



Università degli studi di Padova
Facoltà di Scienze Statistiche
Corso di Laurea Specialistica in Scienze Statistiche
Economiche, Finanziarie ed Aziendali

TESI DI LAUREA

**IDENTIFICAZIONE DELLA COLLUSIONE
NEGLI APPALTI PUBBLICI:
UN APPROCCIO CON EFFETTI FISSI**

Relatore: Prof. Adriano Paggiaro

Laureanda: Calciano Lucia - 570186

ANNO ACCADEMICO 2009-2010

Indice

Introduzione	1
1 La teoria dei meccanismi di asta	5
1.1 Forme di asta nella letteratura economica	6
1.1.1 Asta Inglese o English auction	6
1.1.2 Asta Olandese o Dutch auction	8
1.1.3 Asta in busta chiusa di primo prezzo (FPSB)	8
1.1.4 Asta in busta chiusa di secondo prezzo (SPSB) o asta di Vickrey	9
1.2 Particolari modelli di asta	10
1.2.1 Independent Private Values	13
1.2.2 Affiliated Private values	14
1.2.3 Common value model	16
1.3 Il caso di beni multipli	18
2 Le aste procurement	23
2.1 Inadempienza e incompletezza contrattuale	23
2.2 Italia: criteri per la scelta dell'offerta vincente	25
2.2.1 Aste al massimo ribasso	26
2.2.2 Aste con offerta economicamente più vantaggiosa.....	26
2.2.3 Aste con esclusione automatica delle offerte	27

3 Il fenomeno della collusione	31
3.1 Come si collude nei diversi casi?	32
3.1.1 Aste al massimo ribasso	33
3.1.2 Aste con esclusione automatica delle offerte	33
3.2 La distribuzione dei ribassi	34
3.3 Individuazione dei fenomeni collusivi	37
3.3.1. L'indipendenza condizionale	38
3.3.2. La proprietà di scambiabilità	39
3.4 Una proposta: il modello ad effetti fissi	39
4 Simulazione Monte Carlo	47
4.1 Descrizione dell'algoritmo Monte Carlo	48
4.1.1 Comportamento competitivo delle imprese	48
4.1.2 Comportamento collusivo di due imprese.....	51
4.2 Risultati dell'algoritmo Monte Carlo	52
4.3 La sensibilità dei risultati	55
5 Gli appalti di lavori pubblici nella provincia di Padova	61
5.1 Dati iniziali	62
5.2 Alcune analisi descrittive.....	64
6 Analisi sulla presenza di collusione	71
6.1 Test di normalità	71
6.2 Partecipazione congiunta	71
6.3 Analisi della collusione in due sottogruppi	73
Conclusioni	83
Bibliografia	87

Introduzione

L'impiego dei meccanismi di asta ha origini che si rintracciano molto indietro nel tempo. La prima testimonianza storica ci è fornita da Erodoto nel primo libro delle Storie e risale a più di venticinque secoli fa, quando i Babilonesi e gli antichi Veneti per mezzo di aste cedevano le donne in sposa. Nei secoli seguenti abbiamo ampie testimonianze dell'impiego di aste e principalmente nella vendita di bottini di guerra, di lotti di merci deperibili sbarcate da navi mercantili, di capi di bestiame e per trasferire la proprietà di schiavi per i lavori meno qualificati.

Malgrado siano radicate nel tempo, le aste hanno acquisito negli anni un ruolo assai determinante nella pratica degli scambi registrando un crescente interesse da parte del mercato e degli studiosi. Recentemente si assiste ad un aumento di volume degli scambi mediante meccanismi d'asta dovuto soprattutto al crescente utilizzo di aste on line (ad esempio eBay nel 2009 conta circa 88 milioni di utenti attivi nel mondo). Ai nostri giorni, infatti, si tende ad enfatizzare le caratteristiche di anonimità, imparzialità ed automaticità che caratterizzano la vendita all'asta. Perciò, una volta che le regole di funzionamento sono rese pubbliche, esse si applicano, indifferentemente, a tutti coloro che volontariamente vi prendono parte. Queste caratteristiche fanno sì che i meccanismi d'asta godano di grande favore nel settore pubblico, dove per l'esecuzione di lavori, per la fornitura di prodotti o per la prestazione di servizi vengono stipulati contratti a titolo oneroso tra l'ente pubblico appaltante ed un privato.

L'oggetto di questa tesi saranno proprio le *procurement auction*, con particolare riferimento alle aste multiple, cioè al caso di una molteplicità di lavori appaltati in una stessa sessione. Dopo aver opportunamente introdotto nel Capitolo 1 la teoria dei meccanismi di asta - prima nel caso di un bene unico e indivisibile, poi per beni

multipli - verranno descritti nel Capitolo 2 alcuni criteri utilizzati in Italia per la scelta del vincitore. In particolar modo verranno trattate le aste con esclusione automatica delle offerte istituite nel 1994 dal decreto Merloni, e quelle trattate con il criterio del massimo ribasso in vigore dal 2006. In tale capitolo esse verranno analizzate focalizzando l'attenzione sul possibile rischio di inadempienza contrattuale, ovvero l'incapacità di portare a termine i lavori da parte del vincitore di un'asta. Essa è spesso causata da una sottovalutazione dei costi da parte dell'offerente, che prima gli consente di vincere l'appalto e nel seguito a non potere onorare la sua offerta. Tale aspetto è di interesse cruciale poiché costringe la pubblica amministrazione a sostenere costi aggiuntivi, come indire una nuova asta, differire di alcuni mesi la realizzazione del progetto, oltre alla possibile nascita di contenziosi legali per ottenere l'adempimento del contratto.

Questa però non è l'unica esigenza di tutela della pubblica amministrazione, infatti vi è il rischio che alcuni partecipanti ad un'asta si accordino per colludere, cioè che coordinino le loro offerte con lo scopo di massimizzare il loro profitto congiunto e limitare la competizione. La collusione è particolarmente avvertita nel settore degli appalti di opere pubbliche, in quanto è il settore verso il quale il flusso dei finanziamenti pubblici è senza dubbio il più ingente e dunque il più appetibile. L'identificazione della collusione nelle aste pubbliche è l'obiettivo principale di questa tesi.

Nel Capitolo 3, vengono descritte le strategie tipicamente utilizzate dalle imprese per falsare il risultato dell'asta, le quali variano a seconda del criterio impiegato dall'ente appaltante per la scelta dell'offerta vincente. Per quanto riguarda la legge italiana, nelle aste trattate con il massimo ribasso colludere è molto semplice: basta convincere gli altri potenziali offerenti a non partecipare all'asta. Mentre si vedrà come in un'asta con esclusione automatica delle offerte è ben più complicato ottenere risultati efficaci da accordi collusivi, e ne deriva che la partecipazione congiunta è una condizione necessaria.

Le tecniche tradizionalmente utilizzate per la rilevazione della presenza di collusione si basano sostanzialmente sull'analisi della correlazione tra le offerte delle imprese: dovendo queste necessariamente partecipare all'asta per colludere, se è presente un qualche coordinamento tra le loro strategie, allora le offerte risulteranno

correlate. Questo tipo di approccio, presenta però numerosi inconvenienti, i quali verranno analizzati in dettaglio nel paragrafo 3.4.

In questa tesi viene proposto un modello ad effetti fissi che permette di ovviare alle pecche del metodo tradizionale, almeno per quanto riguarda le aste multiple, cioè aste che si svolgono lo stesso giorno e con lo stesso bando di gara - tipicamente una divisione di un'opera impegnativa in tre o più appalti di dimensioni minori. Per verificare che tale intuizione sia giusta si ricorre alla tecnica di simulazione Monte Carlo (Capitolo 4), che ci permette di studiare il comportamento delle imprese nelle aste multiple in un contesto controllabile.

Il metodo tradizionale e il modello ad effetti fissi verranno messi a confronto nell'analisi delle aste bandite dalla Provincia di Padova tra il 1999 e il 2009. Dopo un'analisi descrittiva del dataset utilizzato (Capitolo 5) verranno analizzate le sole informazioni relative alle aste multiple il cui vincitore è stato selezionato con il criterio dell'esclusione automatica delle offerte. L'obiettivo è individuare la presenza o meno di comportamenti collusivi, ed i risultati principali sono descritti nel Capitolo 6. La tesi si conclude infine con un breve capitolo di conclusioni.

Capitolo 1

La teoria dei meccanismi di asta

L'asta è certamente una tra le più antiche istituzioni utilizzate per la vendita di un bene, eppure è solo recentemente che la teorizzazione economica, giovandosi degli sviluppi nello studio del comportamento strategico in condizioni di incertezza, ha reso possibile un'analisi comparata sul piano dell'efficienza dei diversi meccanismi d'asta. Qui di seguito vogliamo fornire, come premessa necessaria all'analisi che segue, qualche rapido accenno ai principali risultati di questi studi.

L'asta, così come definita da Parisio (1999), è un meccanismo di allocazione delle risorse caratterizzato da un insieme di regole che presiedono allo scambio tra agenti economici. Essa condivide con il mercato tradizionalmente studiato dalla teoria economica la caratteristica di luogo di incontro tra domanda e offerta in cui però solo una delle due parti (tipicamente la domanda) svolge un ruolo attivo (*one-side market*). La parte che resta inattiva stabilisce rigidamente il volume di offerta ed utilizza l'asta per determinare la miglior allocazione possibile. Se l'asta raggiunge un risultato efficiente, l'acquirente selezionato sarà colui che meglio realizza l'obiettivo del venditore.

Nel corso della trattazione indicheremo con il termine "*bidders*" i partecipanti ad un'asta e con il termine "venditore" il banditore d'asta, anche se può presentarsi la situazione inversa, e cioè che chi indice un'asta è in realtà un compratore che vuole

acquistare un bene o servizio da più potenziali venditori o fornitori. Se ciò accade si parla di *monopsonio* ed è proprio il caso che analizzeremo nei successivi capitoli. Con opportune variazioni di notazione le proprietà matematiche sono comuni ad entrambe le situazioni, per cui nel seguito si descrivono le proprietà delle aste nel caso più comune.

1.1. Forme di asta nella letteratura economica

I tradizionali meccanismi di svolgimento dell'asta sono classificati in relazione alla tipologia del bene messo all'asta (unico e indivisibile oppure uniforme e divisibile), al metodo di trasmissione delle offerte (in busta chiusa o in forma orale) e alla regola di pagamento (al primo prezzo o al secondo prezzo). La vendita di un quadro organizzata da una famosa Casa internazionale d'aste è un esempio di bene unico ed indivisibile mentre una determinata quantità di biglietti per un volo aereo o per un evento sportivo è un bene omogeneo e divisibile tra più acquirenti¹.

Associando in combinazione una delle due regole di prezzo con uno dei due metodi di trasmissione delle offerte è possibile determinare i quattro principali tipi di asta che di consueto vengono considerati nella teoria economica. Essi vengono descritti qui di seguito.

1.1.1 Asta Inglese o English auction

È senz'altro la più nota forma di asta ed è quella tipicamente utilizzata per le aggiudicazioni di oggetti d'arte. I concorrenti sono riuniti in una stanza e si svolge attraverso un banditore che parte dal più basso prezzo accettabile, detto *base d'asta*, e che sollecita le offerte al rialzo fino a quando nessuna offerta viene superata da un altro compratore. Il vincitore è l'ultimo maggior offerente e paga un prezzo pari alla sua ultima offerta.

