4
-10	0,996	8,47E-4	0,998	3,61E-4
-20	0,986	12,16E-4	0,994	12,16E-4
-30	0.968	2,27E-4	0.989	10,38E-4
-50	0.906	0.12E-4	0.973	3,11E-4
-100	0.549	0,26E-4	0.668	0,21E-4
ρ di Bravais-Pearson				
+100	0.971	0.13E-4	0.950	3,82E-4
+50	0.989	4,31E-4	0.981	2,93E-4
+30	0.996	12,37E-4	0.992	5,39E-4
+20	0,998	11,04E-4	0,996	2,30E-4
+10	0,999	2,99E-4	0,999	0,60E-4
+5	1,000	0,78E-4	1,000	0,16E-4
-5	1,000	0,86E-4	1,000	0,19E-4
-10	0,999	3,66E-4	0,999	0,82E-4
-20	0,997	16,66E-4	0,994	4,23E-4
-30	0.992	2,23E-4	0.985	1,99E-4
-50	0.970	0.13E-4	0.951	5,11E-4
-100	0.645	0.53E-4	0.713	0.26E-4

La sensibilità è determinata rispetto ad ipotesi di una variazione tra il 5% e il 100% – sia in positivo che in negativo – dei punteggi di ciascun fattore presso una metà casualmente determinata delle università in esame. L'esperimento mira a valutare di quanto cambia l'ordinamento degli atenei se il 50% degli stessi cambia di valore da un anno all'altro di una certa percentuale. Ci si aspetta che l'ordinamento cambi quanto più elevata è la percentuale di cambiamento.

La procedura seguita è la seguente:

1. dalla popolazione di $N=77$ atenei si estrae con criteri casuali un campione di numerosità $N/2$. I punteggi fattoriali del primo sotto-campione (di numerosità arrotondata a 38) si fanno variare di un $X\%$, dove X assume, di volta in volta, il valore 100, 50, 30, 20, 10, 5, -5, -10, -20, -30, -50, -100. Si ottiene così un nuovo insieme di $N=77$ valori di cui 39 sono quelli originari e 38 sono variati del $X\%$. Si può assumere, per semplicità, che la serie di valori simulati sia quella degli stessi atenei l'anno dopo.
2. Per valutare quanto, dopo la forzatura delle variazioni, la distribuzione delle università si discosti dalla distribuzione originaria, si calcola il coefficiente di correlazione tra le due distribuzioni. Il coefficiente è calcolato tra valori nella forma proposta da Bravais-Pearson:

$$\rho = \frac{\sigma(Y, X)}{\sigma(Y) \sigma(X)},$$

dove $\sigma(Y, X)$ è la covarianza tra i punteggi originari (Y) e quelli modificati con una percentuale X di variazione; $\sigma(\cdot)$ è lo scarto quadratico medio della distribuzione tra parentesi. Per evitare che pochi valori estremi condizionino l'analisi, si è calcolato anche il coefficiente ρ_S di Spearman tra i valori trasformati in posizioni d'ordine (ranghi), coefficiente la cui formulazione matematica è identica a quella del coefficiente di Bravais-Pearson e che si può anche scrivere nel modo seguente:

$$\rho_S = 1 - \frac{6 \sum_i^N [R(Y_i) - R(X_i)]^2}{N(N^2 - 1)},$$

dove $R(\cdot)$ indica il rango del valore in argomento. I coefficienti assumono il valore 1 nell'ipotesi nulla di uguaglianza tra le due distribuzioni e valori che si discostano da 1 tanto più quanto più la distribuzione dei valori è sensibile alle variazioni introdotte.

3. La procedura di campionamento degli atenei e di calcolo dei coefficienti di correlazione di cui ai punti 1 e 2 è stata reiterata 200 volte per ciascuna variazione $X\%$ e ha quindi comportato l'estrazione di 2400 campioni per l'analisi della sensibilità del primo fattore e di altrettanti per la valutazione della

sensibilità del secondo. I valori medi dei coefficienti di correlazione di Bravais-Pearson e di quelli di cograduazione di Spearman tra le distribuzioni di base e quelle variate sono riportati nella Tab. 8.

Dall'ispezione della Tab. 8 emerge che:

- ambedue i fattori sono poco sensibili a variazioni anche importanti dei valori assunti in due tempi. Una variazione in più o in meno del 50% del punteggio fattoriale, per la metà degli atenei, comporta coefficienti di correlazione, con i valori di partenza, molto elevati, tra 0,95 e 0,99. Ciò significa che solo variazioni superiori al 50%, in aumento come in diminuzione, dei punteggi di un fattore di qualità della ricerca comportano coefficienti di correlazione tra la serie originaria e quella costruita con le variazioni inferiori a 0,95. Ambedue i fattori si rivelano pertanto poco sensibili a cambiamenti anche cospicui dei concetti che misurano;
- il coefficiente di correlazione di Bravais-Pearson assume valori non diversi da quello di Spearman, anzi è spesso superiore, il che sta a significare che le variazioni nei valori estremi della serie non influenzano il risultato, e questo prova che l'ordinamento dei punteggi fattoriali degli atenei resta praticamente immutato se le variazioni nei punteggi sono inferiori al 30% del valore, ma cambia di poco anche se, da un anno all'altro, si verificassero variazioni importanti persino nei punteggi più elevati, in positivo come in negativo.

7. Capacità discriminatoria degli indicatori

Per analizzare la capacità discriminatoria degli indicatori di valutazione della ricerca degli atenei, si valutano le differenze tra le medie degli indicatori stessi per alcune categorie significative per le politiche di intervento sul sistema universitario. Le categorie considerate sono la grande ripartizione geografica (Nord, Centro, Sud), la natura giuridica dell'Ente (privato, pubblico) e la dimensione (piccola, media, grande¹⁵) in termini di studenti. I risultati della classificazione degli atenei sono riportati nelle Tabelle 9, 10 e 11.

Per verificare se le differenze osservate nei valori medi dei gruppi sono statisticamente significative, si utilizza l'analisi della varianza (ANOVA) se il confronto avviene tra due gruppi e il test *post-hoc* di Tukey se i gruppi sono più di due (Grimm e Yarnold, 2000). Nell'ultima colonna delle tre tabelle è riportato il valore della significatività delle differenze tra le medie.

Nell'analisi degli indicatori per ripartizione geografica degli atenei (Tab. 9),

¹⁵ Si considerano piccoli gli atenei con un numero di ricercatori ETP inferiore a 100, medi quelli con un numero di ricercatori compreso tra 100 e 499, grandi quelli con 500 e più ricercatori. La suddivisione lascia in ciascun classe circa un terzo della popolazione dei ricercatori ETP italiani.

si osservano tre indicatori significativi. Si tratta di:

- *indicatori relativi ai brevetti attivi, in Italia o all'estero.* I valori degli indicatori inerenti ai brevetti sono notevolmente più alti al Nord e decrescono negli atenei del Centro e ancor più in quelli del Sud. I brevetti attivi all'estero prodotti negli atenei del Nord, dopo la standardizzazione per numero di ricercatori, sono il triplo di quelli del Sud. Sono correlativamente diversi anche i brevetti attivi in Italia e gli *score* dati dai *panelist* del CIVR ai brevetti valutati;

Tabella 9. *Media degli indicatori descrittivi della ricerca degli atenei italiani, per grande ripartizione geografica, e significatività delle differenze tra medie*

<i>Indicatore</i>	<i>Nord</i>	<i>Centro</i>	<i>Sud</i>	<i>Signifi- catività</i>
<i>Scoring</i> dei prodotti	0,82	0,80	0,75	0,968
Ricercatori per ateneo	398,9	367,9	345,8	0,902
PRIN presentati per 100 ricercatori	8,78	9,18	5,97	0,440
PRIN finanziati per 100 ricercatori	3,35	3,27	2,14	0,435
% prodotti eccellenti	34,70	31,75	23,15	0,501
% prodotti almeno buoni	81,10	72,58	69,26	0,878
% prodotti almeno accettabili	96,50	94,52	92,22	0,990
Grado % di apertura	0,26	0,23	0,26	0,938
Grado % apertura prodotti eccellenti	0,31	0,28	0,31	0,929
% prodotti con <i>impact factor</i> (tra i presentati)	65,28	61,80	61,40	0,981
Prodotti con <i>impact factor</i> per 100 ricercatori	4,64	4,07	4,49	0,938
Brevetti attivi per 100 ricercatori	3,63	2,15	1,23	0,106
Brevetti attivi estero per 100 ricercatori	1,91	0,87	0,51	0,059
<i>Scoring</i> brevetti	0,40	0,28	0,02	0,006
Numero medio <i>spin-off</i> per 100 ricercatori	0,08	0,12	0,03	0,229
Numero medio <i>partnership</i> per 100 ricercat.	0,72	0,69	0,39	0,336
Indice di valorizzazione applicativa ricerca	0,35	0,29	0,06	0,004
Tasso di ringiovanimento	1,22	1,39	1,24	0,923
Capacità finanziamento ricerca (/000 euro)	9428,5	11562,8	5291,5	0,553
Propensione % all'internazionalizzazione	2,87	1,52	0,78	0,011