Il successo di un'asta inglese, dal punto di vista del venditore, è maggiore quanto più alto è il livello di competitività dei potenziali compratori. Infatti in un

¹ Cfr. Capiello (2002)

ambiente molto competitivo, il gran numero di rilanci farà crescere di molto il prezzo finale. Invece, dal punto di vista del compratore, la chiave del successo è di offrire poco di più della precedente migliore offerta fino a che il prezzo corrente raggiunge la valutazione del partecipante, al che è necessario fermarsi. Spesso, in questo modo, un cliente riesce ad acquisire un bene per molto meno della sua massima valutazione perché semplicemente riesce ogni volta a rilanciare di poco. In altri termini, il venditore non riceve necessariamente il valore massimo che i partecipanti sono disposti a pagare e quindi altri tipi di aste possono rivelarsi più remunerative di quella inglese (dal punto di vista del venditore).²

Un vantaggio per il compratore è indubbiamente la disponibilità di informazioni: il carattere orale dell'asta inglese rende trasparente la dinamica competitiva, infatti tutti i partecipanti sono in grado di osservare in ogni momento il prezzo corrente e l'identità del massimo offerente, permettendo ad un attento osservatore di trarre importanti informazioni sul valore che gli avversari attribuiscono all'oggetto e quindi di riesaminare la propria valutazione man mano che l'asta prosegue. La strategia di un partecipante è infatti espressa dalla serie delle sue offerte che a sua volta è una funzione dei seguenti valori: la sua valutazione, la sua precedente stima delle valutazioni degli altri partecipanti e le offerte precedenti degli altri. Proprio per limitare la quantità di informazioni diffuse durante la procedura, alcuni partecipanti decidono di celare la propria identità, sottoscrivendo delle offerte tramite un mandatario, per telefono (se consentito), con impulsi elettrici (pulsanti), ecc..

Uno svantaggio del sistema inglese è che questo tipo di asta è soggetta alla formazione di gruppi di partecipanti che si mettono d'accordo a non rilanciare sulle loro offerte in modo da mantenere basso il prezzo finale (questi gruppi sono chiamati *rings* in letteratura). Inoltre è abbastanza diffuso il pericolo della "maledizione del vincitore" (*winner's curse*), ossia il fenomeno per cui il vincitore paga un bene più del suo valore reale. Ciò accade per l'alto livello di competizione e per l'inesperienza di alcuni partecipanti.

² Vedi Cammuci S. (2007)

1.1.2 Asta Olandese o Dutch auction

Nello svolgimento è identica all'asta inglese con la sola differenza che le offerte sono al ribasso. Il banditore parte da un prezzo manifestamente elevato e lo abbassa progressivamente fino a quando un partecipante accetta l'offerta. Può accadere che il banditore dichiari il bene invenduto e cioè quando, arrivati ad un prezzo minimo stabilito, nessuno ha fermato la procedura. Questo tipo di asta, al contrario dell'asta inglese, rivela molto poco circa i prezzi desiderati dai concorrenti poiché nessuno effettua offerte tranne il vincitore e quindi ciò che si osserva è solo il prezzo di vendita finale e l'identità dell'acquirente.

È opinione comune che il sistema inglese sia "inferiore" a quello olandese. Ciò nasce dalla considerazione che il primo sistema sfrutta la competizione per ottenere un prezzo maggiore, ma rischia che le offerte vengano incrementate di poco e che il vincitore paghi un prezzo inferiore alla sua massima disponibilità. Viceversa, nel sistema olandese, se il compratore con il più alto interesse vuole realmente un bene allora non può attendere troppo a lungo per fare la sua offerta. Questo significa che potrebbe offrire la sua valutazione privata o un valore prossimo ad essa.

1.1.3 Asta in busta chiusa di primo prezzo o first-price sealed-bid auction (FPSB)

In questo meccanismo d'asta tutti i partecipanti presentano le loro offerte in plichi sigillati secondo le norme previste per le modalità di consegna, custodia e apertura degli stessi. Il bene verrà aggiudicato al maggior offerente che pagherà esattamente quanto ha offerto.

La principale caratteristica di questo tipo di aste è che ciascun partecipante conosce solo il livello della propria offerta, e che solo in una fase successiva le offerte pervenute vengono rese pubbliche. In generale, ogni partecipante può effettuare una sola offerta che, a meno di diverse disposizioni, non può essere modificata.

L'asta FPSB è detta *isomorfa* rispetto all'asta olandese poiché le considerazioni, che guidano i partecipanti all'asta nell'elaborazione delle offerte, sono identiche nei due casi: i *bidders* devono decidere quale prezzo offrire senza conoscere le offerte degli altri partecipanti e il vincitore paga un prezzo pari alla propria offerta. Dunque la *Dutch*

auction e la FPSB sono strategicamente equivalenti: gli equilibri nei due tipi d'asta devono coincidere. Pertanto ogni altra considerazione svolta in tema di asta al primo prezzo deve ritenersi valida anche per l'asta olandese³.

Dal punto di vista dei partecipanti, un'offerta alta aumenta le probabilità di vittoria, ma abbassa il profitto in caso di vincita. Una buona strategia è quindi quella di proporre un'offerta vicina al reale valore di mercato del bene messo all'asta. Questa strategia aiuta inoltre a evitare la maledizione del vincitore.

1.1.4 Asta in busta chiusa di secondo prezzo o second-price sealed-bid auction (SPSB) o asta di Vickrey

Questa forma d'asta vive solo nella letteratura economica, essendo pressoché inutilizzata nella realtà. Essa deve il nome al vincitore del premio Nobel che negli anni '60 ne ha identificato le caratteristiche di efficienza. Le offerte vengono presentate in forma scritta e il bene viene assegnato al miglior offerente, che però paga un prezzo pari a quello indicato dal secondo compratore in ordine di valutazione. In altre parole il vincitore paga meno di quanto aveva offerto.

Sembrirebbe ovvio, quindi, che dal punto di vista del venditore ci sia minor possibilità di guadagno rispetto ad un'asta inglese, ma in realtà questo non accade poiché i partecipanti modificano le loro offerte in base alle diverse regole e in questo caso tenderanno a offrire di più che in altre aste. Infatti nessuno teme di pagare un prezzo troppo alto, perché è meno probabile che si verifichi la maledizione del vincitore. Partecipanti aggressivi sono favoriti nell'ottenere il bene, ma pagheranno un prezzo vicino a quello stabilito dal mercato.

Milgrom e Weber (1982) suggeriscono che la strategia dominante per un partecipante ad un'asta con questo formato è di offrire una valutazione pari al proprio prezzo del bene, perché questa offerta domina tutte quelle di valore inferiore alla valutazione ma nessuna di quelle di valore superiore. Se il partecipante non segue la strategia ottima e offre meno della sua valutazione diminuisce le sue probabilità di vittoria. Viceversa se offre più della propria valutazione rischia di incorrere nella maledizione del vincitore. Nessuna di queste strategie, però, influenza il prezzo pagato

³ Per maggiori approfondimenti si veda Parisio (1999) oppure direttamente Milgrom e Weber (1982)

in caso di vittoria, perché il prezzo finale non è influenzabile in modo diretto da un singolo compratore. Quando tutti i partecipanti adottano la strategia di offrire il loro vero prezzo, il risultato è che il bene è vinto dal miglior offerente a un prezzo pari alla seconda offerta più alta. L'esistenza di una strategia dominante permette ai concorrenti di determinare la loro offerta senza tenere presenti le azioni degli altri.

Varie ragioni fanno dell'asta di Vickrey un'ottima scelta. Infatti, non dovendo temere la maledizione del vincitore, i partecipanti sono più aggressivi e quindi c'è una maggior possibilità di guadagno da parte del venditore; inoltre questo tipo di asta è considerato meno soggetto a collusioni e formazioni di rings. In generale rispetto agli altri formati, l'asta di Vickrey è più semplice, richiede meno tempo per preparare le offerte, è meno costosa e permette una partecipazione maggiore.

1.2 Particolari modelli di asta

Il modello generale d'asta è stato introdotto da Milgrom e Weber (1982), ed è caratterizzato da una ampia formulazione tale da comprendere al suo interno, quali modelli *nested*, le principali tipologie di aste a valori privati e di aste a valore comune, che verranno trattate nel corso del paragrafo.⁴

Le principali assunzioni che caratterizzano tale modello sono:

- 1) Esiste un unico bene di vendita.
- 2) Il venditore neutrale al rischio massimizza il suo profitto atteso dall'asta, definito come la differenza tra il prezzo atteso di aggiudicazione e la sua personale valutazione del bene, V_v :

$$E(\pi_v) = E(P) - V_v$$

⁴ Per approfondimenti si veda Parisio (1999) oltre che, ovviamente, Milgrom e Weber (1982).

- 3) Sia $N=\{1,\dots,n\}$ l'insieme dei partecipanti all'asta, il cui numero n , $n \geq 2$ si assume fisso e noto a tutti. Si assume inoltre che i *bidders* siano neutrali al rischio e che come obiettivo abbiano, oltre alla vittoria, la massimizzazione del profitto atteso definito da:

$$\forall i \in N \quad E[\Pi_i] = \begin{cases} E[V_i - P] & \text{se } i \text{ vince} \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

dove V_i indica il valore che il *bidder* i attribuisce individualmente all'oggetto d'asta. Quindi sarà solo il vincitore a trarne profitto.

- 4) Definita la funzione di valutazione del *bidder* i come $V_i = u_i(\mathbf{X}, \mathbf{S})$, allora il valore V_i che ciascun acquirente attribuisce al bene dipende da due vettori n -dimensionali di variabili reali: \mathbf{X} indica i segnali personali sulla valutazione del bene (ciascun *bidder* $i \in N$ osserva un segnale personale X_i , ma non quello degli $n-1$ avversari), mentre \mathbf{S} indica elementi di natura esogena la cui realizzazione è ignota al *bidder* al momento dell'asta.
- 5) Sia $V \equiv \{V_1, V_2, \dots, V_i, \dots, V_n\}$ il vettore delle n componenti delle valutazioni dei partecipanti, con la funzione di valutazione del *bidder* $V_i = u_i(\mathbf{X}, \mathbf{S}) \quad \forall i \in N$ comune a tutti. Si assume che la funzione di valutazione goda della proprietà della simmetria rispetto alle sue variabili. Il valore che ciascun agente attribuisce al bene dipende in modo simmetrico dai segnali di valore osservati dagli avversari mentre le variabili esogene in \mathbf{S} influenzano le valutazioni dei compratori in modo identico. Ricordiamo che le informazioni private del singolo compratore i sono sintetizzate da X_i .
- 6) Esisterà una *bidding function* $b(\cdot)$, che rappresenta la strategia del *bidder* conoscendo il proprio segnale x_i e la distribuzione dei segnali avversari. Definiamo $Y = (Y_1, K, Y_n)$ il vettore ordinato in maniera decrescente dei segnali

X. Essendo il valore atteso dell'asta positivo solo quando il *bidder* vince l'asta, quindi con probabilità:

$$\Pr\{b_1 = b(X_1) > b(Y_1)\} = F_{Y_1}(b^{-1}(b_1))$$

il *bidder* è posto di fronte al trade-off tra l'esigenza di rendere massima la probabilità di vittoria e quella di garantire un profitto dallo scambio.

Il suo profitto è infatti rappresentato da:

$$E[\Pi_1 | X_1] = E[(V_1 - P)I_{\{b(Y_1) < b_1\}} | x_1]$$

con
$$I = \begin{cases} 1 & \text{se } b(Y_1) < b_1 \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

cioè I è la funzione indicatrice che vale uno solo se l'offerta supera l'offerta massima dei concorrenti. Non avrà nessun profitto chi non vince l'asta.