- *l'indice di valorizzazione applicativa della ricerca* eccelle negli atenei del Nord, è di poco diverso al Centro (0,35 al Nord e 0,29 al Centro) e considerevolmente diverso al Sud (0,06). L'indice, che riassume l'effetto dei brevetti depositati, degli *spin-off* e delle *partnership* attivate è indubbiamente legato alla maggiore rilevanza al Centro-Nord delle facoltà tecniche, della ricettività dell'ambiente economico alle attività scientifiche delle università e alla

effervescenza delle economie locali, che fungono da stimolo per i docenti e i dipartimenti interessati a sviluppare ricerca per un uso economico proprio e ricerca finalizzata per le imprese e gli enti del territorio, anche in collaborazione con studenti e laureati tramite il sistema degli *stage*;

Tabella 10. Media degli indicatori descrittivi della ricerca degli atenei italiani, per natura giuridica, e significatività delle differenze tra medie

<i>Indicatore</i>	<i>Pubblica</i>	<i>Privata</i>	<i>Significatività</i>
<i>Scoring</i> dei prodotti	0,79	0,80	0,979
Ricercatori per ateneo	435,6	88,5	0,006
PRIN presentati per 100 ricercatori	7,97	8,80	0,774
PRIN finanziati per 100 ricercatori	2,92	3,58	0,560
% prodotti eccellenti	30,31	29,68	0,956
% prodotti almeno buoni	74,96	78,07	0,915
% prodotti almeno accettabili	94,57	95,75	0,974
Grado % di apertura	0,25	0,21	0,644
Grado % apertura prodotti eccellenti	0,31	0,27	0,783
% prodotti con <i>impact factor</i> (tra i presentati)	63,40	56,96	0,801
Prodotti con <i>impact factor</i> per 100 ricercatori	4,14	11,12	0,040
Brevetti attivi per 100 ricercatori	2,55	0,89	0,159
Brevetti attivi estero per 100 ricercatori	1,22	0,48	0,254
<i>Scoring</i> brevetti	0,26	0,16	0,501
Numero medio <i>spin-off</i> per 100 ricercatori	0,08	0,00	0,069
Numero medio <i>partnership</i> per 100 ricercatori	0,61	0,54	0,817
Indice di valorizzazione applicativa ricerca	0,25	0,09	0,088
Tasso di ringiovanimento	1,29	0,98	0,474
Capacità finanziamento ricerca (/000 euro)	8580,6	11499,1	0,647
Propensione % all'internazionalizzazione	1,86	1,72	0,869

- *la propensione all'internazionalizzazione degli atenei.* Anche in questo caso la propensione è massima negli atenei settentrionali e minima in quelli meridionali. Questo indicatore ha un significato ben diverso dai precedenti, nel senso che è solo parzialmente influenzato dall'ambiente economico, ma è, invece, direttamente legato al modo di fare ricerca. Pur seguendo la traiettoria Nord-Sud dei punteggi medi dei prodotti di ricerca e della percentuale di prodotti valutati come eccellenti dal CIVR, la propensione alla internazionalizzazione delle attività di ricerca mostra differenze territoriali molto marcate e riproduce, pertanto, significati che si possono far risalire al modo di operare per generare

lavori scientifici di qualità, piuttosto che a valutazioni qualitativamente elevate dei risultati. I criteri adottati dal CIVR nel selezionare i lavori da sottoporre a valutazione¹⁶ tendono, infatti, ad appiattire gli indicatori a livello di ateneo.