- 7) Le variabili casuali $X_1, \dots, X_n, S_1, \dots, S_m$, sono considerate *affiliate*, cioè la loro densità di probabilità soddisfa la disuguaglianza di Fortuin, Kastelin e Ginibre:

$$f(z \vee z')f(z \wedge z') \geq f(z)f(z') \quad \forall z, z'$$

dove $z = (x_1, K, x_n, s_1, K, s_m)$ e $z' = (x'_1, K, x'_n, s'_1, K, s'_m)$ sono due vettori in

\mathfrak{R}^{n+m} , mentre definiamo:

$$- (z \vee z') = (\max(s_1, s'_1), K, \max(s_m, s'_m), \max(x_1, x'_1), K, \max(x_n, x'_n))$$

$$- (z \wedge z') = (\min(s_1, s'_1), K, \min(s_m, s'_m), \min(x_1, x'_1), K, \min(x_n, x'_n))$$

Tale espressione rappresenta una forma di affiliazione positiva tra le variabili aleatorie in Z , nel senso che in presenza di un valore più elevato di Z_i aumenta la verosimiglianza di un Z_j elevato. Più precisamente se X ed S sono positivamente affiliate significa che un partecipante che valuta molto l'oggetto

ritiene più probabile che gli avversari abbiano una valutazione elevata piuttosto che bassa.

Ogni conclusione teorica sui vantaggi dei diversi meccanismi d'asta dipende in maniera cruciale dalle ipotesi relative alle valutazioni del bene da parte degli agenti che concorrono all'asta. Un problema è costituito dalla presenza di *asimmetria informativa*, che sussiste quando il venditore e gli acquirenti non posseggono lo stesso set di informazioni. Se il venditore fosse in grado di osservare le valutazioni dei potenziali offerenti potrebbe offrire il bene a colui che ne dà la valutazione più alta ad un prezzo appena inferiore a tale valutazione, forzandolo all'acquisto pena il ritiro dell'oggetto d'asta dal mercato. Mentre quando l'informazione è asimmetrica, l'abilità del venditore di estrarre i surplus è maggiormente limitata.

Le differenze nelle valutazioni degli offerenti per l'oggetto d'asta sono alla base dell'esistenza dei tre modelli che schematizzano il comportamento dei partecipanti ad una procedura d'asta, descritti nelle sezioni seguenti.

1.2.1 Independent Private Values

Il punto di partenza dell'analisi economica dei modelli d'asta è rappresentato dal modello a valori privati indipendenti (*independent private value*, IPV), pertanto spesso indicato come modello *benchmark*.

Esso è definito dall'ipotesi che il valore individuale del bene costituisca informazione privata per ciascun agente e che sia indipendente sia dai giudizi di valore altrui sia da eventi esogeni. Inoltre i segnali individuali sono considerati quali realizzazioni indipendenti di variabili casuali distribuite secondo una legge di probabilità nota a tutti. Ciò significa che qualsiasi diversità di valutazione ha a che vedere con caratteristiche individuali degli agenti stessi, tra loro non correlate.

Questo modello si applica ad esempio ad aste in cui ogni *bidder* ha una propria valutazione del bene, possibilmente per ragioni estetiche; il valore che un soggetto assegna ad un'opera d'arte non risente infatti dell'influenza degli altri *bidder*. Ogni partecipante i disporrà di una propria funzione X_i dalla quale estrarrà la propria

valutazione x_i del bene. Questo sarà l'unico parametro sul quale si baserà per fare la propria offerta.

Quando valgono le ipotesi del modello IPV, abbiamo per l'asta inglese e quella SPSB un risultato di equivalenza parallelo a quello già evidenziato per l'asta olandese e quella FPSB. In dettaglio:

- nell'*asta inglese* e nell'asta di Vickrey si ha un unico equilibrio in strategie dominanti. Il bene viene assegnato all'agente con la valutazione più alta, che paga un prezzo pari all'offerta necessaria per estromettere tutti gli altri agenti, pari a sua volta alla seconda valutazione più alta.
- l'asta olandese e la FPSB sono equivalenti dal punto di vista delle strategie degli operatori, infatti in entrambe il *bidder* deve solamente stabilire un prezzo da offrire e dichiararlo.

La centralità del modello IPV nella dottrina è spiegabile avendo riguardo delle proprietà di cui gode, la più importante delle quali è certamente il *Revenue Equivalence Theorem* che, nella sua versione più semplice, stabilisce che le quattro forme d'asta che abbiamo considerato garantiscono il medesimo ricavo atteso dal venditore.

Nonostante gli importanti risultati che emergono dalla trattazione del modello IPV, appare evidente la sua scarsa utilità dovuta alle assunzioni poco realistiche su cui si basa. Si pensi, infatti, alla rarità delle situazioni in cui il *bidder* non sia influenzato dal giudizio di valore altrui o a quelle in cui il valore dell'oggetto non abbia una qualche componente di incertezza oggettiva.

1.2.2 Affiliated Private values

Si tratta di una generalizzazione del modello IPV nel quale si ipotizza che le valutazioni dei *bidder* dipendono non solo dalle informazioni private del bene, ma anche da ciò che non conoscono, e che suppongono siano disponibili presso autorità indipendenti, il banditore stesso dell'asta o gli altri partecipanti. I *bidder* sono quindi disponibili a modificare la loro valutazione privata del bene nel momento in cui entrano in possesso delle altre informazioni. Formalmente sia $X = (X_1, \dots, X_n)$ il vettore di segnali osservati unicamente dal singolo *bidder*, cioè le sue informazioni private. Sia $S = (S_1, \dots, S_m)$ il vettore di altre variabili che possono influenzare la scelta del singolo *bidder* e che non

sono a lui note. Per ogni *bidder* i il valore dell'oggetto è dunque $V_i = u_i(S, X)$, con le variabili S e X che sono correlate tra loro attraverso una relazione specifica che Milgrom e Weber (1982) chiamano condizione di affiliazione.

La funzione di valutazione del *bidder* 1 sarà pertanto

$$V_1 = S(S_1, \dots, S_m, X_1, Y_1, \dots, Y_{n-1})$$

e la probabilità di vincita è

$$\Pr\{b_1 = b(X_i) > b_{(1)}\} = F_{X_{(1)}}(b^{-1}(b_i))$$

dove $F_{X_{(1)}}(b^{-1}(b_i))$ indica la probabilità che la valutazione del *bidder* 1 sia superiore alla più elevata tra le valutazioni degli avversari.

Il problema sarà ancora quello di massimizzare il profitto atteso, ma con l'avvertenza che le valutazioni vengono modificate dalle informazioni che si diffondono nel corso dell'asta.

Milgrom e Weber dimostrano che la diffusione delle informazioni non rende più valido il risultato estratto dal modello IPV, cioè il Teorema di Equivalenza dei Ricavi; in altri termini, le aste non possono più essere considerate strategicamente equivalenti. Essi trovano invece un vero e proprio *ranking* in termini di efficienza delle aste. Sinteticamente i risultati sono così riassunti:

- L'asta inglese genera ricavi più elevati rispetto alla SPSB in quanto nella prima asta viene diffusa una quantità maggiore di informazioni, i *bidder* sono in grado di modificare le loro valutazioni e quindi fanno un'offerta equivalente alla loro più alta valutazione, mentre nella SPSB permane il problema dell'incertezza relativa alla probabilità di vittoria, dovuta alla segretezza della procedura di aggiudicazione del prezzo.
- Per lo stesso motivo, la SPSB è superiore alla FPSB e alla *dutch auction*, dove permane l'incertezza anche sul ricavo atteso a causa della scarsità delle informazioni diffuse nel corso di tali procedure.

- Conseguentemente, la miglior politica per il banditore per far sì che i *bidders* siano incentivati a offrire a livelli prossimi alla loro valutazione e quindi ad alzare i ricavi sarà quella di diffondere nel corso dell'asta la massima quantità di informazioni. A fronte di tale risultato, è evidente per il banditore la preferenza per un modello di asta aperta ascendente.

La motivazione intuitiva di tale risultato è dovuta a quello che Milgrom e Weber chiamano *Linkage Principle*. Nella misura in cui i prezzi in un'asta dipendono da informazioni non a disposizione dei *bidders* e nella misura in cui tali variabili sono correlate alla stima compiuta dai singoli partecipanti attraverso la condizione di affiliazione, allora il prezzo finale è statisticamente correlato a quest'ultima stima. Ciò implica che il risultato dell'asta interagisce in maniera più o meno forte a seconda delle informazioni diverse da quelle private che il meccanismo d'asta rende disponibili ai *bidders*. Un'asta inglese aperta è per definizione l'asta che rende disponibili il maggior numero di informazioni, attraverso le interazioni che si determinano nel gioco al rialzo tra i competitori. Ovviamente, è minore il contenuto informativo che sono in grado di mettere a disposizione le procedure chiuse di asta; il ranking tra esse è invece determinato dal fatto che le procedure di primo prezzo hanno tutte una regola di comportamento efficiente per cui i concorrenti sono portati a dichiarare un *bid* superiore alle loro valutazioni ed inoltre tale differenza cresce in valore assoluto al diminuire del numero di concorrenti. Ciò implica che in termini di ricavo per il banditore la FPSB è certamente l'asta meno efficiente, anche se i vincitori in queste aste sono in grado di ottenere certamente posizioni di rendita e tendono a preferire queste procedure⁵.

1.2.3 Common value model

Il modello polarmente opposto a quello IPV è il cosiddetto *common value model* che rappresenta il caso estremo di interdipendenza delle valutazioni: il bene in vendita ha un valore fisso ed identico per tutti i partecipanti, ma nessuno di essi lo conosce con

⁵ Per una dimostrazione rigorosa si rimanda direttamente a Milgrom e Weber (1982) o a Milgrom (1987).

certezza. Ciascun *bidder* è solo in grado di formulare una stima del vero valore formata sulla base di un segnale informativo privato. E' questo il caso ad esempio della vendita di una risorsa pubblica per lo svolgimento di un'attività economica da parte di imprese che condividono una stessa tecnologia e hanno quindi le stesse prospettive di profitto, ma diversi segnali relativi alle condizioni in cui si troveranno ad operare.

La nascita dei modelli a valor comune è assai singolare poiché deriva dalla necessità di spiegare un singolare fenomeno emerso dalla pratica concreta delle aste. Fin dalla prima metà degli anni Cinquanta, negli Stati Uniti, era pratica comune quella di assegnare i diritti di sfruttamento di particolari risorse naturali, in particolare di petrolio, tramite meccanismi d'asta. Verso l'inizio degli anni Settanta, si è presentata una situazione assai peculiare caratterizzata da bassi o nulli profitti per le imprese aggiudicatari. Tale fenomeno, cui ben presto fu attribuito l'appellativo *winner's curse* (maledizione del vincitore), non aveva ancora una spiegazione in termini economici, ma la sua pervasività faceva in effetti ritenere che fosse all'opera un qualche fenomeno occulto, legato in qualche modo ad un errato uso dell'informazione diffusa nell'asta da parte di imprese vincitrici.

A partire da questa osservazione empirica, la letteratura economica ha elaborato il modello di asta *common value* in cui il giacimento è l'oggetto di valore incerto (la quantità di risorse estraibili ed il costo di estrazione è ignoto al momento dell'asta e verrà accertato solo al momento dell'effettivo esercizio da parte della sola impresa vincitrice). Le singole imprese possono al massimo formulare *bids* basati su stime individuali del vero valore e, a tal fine, i segnali informativi possono essere rappresentati dall'esito di una preventiva attività di trivellazione di tratte adiacenti o di studio geologico dell'area. L'emergere del *winner's curse* è spiegato, allora, da un lato, dall'imperfetta conoscenza del valore della risorsa d'asta e, dall'altro lato, dalla regola di aggiudicazione al maggior offerente per cui normalmente l'impresa che vince l'asta è anche quella che ha formulato una previsione più "ottimistica" circa il valore del giacimento.

La diffusione di informazioni pubbliche, o comunque non esclusive alla sfera di determinazione del singolo *bidder*, permette di ridurre l'incertezza relativa alla propria valutazione, riducendo quindi il grado di *winner's curse*. In termini di *policy*, il conseguente strumento derivante dal risultato teorico di Milgrom e Weber è che il

banditore dell'asta ha tutto l'interesse a rendere pubblica la massima quantità di informazioni, in modo da massimizzare i ricavi estraibili dall'asta. La gestione efficiente delle informazioni è pertanto particolarmente importante nelle aste *common value*, essendo i segnali sparsi tra i partecipanti.

1.3 Il caso di beni multipli

I risultati evidenziati finora si riferiscono ad un contesto in cui è posto in vendita un unico bene indivisibile. Nella realtà, però, si incontrano sovente meccanismi di aste multiple. Pertanto si è reso necessario estendere tali risultati al caso di una molteplicità di beni venduti in una stessa sessione. Per un'accurata descrizione delle peculiarità di questo tipo di aste si veda Napolano (2000). Nel seguito si descrivono brevemente i principali aspetti da tenere in considerazione.

- L'estensione dei modelli dalle aste a singolo bene a quelli in cui ne sono venduti una pluralità fa sì che le regole di pagamento considerate per i vincitori siano tre: *i)* ciascun vincitore paga un prezzo pari al suo bid (regola che caratterizza un'asta *discriminatoria*); *ii)* ciascun vincitore paga un prezzo identico pari al più basso tra i bids vincenti; *iii)* ciascun vincitore paga un prezzo identico pari alla maggiore delle offerte non-vincenti (regola tipica di un'asta *competitiva*).
- Assume fondamentale importanza la scelta della procedura temporale dell'assegnazione dei beni. E' infatti possibile ipotizzare due differenti modalità: una che assegna i beni uno per uno, costruendo una successione di aste singole (*asta sequenziale*); un'altra che prevede che tutte le unità siano attribuite simultaneamente, e ciascun potenziale acquirente può formulare contemporaneamente offerte relative ad una pluralità di unità (*asta simultanea*). I due modelli di asta sono indifferenti nel caso in cui sono in vendita beni identici. Le due procedure hanno proprietà notevolmente differenti invece quando sono posti in vendita beni con caratteristiche differenti.

L'estensione dei risultati classici ottenuti nelle aste in cui viene assegnato un singolo bene è in realtà possibile unicamente nell'ipotesi in cui i beni messi in vendita siano tra loro identici e ogni bidder possa vincere un solo bene; con questa ipotesi è quindi possibile estendere i risultati sia di Vickrey (1962) che di Milgrom e Weber (1982).

Non è però possibile ottenere un risultato sintetico che permetta di confrontare aste sequenziali e aste simultanee. Weber (1983) effettua il confronto a livello intuitivo attraverso l'applicazione del Linkage Principle e afferma la superiorità dell'asta sequenziale, in quanto i partecipanti a tali aste man mano che procede la sequenza di aste otterrebbero sempre più informazioni relativamente al vero valore del bene, riducendo così il rischio di winner's curse.

Un'asta simultanea secondo Weber invece genera maggiore incertezza tra i partecipanti i quali devono presentare offerte su più beni in modo da evitare il rischio di non ottenere nulla qualora vengano sconfitte nell'asta in cui avevano concentrato le loro offerte. Le strategie diventano allora troppo complesse e diventano difficili da controllare per il bidder.

Questo risultato non risulta però convincente in quanto appare difficile ritenere che un'asta simultanea, qualora si tratti di un'asta aperta, convogli un numero inferiore di informazioni rispetto alle aste sequenziali, potendo i bidder apprendere dal comportamento di più attori su diversi beni.

Inoltre l'evidenza empirica sembra non sostenere l'ipotesi di Weber; se infatti fosse valida la sua interpretazione, si dovrebbe osservare un processo di salita dei prezzi nel corso delle aste, mentre invece empiricamente si osservano processi contrari; al procedere delle aste tendenzialmente infatti il prezzo offerto diminuisce. Questo fenomeno, chiamato "*afternoon effect*" è spiegabile sia attraverso l'avversione al rischio degli operatori, i quali per avere la garanzia di ottenere almeno un bene sono disposti a fare elevate offerte nel corso delle prime aste, sia attraverso comportamenti strategici che gli agenti possono mettere in atto consapevoli del fatto che l'offerta sulle prime unità del bene modifica la percezione del valore delle unità successive da parte dei concorrenti. In effetti alcuni bidder con alte valutazioni del bene potrebbero porre basse offerte nel corso delle prime aste in modo da segnalare agli altri partecipanti una bassa

valutazione del bene; in questo modo potrebbero ottenere il bene nel corso delle aste seguenti a prezzi inferiori, essendo diminuita la competizione data l'uscita di alcuni concorrenti. L'asta avrebbe pertanto un risultato complessivamente inefficiente, determinato dalla distorsione della relazione tra valutazione del bene e offerte effettivamente presentate⁶.

La letteratura più recente pare quindi orientata ad un certo favore nei confronti delle aste simultanee, aspetto che risulta rafforzato quando si vanno ad analizzare le caratteristiche di aste multi-oggetto in cui sono venduti beni diversi. Nel momento in cui un'asta vende una pluralità di beni differenti infatti si verificano due fenomeni che rendono quasi completamente inutilizzabili i risultati della teoria standard.

I casi sono:

1. *La presenza di effetti di complementarità (sinergie) tra i beni.* Nel momento in cui i beni in vendita non sono tutti uguali, potrebbero verificarsi casi in cui i partecipanti all'asta siano interessati non tanto all'acquisto del singolo bene, quanto al possesso di un qualche determinato insieme di beni. In questo caso potrebbe accadere che la valutazione di un bene sia nulla nel caso in cui questo fosse l'unico bene acquistabile, positiva qualora acquistata insieme ad altri beni, o viceversa, che il bene venga valutato meno se acquistato per una qualche ragione insieme ad altri. Se si verifica questo fenomeno salta la relazione tra valutazione del bene e presentazione delle offerte, e diventa pertanto problematico dare una definizione di efficienza in senso allocativo di un'asta; manca pertanto un criterio di ottimalità che discrimini tra le aggregazioni possibili. Diventa quindi necessario ricorrere a criteri di efficienza esterni al meccanismo d'asta, ossia prospettare soluzioni ad hoc per i singoli casi il che genera gravi problemi metodologici e teorici.
2. *L'asimmetria tra i bidder.* Nelle aste con beni diversi si può tranquillamente presumere che partecipino ad essi soggetti portatori di interessi diversi, ossia

⁶ Per una trattazione formale del problema vedi McAfee e Vincent (1993).

disposti ad acquistare un bene ma totalmente disinteressati ad altri. Dal punto di vista teorico ciò fa cadere una delle ipotesi su cui si basa tutta la letteratura, ossia che i bidder estraggano le proprie valutazioni dalla medesima funzione di probabilità (ipotesi di simmetria). La formulazione delle strategie è quindi basata su funzioni diverse, ossia su criteri non comparabili l'uno con l'altro. Le valutazioni dei bidders divengono endogene (Krishna, 1993), in quanto il valore di un bene diventa correlato all'allocazione degli altri. Dal punto di vista analitico il problema diventa estremamente complesso, in quanto bisogna tenere in considerazione anche le caratteristiche di ciascun bidder.

3. Nelle aste in cui sono venduti beni diversi può avere senso permettere l'*utilizzo di package bids*. Si tratta di offerte definite per l'acquisto congiunto di più beni. Si faccia l'esempio di un'asta per le compagnie aeree in cui il bene in vendita è il diritto di istituire voli tra due o più località. E' evidente che si deve permettere alle compagnie di fare offerte concernenti almeno due aeroporti, al fine di evitare la situazione assurda nella quale è previsto un volo per il quale non è garantito l'atterraggio in qualche località preventivamente definita. Un'offerta che riguarda inderogabilmente un insieme $n > 1$ dei $k \geq n$ beni offerti in un'asta è detta *package bid*. Anche se è stata dimostrata la loro superiorità teorica rispetto alle offerte su singoli beni (nel caso in cui siano presenti effetti di complementarità tra i beni in vendita), sono tuttora preferiti meccanismi di offerta e aggiudicazione relativi al singolo bene. Infatti nelle aste in cui sia ammessa l'opportunità di usare package bids si presenta una difficoltà gestionale causata dal fatto che il meccanismo di aggiudicazione del singolo bene (per il quale possono esserci offerte singole quanto package bids nelle quali il bene è parte di un pacchetto che ne comprende altri) diventa estremamente complesso.

Queste problematiche rendono talmente complesso il problema analitico che mancano attualmente modelli in grado di formalizzare questi punti e quindi di ottenere un risultato di riferimento per questa branca della teoria delle aste.⁷

⁷ Alcuni risultati parziali sono stati ottenuti da Krishna e Rosenthal (1996).

Capitolo 2

Le aste procurement

Dopo una breve panoramica sulla teoria delle aste concentriamo la nostra attenzione sulla *procurement auction*, cioè il caso in cui una pubblica amministrazione vuole assegnare ad un privato un contratto di appalto o fornitura per l'approvvigionamento di beni, prestazioni lavorative di opere o servizi.

Questo genere di contratti appare come una “fondamentale necessità del settore pubblico di ottenere risorse per finanziare la spesa pubblica e/o per diminuire la pressione tributaria” (Dimitri *et al.*, 2006) nata a causa del deterioramento delle finanze pubbliche e dell'incremento della concorrenza globale. Questi contratti hanno recentemente registrato un rapido incremento sia nel numero che nell'importo, arrivando a coprire nel 2007 una quota pari circa al 15% del PIL nei paesi dell'OCSE e una cifra ancora più elevata in molti altri Paesi (OCSE, 2007).

2.1 Inadempienza e incompletezza contrattuale

I benefici di tali contratti, derivanti per esempio dall'efficienza allocativa e produttiva, possono però essere velocemente vanificati dai costi che spesso insorgono per due cause.

- Incompletezza contrattuale, che si presenta in seguito a modifiche delle caratteristiche iniziali del bene o servizio di cui in contratto, dovute a disegni e specifiche inadeguate, e comporta spesso aggiustamenti sul prezzo che possono includere significativi adattamenti e costi di rinegoziazione.
- Inadempienza contrattuale, causata sostanzialmente da una sottovalutazione dei costi da parte dei *bidder*⁸.

Pertanto la pubblica amministrazione si trova costretta a sostenere costi aggiuntivi, come indire una nuova asta (con nuovi costi di pubblicità), differire di alcuni mesi la realizzazione del progetto, oltre alla possibile nascita di contenziosi legali per ottenere l'adempimento del contratto. Risulta, infatti, difficile (o proibitivamente costoso) specificare tutte le caratteristiche che l'opera in questione dovrà avere in un livello di dettaglio che permetta a un giudice di valutare con sufficiente precisione se sia avvenuta un'inadempienza del contratto di servizio.