Nell'analisi degli indicatori per natura giuridica degli atenei (Tab. 10), si rilevano quattro indicatori significativi. Si tratta di:

- *Percentuale di prodotti con impact factor per ricercatore.* La percentuale media degli atenei privati è quasi tripla di quella degli atenei pubblici. Tra gli indicatori significativi rispetto alla classificazione per natura giuridica delle università, la proporzione di prodotti con *impact factor* è il solo indicatore per cui prevalgono gli atenei privati su quelli pubblici. È di una certa importanza rilevare che qualora l'indicatore non sia standardizzato rispetto al numero di ricercatori, vale a dire si ponga a confronto la percentuale di prodotti con *impact factor* per ateneo, l'indicatore ha un andamento opposto, ossia presenta valori medi più elevati negli atenei pubblici. Oltre alla tendenza a collocare i prodotti della ricerca in ambiti internazionali, la proporzione di prodotti con *impact factor* indica una particolare composizione disciplinare del corpo docente e ricercatore degli atenei.
- *Tre indici che esprimono aspetti della ricerca universitaria connessi con le attività produttive del territorio.* La produzione di brevetti negli atenei pubblici è significativamente superiore a quella prodotta nei privati, così come lo sono la generazione di *spin-off* e il complesso di attività di valorizzazione applicativa della ricerca. Gli *spin-off* sono, in media, 0,8 ogni 1.000 ricercatori nelle università pubbliche e quasi nessuno nelle università private; la ricerca è, nel complesso, molto più valorizzata sul piano applicativo nelle università pubbliche (0,25) che in quelle private (0,09).

Nell'analisi degli indicatori per dimensione degli atenei (Tab. 11), si rilevano due indicatori significativi¹⁷. Si tratta di:

- *Numero medio di partnership per ricercatore.* La media cresce con la dimensione dell'ateneo: è 0,1 ogni 100 ricercatori negli atenei fino a 100 ricercatori ETP, 0,52 negli atenei tra 100 e 500 ricercatori ETP e ben 0,67 in quelli sopra i 500. È palese che la massa critica rappresentata dai docenti e dalle strutture di ricerca – i quali sono ovviamente superiori negli atenei più grandi e procurano quantità di finanziamenti superiori – aumenta proporzionalmente il prestigio sociale e le potenzialità produttive di un ateneo, favorisce i contatti

¹⁶ I criteri di selezione dei lavori sottoposti a valutazione da parte del CIVR restringono la scelta ai lavori più di qualità tra quelli prodotti in una struttura di ricerca. Tuttavia, i criteri ignorano la "quantità di qualità" prodotta nella struttura. L'indicatore risultante dalla valutazione tende pertanto ad essere piatto, nel confronto tra atenei, qualora la maggior parte dei lavori degli atenei ottenga buone valutazioni. Il criterio ignora, cioè, quanti lavori di qualità sono stati prodotti.

¹⁷ Tra gli indicatori significativi, si ignora l'indicatore di capacità di finanziare la ricerca che non è standardizzato rispetto alla dimensione.

esterni e l'ammissione dei ricercatori ai circoli produttivi, la capacità di reperire finanziamenti per la ricerca e la possibilità di valorizzarne dal punto di vista applicativo i prodotti.

- *Numero di spin-off per ricercatore.* Il numero di *spin-off* per ricercatore, all'opposto, è nettamente superiore nei piccoli che nei medi o grandi atenei: negli atenei fino a 100 ricercatori ETP la media degli *spin-off* è ben 0,48 (per 1000 ricercatori) contro una media di 0,06 degli altri atenei. La capacità di alcuni piccoli atenei di generare imprese produttive conseguenti a brevetti ed altre iniziative di ricerca va, dunque, in direzione opposta a quella dello stabilire *partnership* con imprese ed enti esterni e del trovare fonti di finanziamento di ricerche finalizzate ad interessi produttivi esterni all'università. La densità di *spin-off* in un ateneo è legata, tra l'altro, alla maggiore propensione alla internazionalizzazione dei contatti e all'investimento in forze di ricerca giovani.