Per scongiurare la possibilità che i *bidder* abbiano scarsa credibilità finanziaria o siano così eccessivamente spinti nelle loro offerte da non poterle poi onorare è necessario che l'amministrazione pubblica attui un processo di *monitoring*, cioè di verifica della sostenibilità economica delle singole offerte da parte dell'impresa offerente. Ciascun offerente è quindi tenuto a presentare la giustificazione economica del *perché* è in grado di eseguire quel determinato lavoro offrendo un certo ribasso sulla base d'asta, indicando la quantità di materie prime e di forza-lavoro che utilizzerà. Tra le imprese è di fatto diffusa l'abitudine di pensare prima di tutto a vincere l'asta e solo in un secondo tempo a decidere sulla convenienza della realizzazione dell'opera. Nel caso non lo fosse, è infatti possibile dichiarare fallimento oppure chiedere la rinegoziazione del prezzo (pratica di chiedere un pagamento maggiore al committente adducendo costi non previsti o minacciando l'inadempienza). Si pensi ad esempio alle imprese di piccole dimensioni, per le quali la dichiarazione di fallimento non comporterebbe gravi perdite economiche (possono chiudere e riaprire sotto nome differente).

⁸ Per un approfondimento si può consultare Palazzi (2009)

Tutto ciò porta al *trade-off* tra scegliere l'impresa che pratica il prezzo più economico o quella che, pur chiedendo una maggior remunerazione, ha la maggior probabilità di portare a termine il progetto.

Va precisato che il complesso di considerazioni fatte nei precedenti capitoli riguardano aste unidimensionali, nelle quali il vincitore viene selezionato sulla base di un unico parametro che caratterizza l'offerta (ad esempio il prezzo). Tuttavia, la maggior parte delle aste di tipo *procurement* si caratterizzano per una molteplicità di parametri da considerare (aste multidimensionali). Si pensi ad esempio alla fornitura di un'autoambulanza per un ospedale: la specificazione nel contratto delle sue caratteristiche (ad esempio l'affidabilità e la sicurezza del velivolo) ha evidentemente la stessa importanza del suo prezzo. Di conseguenza la scelta del vincitore risentirà di queste considerazioni.

2.2 Italia: criteri per la scelta dell'offerta vincente

La legislazione italiana in materia di appalti pubblici è caratterizzata da molti anni di cambiamenti e aggiustamenti continui indotti sia dall'esigenza di adeguamento al diritto comunitario, sia dalla necessità di reagire a fenomeni di malamministrazione e corruzione (specie negli anni "post Tangentopoli" in reazione alla quale è stata approvata la Legge Merloni, Legge n. 109 del 11 febbraio 1994 - *Legge quadro in materia di lavori pubblici*) sia per ovviare al problema dell'inadempienza.

Il 12 aprile 2006 la Legge Merloni è stata in parte abrogata e sostituita dal D.L. 163/2006 (*Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture* in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE), pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 100 del 2 maggio 2006.

Come citato nella sezione V del *Codice dei contratti*, nei contratti pubblici la migliore offerta viene selezionata con il criterio del prezzo più basso o con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa. Le stazioni appaltanti scelgono, tra i due criteri, quello più adeguato in relazione alle caratteristiche dell'oggetto del contratto, e possono decidere di non procedere all'aggiudicazione se nessuna offerta risulti conveniente o idonea. Inoltre quando il criterio di aggiudicazione è quello del prezzo

più basso, la stazione appaltante *può* prevedere nel bando l'esclusione automatica dalla gara delle offerte che presentano una percentuale di ribasso pari o superiore ad una determinata soglia di anomalia.

Tutti i contratti di appalto vengono assegnati mediante presentazione di offerte in busta chiusa da parte delle imprese che intendono partecipare alla gara⁹. Tale scelta è dovuta al fatto che, rispetto alle aste in forma orale, il risultato è molto meno certo: ogni partecipante all'asta, infatti, può presentare un'unica offerta che non può essere modificata. Inoltre, non potendo sfruttare le informazioni dovute alla sequenzialità dell'asta, la collusione tra gli offerenti è meno probabile¹⁰.

2.2.1 Aste al massimo ribasso

Ciascun concorrente invia la propria valutazione del prezzo che richiede per l'esecuzione del contratto e vince chi offre un maggiore ribasso rispetto alla base di asta, cioè chi per esempio per l'esecuzione di un lavoro si offre di svolgerlo al costo minore.

Questo rappresenta il più logico procedimento d'asta ed ha il vantaggio di essere economicamente conveniente per l'ente pubblico, ma per contro costringe la Pubblica Amministrazione ad un alto rischio di inadempienza da parte dell'impresa. Infatti non è raro che ci siano imprese che, invece di adempiere al contratto, puntano sulla speculazione e quindi rischiano un ribasso più elevato per avere una maggiore probabilità di vincere l'asta.

Il *monitoring* è molto utile per ridurre il problema ma comporta costi elevati che soprattutto i piccoli enti appaltanti non possono permettersi.

2.2.3 Aste con offerta economicamente più vantaggiosa

Con tale procedura l'offerta viene valutata in base a molteplici criteri pertinenti alla natura, all'oggetto e alle caratteristiche del contratto, quali, a titolo esemplificativo: il prezzo; la qualità; il pregio tecnico; il costo di utilizzazione e manutenzione; il termine

⁹ Per un maggiore approfondimento si veda Dalla Fina (2005).

¹⁰ Vedi Capitolo 3.

di consegna o di esecuzione. Per ciascun criterio di valutazione è previsto un fattore di ponderazione.

La commissione giudicatrice attribuirà un punteggio a ciascun elemento dell'offerta e il vincitore sarà colui che ha ottenuto la somma complessiva maggiore.

Questo è potenzialmente un ottimo metodo ma ha il limite di lasciare molta discrezionalità al committente, sia nell'assegnazione dei pesi che nei punteggi. Inoltre, le imprese sono a conoscenza del fatto che la vittoria è determinata anche da altri fattori oltre il prezzo, quindi esse non puntano a offrire ribassi troppo elevati, rendendo quindi meno conveniente l'offerta economica.

2.2.3 Aste con esclusione automatica delle offerte

Questa tipologia di scelta del vincitore è stata utilizzata in Italia a partire dal 1994 con l'entrata in vigore della legge Merloni. A causa di critiche e pressioni da parte della comunità europea, dal 2006 la sua attuazione spetta alla discrezionalità degli enti, mentre dal 2008 il massimo ribasso è diventato obbligatorio per gare con base d'asta superiore al milione di euro e facoltativo per quelle più piccole.

Essa nasce dall'esigenza di assicurare all'amministrazione appaltante che l'aggiudicazione avvenga al prezzo più basso (e quindi al maggior ribasso), ma contemporaneamente di impedire che offerte troppo esigue, che apparentemente consentirebbero un risparmio di spesa, possano portare ad irregolarità nell'esecuzione. Si vuole, infatti, evitare che le imprese vengano indotte ad elevare in misura abnorme i ribassi per assicurarsi i lavori, per poi modificare il contratto frapponendo difficoltà in fase esecutiva, con inevitabili ricadute in termini di corretta realizzazione delle opere e di rispetto dei tempi contrattuali.

Per chiarire nel dettaglio il procedimento con cui viene determinato il vincitore in questa tipologia di asta mi avvalgo di un esempio pratico.

Supposto che ad un bando d'asta partecipino 10 offerenti (per motivi legislativi la regola di esclusione delle offerte anomale non si applica alle gare con meno di cinque offerte valide), nella seconda colonna della Tabella 2.1. sono contenute le offerte di ribasso ordinate in maniera crescente.

Prima di tutto si effettua il taglio delle ali, cioè vengono eliminate le offerte più alte e più basse in numero pari ad una percentuale stabilita (il 10% arrotondato all'unità superiore) - nel nostro esempio la prima e l'ultima.

Si procede a calcolare la media degli otto ribassi validi (7.307) e per i ribassi che superano questa media lo scarto dalla media stessa (colonna 3).

Va ora calcolata la media degli scarti, che in questo caso è 0.389. Sommiamo questo valore alla media e otteniamo il valore della *soglia di anomalia* (7.697). Vengono quindi scartate anche tutte le imprese con offerte superiori a questa soglia - in questo caso le imprese H ed I - e la vincitrice è l'impresa non scartata con ribasso maggiore, cioè G (colonna 4).

Nome impresa	Ribasso percentuale	Scarto	Risultato
impresa A	6,429	tagliata	
impresa B	6,678		
impresa C	6,910		
impresa D	7,210		
impresa E	7,280		
impresa F	7,290		
impresa G	7,570	0,263	vincente
impresa H	7,725	0,418	anomala
impresa I	7,795	0,488	anomala
impresa L	8,050	tagliata	anomala

Tabella 2.1. Esempio di taglio delle ali

E' evidente, però, che tale procedura sfavorisce imprese con costi minori che, se puntassero una cifra bassa per loro sostenibile, verrebbero scartate dalla procedura automatica. Quindi esse sono "costrette" a rialzare il prezzo con la conseguente diminuzione del benessere sociale.

Per lo stesso motivo, le imprese con costi elevati abbasseranno il prezzo incorrendo nel rischio, in caso di vittoria, di inadempienza del contratto e successiva rinegoziazione.

Ciò che è stato previsto teoricamente e osservato empiricamente è che nel tempo le offerte tendono alla convergenza verso un valore preciso rendendo l'assegnazione del vincitore quasi casuale¹¹. Inoltre è favorita la proliferazione di piccole imprese che giocano alla "lotteria" dell'asta per poi, come spesso accade in caso di vittoria, subappaltare l'opera e guadagnare così un surplus senza fare concretamente nulla. Questi aspetti verranno ampiamente discussi nel capitolo successivo.

¹¹ Si veda Marin (2009).

Capitolo 3

Il fenomeno della collusione

Quando più *bidders* si ritrovano a partecipare a diverse aste c'è il rischio che tra le loro strategie nasca una sorta di coordinamento, cioè possono programmare una comune strategia relativa ad alcune variabili (prezzo e/o quantità) con lo scopo di massimizzare il loro profitto atteso congiunto e limitare la competizione tra i partecipanti ad un'asta.

Se tale comportamento è esplicito allora si dice che il gruppo di imprese che “firma” l'accordo a collaborare costituisce un “cartello” (*ring*).

Affinché l'accordo collusivo venga rispettato è necessario però che le imprese appartenenti al *ring* non abbiano benefici maggiori rinnegando l'accordo. Un'impresa, infatti, potrebbe avere la tentazione di deviare unilateralmente dall'azione collusiva in modo da aumentare il proprio profitto. Un incentivo a mantenere l'accordo collusivo potrebbe essere la presenza di una “punizione” da parte degli altri partecipanti al cartello, tale da ridurre notevolmente il profitto del deviatore.

Le leggi statali vietano tali accordi a tutela della Pubblica Amministrazione in quanto ostacolano la formazione di un'effettiva concorrenza tra le imprese e avvicinano il mercato ad una situazione di monopolio. La presenza di collusione ha, infatti, effetti dirompenti sull'efficacia del meccanismo d'asta: i *rings* limitano la concorrenza reciproca a danno degli altri *bidders* e del venditore, che si vede costretto ad assegnare alle imprese private lavori per opere di pubblica utilità con ribassi minori di quelli altresì generati da un modello competitivo. Il reato viene detto “turbativa di gara” (*bid*

rigging) e deve la grande notorietà alle ricorrenti inchieste giudiziarie che richiamano l'attenzione dei media per le notizie d'arresti di pubblici amministratori, funzionari, appaltatori e talora di liberi professionisti.

Nonostante le ingenti risorse (umane e pecuniarie) che ogni anno vengono impiegate nella ricerca delle imprese colpevoli del reato di collusione, risulta difficile per le agenzie che regolano la concorrenza provare l'esistenza di questi accordi con ragionevole certezza, ove si escludano le dichiarazioni spontanee delle persone coinvolte o le intercettazioni ambientali. Casi questi che si verificano troppo di rado se si considera l'effettiva presumibile estensione del fenomeno su tutto il territorio nazionale.

L'esigenza di tutela di tale interesse della pubblica amministrazione (e dei soggetti partecipanti alle gare) è particolarmente pressante ed avvertita nel settore degli appalti di opere pubbliche, in quanto è il settore verso il quale il flusso dei finanziamenti pubblici è senza dubbio il più ingente e dunque il più appetibile.

3.1 Come si collude nei diversi casi?

Un aspetto interessante è valutare la performance delle varie procedure d'asta in rapporto a fenomeni collusivi. A tal proposito, il giudizio comune degli economisti è che la collusione sia più facilmente sostenibile con una procedura aperta rispetto ad una modalità chiusa.

Un asta ascendente, infatti, permette al *ring* sia di inviare segnali già dai primi giri d'offerta, sia di controllare molto più facilmente se un componente del cartello viola gli accordi¹². Inoltre scoraggia gli offerenti più deboli dal partecipare all'asta, diminuendo quindi i giocatori all'interno di essa.

Tutto ciò fornisce una giustificazione del perché il ricorso all'asta chiusa sia prevalente nel settore degli appalti pubblici in cui l'ampiezza dei rischi e la scarsa numerosità dei concorrenti sono una caratteristica ricorrente. La collusione tra gli offerenti è in tal caso meno probabile (anche se ancora possibile) perché i potenziali

¹² La natura di questa tipologia d'asta permette la diffusione di informazioni sulle valutazioni degli offerenti e, nella maggior parte dei casi, ne rivela anche l'identità. Vedi Capitolo 1.

cartelli non possono sfruttare le informazioni dovute alla sequenzialità dell'asta per controllare il comportamento di tutti i suoi membri.

Le strategie utilizzate dalle imprese per falsare il risultato dell'asta variano a seconda del criterio utilizzato dall'ente appaltante per la scelta dell'offerta vincente. In Italia i criteri più comuni sono il massimo ribasso e l'esclusione delle offerte anomale.

3.1.1 Aste al massimo ribasso

In tal caso colludere è molto semplice: basta convincere gli altri potenziali offerenti a non partecipare all'asta. Ad esempio, supponiamo che il bene messo all'asta abbia un valore pari a $V=30$ e che ci siano tre potenziali offerenti con costi di realizzazione rispettivamente pari a: $A=15$, $B=18$ e $C=25$. E' evidente che in caso di massimo ribasso - supponiamo in condizioni normali e di informazione perfetta - vincerebbe A facendo una offerta attorno a 18. Questo è efficiente perché avendo l'impresa A costi minori è giusto che sia lei a svolgere i lavori, anche se essa perde gran parte del surplus che finisce all'ente appaltante. Però se l'impresa A riesce a convincere le altre due imprese a non partecipare, potrebbe vincere l'asta offrendo 27 e remunerando le altre due imprese di 2. Quindi l'impresa A, che in concorrenza perfetta avrebbe avuto un surplus pari a 3, si ritrova nel secondo caso con un surplus pari a 8.

3.1.2 Aste con esclusione automatica delle offerte

In un'asta con esclusione automatica delle offerte è ben più complicato ottenere risultati efficaci da accordi collusivi. In primo luogo è necessario che le imprese che partecipano al cartello siano numerose, affinché riescano a spostare l'equilibrio dell'asta.

Una tecnica ampiamente utilizzata è quella di puntare cifre simili sperando che il ribasso vincente ricada in quell'intervallo e faccia vincere uno della cordata. Il rischio è che l'asta degeneri in una lotteria dove tutti puntano la stessa cifra e il vincitore viene scelto a caso. Un esempio in tal senso si trova in Sicilia (Marin, 2009).

Una tecnica più elaborata è il *Jump bidding*, con la quale si identifica il comportamento di quelle imprese che partecipano ad un'asta non per vincere ma per pilotarne la media, così da favorire le altre imprese del *ring*. Essa deve il suo nome al fatto che se si osserva il grafico della distribuzione dei ribassi ordinati in senso crescente si possono notare dei salti, cioè delle puntate molto più alte di quelle appena precedenti. Le puntate dopo i salti sono con ogni probabilità pilotate per alzare la media e far vincere un altro componente della cordata.

Gli offerenti non hanno tardato a concludere che la possibilità di vittoria è quasi una "lotteria" tra coloro che hanno fatto una puntata simile, e quindi partecipare con due "biglietti" raddoppia le probabilità di vittoria. Molto frequente è quindi il ricorso a ditte "figlie" che partecipano alle stesse aste ma che, in caso di vittoria, lascerebbero l'esecuzione dei lavori alla ditta "madre". Questa tecnica, detta *Shill Bidding*, nella pratica funziona come la precedente: le imprese fanno offerte molto simili tra loro così da influenzare la media dell'asta e avere una maggiore probabilità di ricadere nell'intervallo che comprende il ribasso vincente.

3.2 La distribuzione dei ribassi

Si pone a tal punto un interrogativo fondamentale: è possibile, dalla sola osservazione della distribuzione dei ribassi offerti dai concorrenti, rilevare la presenza di collusione?

Nessuna conclusione certa può essere tratta; studiare la forma dell'istogramma dei ribassi ci dà però una prima indicazione delle aste che hanno una maggiore probabilità di essere state falsate dai partecipanti, e cioè quelle le cui distribuzioni si discostano dalla distribuzione "teorica" basata su una sana competizione dei concorrenti.

In assenza di accordi collusivi sarebbe logico attendersi che i valori dei ribassi fossero tendenzialmente concentrati attorno ad una fascia ragionevolmente limitata. Questo è dedotto dal fatto che se l'offerta è attentamente valutata e a meno di condizioni particolarmente favorevoli (per esempio economie di scala o cantieri attivi nelle vicinanze del luogo dei lavori), le imprese partecipanti dovrebbero avere costi e informazioni simili tra loro e quindi essere indotti a presentare lo stesso ribasso. Se tali

considerazioni sono corrette è allora lecito supporre che i ribassi siano distribuiti secondo la legge normale.

Tale distribuzione avrà caratteristiche differenti a seconda si tratti di aste con esclusione automatica o di aste al massimo ribasso: nel primo caso le offerte saranno molto concentrate, nel secondo la normale assumerà una forma più schiacciata. Questo perché nell'esclusione automatica le offerte “anomale” vengono scartate, quindi per vincere bisogna fare offerte appena inferiori alla media. Oppure, come cercano di fare le cordate, influenzare la media con puntate molto simili fra loro, che escludono il 20% delle altre offerte per il taglio delle ali.¹³

Tendenze dei ribassi alternative alla legge normale possono essere le seguenti:

1. La prima (si veda un esempio in Figura 3.1.) è caratterizzata da un andamento che è approssimabile ad una distribuzione uniforme. Essa è tipica delle aste in cui vi è assenza di concorrenza, in cui le imprese partecipano semplicemente per spostare la media e far vincere quelle che puntano un valore più tendente al centro della distribuzione. L'interesse alla partecipazione alla gara è dovuto al cosiddetto “principio della rotazione” nei cartelli, secondo il quale l'impresa vincente dovrebbe cambiare nel tempo.

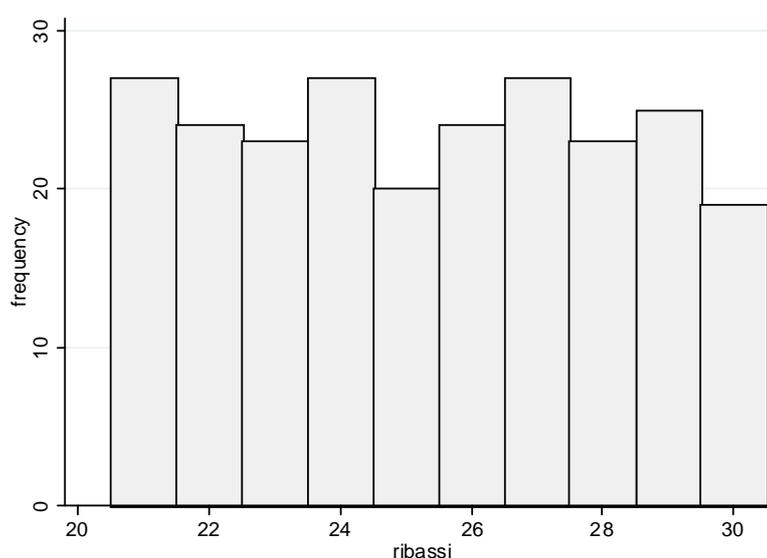


Figura 3.1. Distribuzione dei ribassi uniforme

¹³ Per maggiori approfondimenti vedi Noventa (2009)

2. Una seconda tipologia molto frequente di distribuzione dei ribassi è caratterizzata dal cosiddetto fenomeno delle “cordate”, cioè dalla presenza di valori concentrati solo in determinati intervalli e dall’assenza di ribassi in ampie fasce interne alla distribuzione - a meno di qualche partecipante esterno all’accordo (Figura 3.2.). Qui la concorrenza sembra esplicarsi tra i gruppi di offerte (le cordate) che cercano di spostare la media e far vincere qualcuno al proprio interno. Al riguardo è stato altresì rilevato che la strategia utilizzata consta nel fare puntate molto simili all’interno della cordata e nel lasciare uno spazio (in termini di ribasso) all’offerta designata vincente. Poiché la legge assegna la vittoria al concorrente la cui offerta si trovi appena al di sotto della soglia di anomalia, la probabilità che tale soglia ricada proprio in questo intervallo è quindi molto più alta.

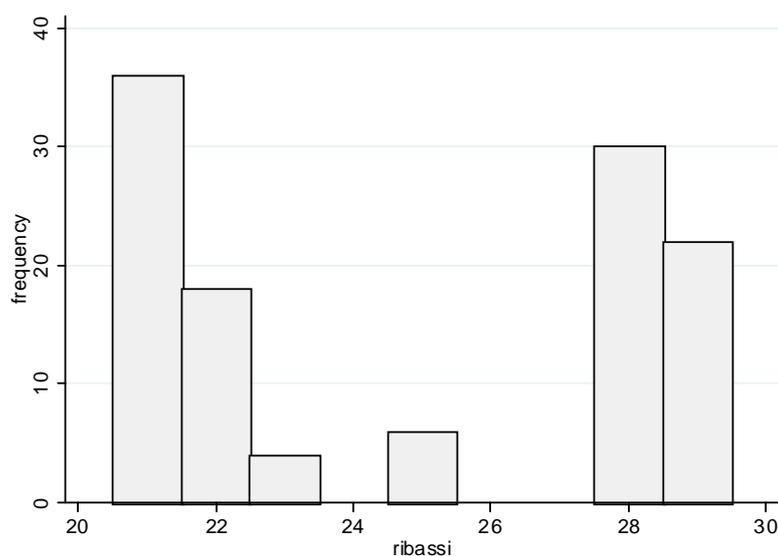


Figura 3.2. Distribuzione dei ribassi nel caso di cordate

3. Una terza tipologia di distribuzione (Figura 3.3.) è contraddistinta da un andamento asintotico, cioè nel grafico si ottiene un blocco di offerte che si concentra attorno ad una determinata soglia mentre i rimanenti ribassi tendono a crescere linearmente. Tale andamento è per lo più tipico di alcune grandi amministrazioni aggiudicatrici e la forma asintotica è dovuta sostanzialmente a due aspetti concomitanti: un certo numero di operatori non è condizionabile e si colloca al di fuori delle cordate dominanti; tra i soggetti della soglia sussistono

concreti interessi organizzativi che condizionano l'esecuzione del lavoro, quali ad esempio la “condivisione” di macchinari.