Tabella 11. Media degli indicatori descrittivi della ricerca degli atenei italiani, per dimensione, e significatività delle differenze tra medie

Indicatore	Piccola	Media	Grande	Significatività
Scoring dei prodotti	0,76	0,79	0,79	0,959
Ricercatori per ateneo	41,7	258,3	935,0	0,000
PRIN presentati per 100 ricercatori	9,54	7,86	7,99	0,525
PRIN finanziati per 100 ricercatori	3,81	2,78	2,97	0,481
% prodotti eccellenti	26,69	30,40	30,43	0,733
% prodotti almeno buoni	71,66	75,90	74,94	0,935
% prodotti almeno accettabili	91,35	95,16	94,57	0,963
Grado % di apertura	0,23	0,23	0,26	0,863
Grado % apertura prodotti eccellenti	0,26	0,29	0,31	0,743
% prodotti con <i>impact factor</i> (tra i presentati)	42,94	59,33	65,75	0,127
Prodotti con <i>impact factor</i> per 100 ricercatori	5,63	5,25	4,04	0,590
Brevetti attivi per 100 ricercatori	8,55	2,66	2,08	0,353
Brevetti attivi estero per 100 ricercatori	6,91	1,26	0,86	0,291
Scoring brevetti	0,29	0,47	0,16	0,367
Numero medio <i>spin-off</i> per 100 ricercatori	0,48	0,04	0,07	0,043
Numero medio <i>partnership</i> per 100 ricercat.	0,10	0,52	0,67	0,000
Indice di valorizzazione applicativa ricerca	0,89	0,30	0,19	0,190
Tasso di ringiovanimento	1,84	1,26	1,25	0,236
Capacità finanziamento ricerca (/000 euro)	1311,4	4349,3	10875,8	0,000
Propensione % all'internazionalizzazione	2,41	2,23	1,67	0,769

8. Considerazioni propositive

Dalla prima valutazione generalizzata della ricerca svolta dal CIVR abbiamo tratto alcuni indicatori dei quali, con metodi statistici, abbiamo analizzato la sensibilità, la sostituibilità e la capacità discriminatoria. Volevamo, cioè, individuare quali indicatori erano più sensibili, originali dal punto di vista informativo e discriminanti tra unità, avendo in mente la possibilità di attribuire punteggi (*scoring*) o di costruire ordinamenti (*ranking*) degli atenei italiani.

Il nostro studio ha dimostrato che:

- a. gli indicatori, proposti dal CIVR, della capacità degli atenei di valorizzazione economica e produttiva della ricerca (brevetti, *partnership*) e di attrazione di finanziamenti (Prin, altre fonti) risentono della dimensione degli atenei, valutabile sia in rapporto al numero di studenti iscritti e sia al numero di ricercatori che vi operano. L'uso di questi indicatori, quando non siano standardizzati per dimensione, rischia di dare un'immagine inadeguata della capacità di un ateneo di attrarre risorse dal – e coinvolgere i ricercatori e le strutture dipartimentali nel – proprio territorio di riferimento. Pertanto, si propone di standardizzare ogni indicatore di capacità di attrazione di risorse, interne ed esterne (Prin finanziati, *partnership* attivate, altre espressioni di esito positivo di richieste di finanziamento della ricerca) e di valorizzazione applicativa della ricerca (brevetti attivati, *spin-off* promossi), rapportando il valore dell'indicatore, per un ateneo o per un'area scientifico-disciplinare, al numero di ricercatori in servizio nell'ateneo o nell'area scientifica.
- b. Alcuni tra gli indicatori analizzati sono significativamente connessi alla dislocazione geografica, altri alla natura giuridica (pubblica vs privata) e altri ancora alla dimensione della sede universitaria. Vale la pena osservare che tutti gli indicatori di qualità della ricerca risultati significativi ai test statistici sono, escluso quello della valorizzazione applicativa della ricerca, relativizzati al numero di ricercatori. La standardizzazione per dimensione porta dunque alla luce differenze effettive nel modo di fare ricerca negli atenei pubblici e in quelli privati e tra atenei appartenenti alle grandi ripartizioni geografiche del Paese. Le differenze riguardano prevalentemente la produzione di brevetti (differenze significative per ripartizione geografica) e la generazione di *spin-off*, la creazione di *partnership* con imprese ed enti del territorio e, in genere, la valorizzazione applicativa della ricerca (differenze secondo la ripartizione privato/pubblico e la classificazione per dimensione degli atenei). In definitiva, gli indicatori standardizzati per dimensione si dimostrano più sensibili di quelli non standardizzati.