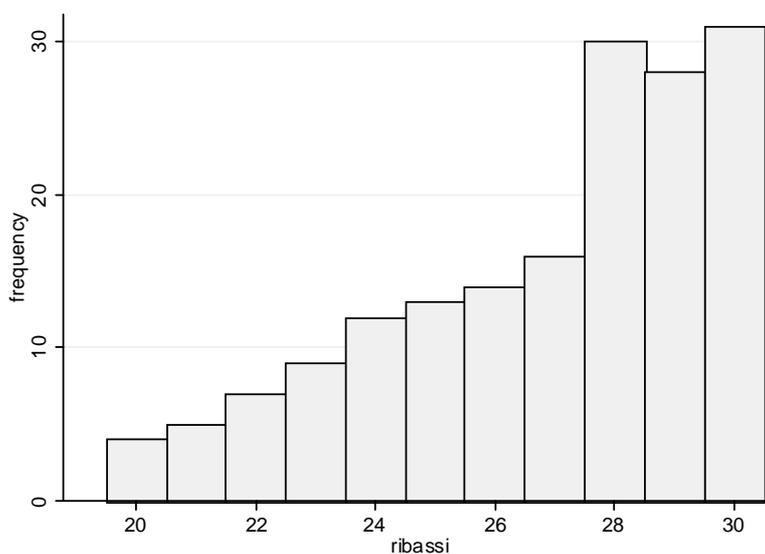


Figura 3.3. Distribuzione dei ribassi in caso di andamento asintotico

3.3. Individuazione dei fenomeni collusivi

La letteratura ci fornisce contributi importanti sullo studio della collusione, ma in particolare è stato decisivo l'apporto di Bajari e Ye (2003) riguardo al problema dell'individuazione di tale fenomeno.

Essi hanno identificato due condizioni necessarie e sufficienti affinché un insieme di offerte venga generato da un modello di offerta competitivo: l'indipendenza condizionale e la scambiabilità.

Se entrambe le condizioni sono soddisfatte, un'analisi dei dati d'offerta non può rifiutare l'ipotesi che le imprese in questione si siano comportate seguendo regole competitive; al contrario schemi d'offerta che non soddisfano queste condizioni sono sintomo di possibile collusione. Tuttavia non è da escludere la possibilità che un cartello sia tanto abile da presentare delle offerte che soddisfino entrambi i requisiti. Infatti, anche se questi test aiutano ad individuare gli scostamenti da un comportamento competitivo, non stabiliscono direttamente se tale deviazione è il risultato di un accordo illegale o semplicemente di una cattiva modellazione delle strutture di costo. Essi

andrebbero quindi integrati con altri test e verifiche che - come suggerito da Bajari e Ye (2003) - si avvalgano di informazioni aggiuntive sulla struttura dei costi e sui ricavi osservati nel mercato.

3.3.1. L'indipendenza condizionale

In assenza di collusione, prima di presentare un'offerta, ciascuna impresa tiene conto delle stime dei propri costi e di quelli che gli altri *bidders* devono sostenere per la realizzazione dell'opera richiesta dall'ente pubblico. Ciascun offerta sarà quindi funzione di tutta l'informazione pubblicamente disponibile sia sulle imprese rivali (la loro locazione, le risorse ancora disponibili, l'esperienza precedente nel mercato...) che sulla gara di appalto, in aggiunta all'informazione riservata che ciascuna impresa detiene riguardo ai costi che influenzano solo la sua offerta. In una situazione di questo tipo, e al netto della componente dell'offerta influenzata dalle informazioni pubbliche, ogni *bidder* arriverebbe in modo indipendente alla formulazione della propria offerta.

Sulla base di tali considerazioni, la proprietà di indipendenza condizionale implica che, dopo aver tenuto conto degli aggiustamenti dovuti alle informazioni pubblicamente disponibili, le offerte non dovrebbero più essere correlate. Il nome stesso suggerisce che essa deve valere "ceteris paribus", cioè a parità di condizioni.

In caso di cartello, invece, tutti i suoi membri si accorderanno preventivamente sulla strategia da seguire e, di conseguenza, le loro offerte risulteranno a due a due correlate. Bisogna, però, prestare attenzione poiché la correlazione potrebbe anche essere dovuta al fatto che con il taglio delle ali le imprese, anche con costi differenti, puntino ad offrire ribassi sempre più simili tra loro; in questo caso non si tratterebbe di collusione ma di semplice volontà di non vedere la propria offerta tagliata.

Per testare la condizione di indipendenza condizionale bisognerà innanzitutto raccogliere tutta l'informazione pubblica disponibile e isolare la componente delle offerte da essa influenzata. Sarà quindi necessario regredire l'offerta sulle caratteristiche osservabili che influenzano il costo di realizzare il progetto da parte di ciascuna impresa in modo da isolarne l'influenza di ciascuna. Ad esempio si può utilizzare la distanza dell'impresa dal luogo di esecuzione del progetto (Bajari e Ye, 2003), e se i dati lo permettono, la serie storica della partecipazione alle aste e degli

appalti aggiudicatisi nel tempo da ciascuna impresa. Si cerca in questo modo di “prevedere” quale sarà la puntata di un concorrente, nell'ipotesi che la sua condotta sia esente da collusioni.

Una volta effettuata questa analisi sarà quindi necessario concentrarsi sui residui della regressione, che naturalmente contengono la componente delle offerte non osservabile, e testare se vi è o meno correlazione tra di essi. La correlazione tra i residui di una generica coppia di imprese darà un valore non significativamente diverso da zero nel caso di indipendenza, un valore positivo se le imprese appartengono allo stesso cartello e un valore negativo se appartengono a cartelli diversi.

3.3.2. La proprietà di scambiabilità

La seconda condizione del modello competitivo è la scambiabilità. Brevemente, essa implica che una volta posti nelle stesse condizioni tutti i *bidders* dovrebbero comportarsi nello stesso modo. Insomma, se si permutassero tra le imprese i fattori pubblicamente osservati che influenzano i costi o altre informazioni che usano per desumere le loro offerte, se vale la scambiabilità, le offerte dovrebbero permutare allo stesso modo.

Al contrario, nel caso di presenza di collusione, questo secondo criterio potrebbe fallire perché permutando le condizioni potrebbero anche cambiare le strategie del cartello e dunque le offerte potrebbero anche risultare diverse e non solo permutate.

Nell'analisi che segue, non sarà però possibile verificare empiricamente tale condizione in quanto peculiare delle aste FP, che come vedremo ne saranno escluse.

3.4. Una proposta: il modello ad effetti fissi

Come descritto nel precedente paragrafo, un metodo classico per la verifica della presenza di collusione consiste nel considerare un modello di regressione in cui l'offerta di ciascuna impresa dipende da una serie di variabili pubblicamente disponibili, analizzandone poi i residui. Essi catturano tutto ciò che non viene spiegato

da tali variabili, e se risultano tra loro correlati possono essere considerati un segnale di coordinamento tra le imprese.

Supponendo, però, che vi siano due imprese simili (si trovano alla stessa distanza dal luogo dei lavori, hanno lo stesso numero di dipendenti, hanno lo stesso fornitore, ecc.) che partecipano alla stessa asta, ci si aspetta che in assenza di collusione esse offrano un simile ribasso. Di conseguenza, se nel modello di regressione si considerasse ad esempio la sola esplicativa “distanza”, omettendo le altre variabili, allora i residui delle due imprese risulterebbero di sicuro correlati, anche se effettivamente non vi è alcun tipo di accordo tra di esse.

Il problema, quindi, sta nel trovare una lista adeguata di variabili esplicative che faccia scongiurare l’omissione di fattori esplicativi rilevanti, i quali possono essere di tipo diverso: (i) variano tra imprese ma sono costanti tra aste (ad es. le certificazioni richieste); (ii) variano solo tra aste (ad es. base d’asta); (iii) variano in entrambe le direzioni (ad es. distanza dell’impresa dal luogo di svolgimento dei lavori). C’è inoltre da considerare che non tutti i fattori che influenzano la valutazione dell’impresa sono osservabili o resi pubblici.

Una soluzione a tale problema è possibile nel caso di aste multiple, cioè quando le osservazioni su ciascuna coppia asta - impresa vengono ripetute per lotti diversi. Essa ci è fornita dal modello ad effetti fissi.

Siamo in presenza di dati di tipo panel: per una stessa unità statistica “impresa – asta multipla” vengono rilevate informazioni relative a più lotti. Supponendo di avere N imprese che partecipano a T aste multiple, ciascuna costituita a sua volta da K_j lotti (per semplicità espositiva consideriamo $K_j = K \quad \forall j$), il modello ad effetti fissi si presenta come segue:

$$y_{ijk} = \beta x_{ij} + \alpha_{ij} + u_{ijk} \quad (3.1)$$

dove:

- y_{ijk} è il ribasso percentuale offerto dall’impresa i nel lotto k dell’asta j ;
- x_{ij} è la variabile osservata dell’impresa i nell’asta multipla j ;

- α_{ij} è la componente non osservabile, che indica l'effetto specifico dell'impresa i nell'asta multipla j e fisso nei lotti di una stessa asta multipla;
- u_{ijk} è il "tradizionale" disturbo stocastico.

La proprietà fondamentale degli errori u_{ijk} , oltre all'usuale media nulla, è l'esogenità stretta rispetto alle caratteristiche, osservabili e non, della coppia impresa - asta multipla:

- $E[u_{ijk}] = 0 \quad \forall i = 1 \dots N, \forall j = 1 \dots T \text{ e } \forall k = 1 \dots K;$
- $E[u_{ijk} | x_{ij}, \alpha_{ij}] = 0 \quad \forall i = 1 \dots N, \forall j = 1 \dots T \text{ e } \forall k = 1 \dots K.$

Partendo dal presupposto che le imprese per colludere devono coordinare le loro offerte nei lotti, allora queste dovrebbero risultare correlate tra le imprese che si accordano. Pertanto ciò che ci interessa conoscere è, per ogni coppia (s,t) d'impresе, la correlazione tra i ribassi offerti da esse in ciascun lotto. Assumendo per semplicità, senza perdita di generalità, che le variabili in (3.1) siano tutte a media nulla, la correlazione fra le offerte dipende dalle seguenti componenti:

$$\begin{aligned} E[y_{sjk} y_{tjk}] &= E[(\beta x_{sj} + \alpha_{sj} + u_{sjk}) \cdot (\beta x_{tj} + \alpha_{tj} + u_{tjk})] = \\ &= \beta^2 E[x_{sj} x_{tj}] + \beta E[x_{sj} \alpha_{tj}] + \beta E[x_{tj} \alpha_{sj}] + E[\alpha_{sj} \alpha_{tj}] + E[u_{sjk} u_{tjk}] \end{aligned}$$

Dipendendo dalle caratteristiche delle due imprese, la correlazione è pertanto diversa da zero non solo in caso di collusione ma anche se le due imprese hanno caratteristiche (osservate e non) simili tra loro. Come visto, tipicamente in letteratura si specifica un modello di regressione su alcune variabili X e si analizza la correlazione fra i residui. In caso di corretta specificazione del modello, questo consente di eliminare la prima componente della correlazione, ma certamente non le altre. Se si considera che raramente si possono conoscere informazioni dettagliate sui costi dell'impresa in ogni asta, la componente non osservabile ha solitamente un peso decisamente maggiore, per

cui la correlazione osservata è ancora fortemente influenzata dalle caratteristiche della coppia impresa-asta multipla.