- c. Le differenze tra atenei riguardano anche due indicatori standardizzati (per dimensione) inerenti – seppure indirettamente – alla qualità scientifica dei prodotti di ricerca, l'indicatore di propensione all'internazionalizzazione (rilevante per la ripartizione geografica degli atenei) e quello di produzione di lavori con *impact factor* (rilevante per la classificazione per natura giuridica dell'ateneo). Tra i due, la propensione all'internazionalizzazione è un indicatore sensibile al modo di fare ricerca nelle università espressivo quanto gli indicatori creati con i punteggi assegnati ai lavori scientifici valutati dal CIVR (*scoring* dei prodotti e proporzione di prodotti eccellenti). La propensione all'internazionalizzazione è, infatti, legata anche alla dimensione quantitativa della ricerca, non solo alla qualità dei migliori prodotti della ricerca.
- d. D'altronde, gli indicatori diretti della qualità della ricerca sono poco sensibili alla ripartizione degli atenei in classi dimensionali, giuridiche e geografiche. Mostrano insignificanti differenze nelle varie classi lo *score* dei prodotti, la proporzione di prodotti di buona e accettabile qualità (l'eccellenza è, invece, sensibile), la proporzione di Prin finanziati e il grado di apertura dei lavori di ricerca. Sarebbe da valutare positivamente l'intrapresa di un nuovo studio volto a individuare criteri di selezione e *scoring* più discriminanti di quello adottato dal CIVR di far valutare due lavori per ogni ricercatore equivalente, criterio che costringe l'indicatore di *scoring* della qualità della ricerca degli atenei a variare in un intervallo ristretto.
- e. L'analisi fattoriale degli indicatori permette di individuare due dimensioni negli indicatori sulla valutazione della ricerca degli atenei: una che dipende dagli sforzi degli atenei per valorizzare dal punto di vista applicativo la ricerca e una che riassume le valutazioni dei prodotti di ricerca espresse dal CIVR. Si tratta di dimensioni linearmente indipendenti e quindi sommabili. Ambedue derivano dalla intraprendenza dei ricercatori universitari. Tuttavia, la prima è maggiormente condizionata dall'ambiente sociale ed economico nel quale è insediata l'università, la seconda dal clima proattivo interno all'accademia e dalle reti tra studiosi attivate dai ricercatori universitari in ambito nazionale e internazionale. L'ambiente economico può, infatti, stimolare la capacità di produrre brevetti e ricerca finalizzata: le università del Settentrione sono, per questo motivo, alquanto più favorite in questo di quelle del Meridione. Il confronto e la compenetrazione con altre realtà di ricerca, soprattutto internazionali, il ringiovanimento delle idee che si accompagna anche al reclutamento di nuovi ricercatori, nonché l'inventiva e lo spirito di sacrificio distinguono, invece, gli atenei che investono economicamente e politicamente nella ricerca. Per questo motivo, le categorie territoriali,

giuridiche e dimensionali non colgono che in minima parte la dimensione accademica della ricerca.

- f. I punteggi fattoriali si dimostrano poco sensibili a variazioni anche cospicue dei valori stimati per gli atenei italiani in due occasioni successive. Pertanto, non ci sembra opportuno suggerirne l'impiego al posto degli indicatori elementari, almeno fino a che non si trovino indicatori complessi più reattivi di quelli analizzati.

Riferimenti bibliografici

FABBRIS L. (1997) *Statistica multivariata*, McGraw-Hill, Milano.

GRIMM L.G., YARNOLD P.R. (2000) *Reading and Understanding more Multivariate Statistics*, APA, Washington, DC.

Sensitivity, Substitutability and Discriminatory Power of Indicators for the Measurement of Research Quality within Italian Universities

Summary. *The indicators of scientific research quality put forward by CIVR, the Italian Committee for Research Evaluation, do not mirror the effective variability among Italian universities. In this paper we analyze some indicators related to the evaluation of research products of an athenaeum or of a scientific area. Our purpose is to select a set of indicators of the quality and quantity of academic research. The criteria used for selection are the indicators' sensitivity to changes in research output, their substitutability and discriminatory power (among universities). The selected indicators can be used for activity programming, rewarding rates of the ordinary funds and comparing either different universities or the same university in different times.*

Keywords: *Research evaluation; Indicators; Sensitivity, Substitutability; Discriminatory power; Italian university system.*