Eliminare tale “distorsione” è possibile nell’ambito delle aste multiple con un approccio ad effetti fissi, considerando il ribasso di ciascuna impresa i in ciascun lotto k al netto del ribasso medio della stessa nell’asta multipla j . L’effetto fisso in questo ambito è l’offerta media di un’impresa in un’asta, che dipende dalle caratteristiche individuali osservate e non:

$$\bar{y}_{ij.} = E[y_{ijk} | x_{ij}, \alpha_{ij}] = \beta x_{ij} + \alpha_{ij} + E[u_{ijk} | x_{ij}, \alpha_{ij}] = \beta x_{ij} + \alpha_{ij}$$

L’idea è che, una volta “depurata” l’offerta di ciascuna impresa nell’asta multipla j dalla propria offerta media in tale asta, se non vi sono accordi collusivi tra la coppia di imprese (s,t) ciò che deve restare è una componente casuale. Quindi a partire dal modello (3.1) è possibile identificare il parametro d’interesse semplicemente attraverso gli scarti dalla media:

$$Corr[y_{sjk} - \bar{y}_{sj.}, y_{tjk} - \bar{y}_{tj.}] = Corr[u_{sjk}, u_{tjk}]$$

Risulta evidente che le caratteristiche specifiche di un’impresa che determinano l’offerta media in un’asta multipla vengono trattate allo stesso modo sia che siano osservabili che nel caso in cui non lo siano. Pertanto le variabili esplicative possono anche essere escluse dall’analisi, oppure, da un punto di vista notazionale, essere considerate come eterogeneità non osservata α_{ij} . Inoltre, essendo esse “lot – invariant”, anche se il parametro β fosse d’interesse non sarebbe possibile stimarlo in quanto non risulterebbe identificato. Il modello ad effetti fissi che viene considerato nel seguito è quindi il seguente:

$$y_{ijk} = \alpha_{ij} + u_{ijk} \quad (3.2)$$

che, per la stima dei parametri di interesse, può essere riscritto in forma matriciale come:

$$y = D_{\alpha}\alpha + u \quad (3.2^*)$$

dove:

- y e u sono vettori costituiti da $(T \times N \times K)$ elementi
- α è un vettore di dimensione $(T \times N)$
- $D_{\alpha} = I_N \otimes I_T \otimes i_K$ è una matrice di dimensione $(NTK \times NT)$
- I_N è una matrice identità di dimensione N
- I_T è una matrice identità di dimensione T
- i_K è un vettore di K elementi unitari
- \otimes denota l'usuale prodotto di Kronecher.

La matrice D_{α} è quindi composta esclusivamente da elementi nulli ed unitari, che permettono l'inserimento di variabili *dummy* rappresentanti gli effetti α_{ij} . Pertanto, detta D_{ij} la variabile dummy che assume valore pari ad uno se l'impresa i partecipa all'asta multipla j , il modello (3.2) può essere riscritto come:

$$y_{ijk} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^T \lambda_{ij} D_{ij} + u_{ijk} \quad (3.3)$$

e la stima del parametro λ_{ij} risulterà identica alla stima di α_{ij} che si otterrebbe con il modello (3.2).

Una volta stimato il modello (3.3), per vedere se tra le imprese è presente un qualche coordinamento che possa farci sospettare un comportamento collusivo, dobbiamo analizzarne i residui. Essi rappresentano quella parte di eterogeneità non spiegata dai λ_{ij} , e misurano quanto i livelli dei ribassi osservati divergono dal ribasso medio in ciascuna asta multipla. Se essi risultano incorrelati allora saremo in presenza di comportamento competitivo delle due imprese; viceversa, qualora essi fossero correlati risulterà essere più ragionevole rifiutare tale ipotesi.

Nel dettaglio, considerata la coppia di imprese (s,t) , il coefficiente di correlazione tra gli errori u_{sjk} e u_{tjk} del modello (3.3) è dato da:

$$\rho_{s,t} = \frac{Cov(u_{sjk}, u_{tjk})}{\sqrt{Var(u_{sjk}) \cdot Var(u_{tjk})}} = \frac{\sum_{j=1}^T \sum_{k=1}^K u_{sjk} u_{tjk}}{\sqrt{\sum_{j=1}^T \sum_{k=1}^K u_{sjk}^2 \cdot \sum_{j=1}^T \sum_{k=1}^K u_{tjk}^2}}$$

Per poter identificare la presenza o meno di collusione tra le due imprese è necessario fare la seguente verifica di ipotesi: $H0: \rho_{s,t} = 0$ $H1: \rho_{s,t} \neq 0$

A tal fine è possibile utilizzare il test di Fisher¹⁴. Sia n la numerosità campionaria (sufficientemente grande), risulta che, rispetto al valore vero $\rho_{s,t}$, il coefficiente di correlazione campionario $r_{s,t}$ della generica coppia di imprese (s,t) è tale che la variabile casuale:

$$Z = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{1+r_{s,t}}{1-r_{s,t}}$$

(detta *trasformata di Fisher*) segue una distribuzione approssimativamente normale con

valore medio $\mu_Z = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{1+\rho_{s,t}}{1-\rho_{s,t}}$ e varianza $\sigma^2_Z = \frac{1}{n-3}$.

Normalizzando tale statistica si ha che la trasformata $V = (Z - \mu_Z) \cdot (n-3)$ si distribuisce come una normale a media nulla e varianza unitaria. Nel nostro caso, sotto l'ipotesi nulla, risulta che $\rho_{s,t} = 0$ e $\mu_Z = 0$. Quindi per la generica coppia di imprese (s,t) non resta che calcolare la statistica test $Z \cdot \sqrt{n-3}$.

Il modello ad effetti fissi riesce quindi a spiegare tutta l'eterogeneità presente in ciascun blocco di offerte fatte dall'impresa i nell'asta multipla j ed invariante tra i lotti. Con la sua implementazione, nel caso di aste multiple viene quindi ridotto il problema di

¹⁴ Per approfondimenti si veda Johnson R. (2007)

omissione di variabili, almeno per quanto riguarda quelle “*lot invariant*”, che invece si avrebbe con il metodo classico di Bajari e Ye (2003).

Il modello (3.3) verrà prima “testato” mediante una simulazione Monte Carlo e poi implementato nello specifico per l’analisi delle aste multiple bandite dalla Provincia di Padova. L’applicazione su dati reali verrà trattata nel Capitolo 6 mentre per la sua applicazione su dati simulati si rimanda al prossimo capitolo.

Capitolo 4

Simulazione Monte Carlo

Nel precedente capitolo è stato proposto un modello ad effetti fissi per l'individuazione della presenza della collusione nelle aste multiple, quale:

$$y_{ijk} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^T \lambda_{ij} D_{ij} + u_{ijk} \quad (3.3)$$

Per verificare che tale intuizione sia giusta si è ricorso alla tecnica di simulazione Monte Carlo, cioè si è studiato il comportamento delle imprese nelle aste multiple mediante la sua riproduzione in un contesto controllabile. Quindi partendo dal modello ad effetti fissi sono stati effettuati esperimenti “virtuali” assumendo che i risultati di tali esperimenti costituiscano una “riproduzione” sufficientemente accurata del sistema. Inoltre, questo consente di analizzare la sensibilità dei risultati a diversi processi generatori dei dati.

4.1 Descrizione dell'algoritmo Monte Carlo

Il sistema che viene ricostruito è il seguente:

- Ci sono N imprese che partecipano congiuntamente a T aste multiple, ciascuna delle quali è costituita da K lotti;
- Ogni impresa offre a tutti i lotti di ciascuna asta multipla.

Il comportamento delle N imprese verrà simulato in due contesti: il primo in cui la totalità delle imprese ha un comportamento competitivo; il secondo, invece, in cui le imprese hanno tutte un comportamento competitivo a meno delle prime due che colludono. La generalizzazione a casi più complessi è potenzialmente semplice ma complica la presentazione dei risultati, che rimangono comunque sostanzialmente simili a quelli presentati nel seguito.

4.1.1 Comportamento competitivo delle imprese

Secondo la teoria, le imprese che non stringono accordi collusivi offrono un ribasso che è funzione dell'informazione pubblicamente disponibile sulle imprese rivali e sul bando di gara, in aggiunta all'informazione privata sui costi che essa deve sostenere per l'adempimento del contratto e che dipendono dalle caratteristiche individuali.

Nella simulazione, per semplicità, noi abbiamo supposto che ciascuna impresa valuti il ribasso offerto in ciascun lotto tenendo conto di fattori individuali fissi nell'asta multipla (x_i), di fattori che dipendono dall'asta multipla ma che sono fissi tra le imprese (x_j) e di fattori che variano congiuntamente tra le imprese e tra le aste multiple (x_{ij}). Supponendo che i lotti di una stessa asta multipla abbiano caratteristiche simili, le imprese dovrebbero avere una valutazione simile degli stessi. Quindi, sotto tale ipotesi, i ribassi offerti si differenziano tra i lotti di una stessa asta multipla per un valore casuale ϖ_{ijk} di media nulla e varianza bassa.

Tali variabili sono state generate in accordo con le seguenti distribuzioni di probabilità:

- $x_i \sim N(\mu_1; \sigma_1^2) \quad \forall i = (1, \dots, N);$
- $x_j \sim N(\mu_2; \sigma_2^2) \quad \forall j = (1, \dots, T);$
- $x_{ij} \sim N(\mu_3; \sigma_3^2) \quad \forall i = (1, \dots, N) \text{ e } \forall j = (1, \dots, T);$
- $\varpi_{ijk} \sim N(0; \sigma_\varpi^2) \quad \forall i = (1, \dots, N), \forall j = (1, \dots, T) \text{ e } \forall k = (1, \dots, K).$

Una volta generati in modo casuale i valori suddetti, al solo fine di ottenere stime degli effetti fissi pari al valore generato, si è proceduto a modificare $\forall i = (1, \dots, N)$ e $\forall j = (1, \dots, T)$ uno dei tre valori generati ϖ_{ijk} con l'opposto della somma dei restanti due. Il ribasso "vero" delle imprese viene quindi calcolato come la somma di x_i , x_j , x_{ij} e ϖ_{ijk} . Le medie e le varianze devono essere fissate tali che il ribasso generato risulti ragionevolmente positivo.

In tal modo, la situazione che è stata riprodotta è l'assenza di collusione tra le imprese che partecipano alle T aste multiple. Quindi, sulla base di quanto detto nel paragrafo 3.4, implementando il modello (3.3) e stimandone i residui, ciò che deve risultare è una matrice di correlazione tra gli stessi in cui le correlazioni (calcolate per ciascuna coppia di imprese) risultino non significativamente diverse da zero.

Inoltre, per poter cogliere le differenze tra il modello ad effetti fissi e il metodo classico di Bajari e Ye (2003), naturalmente nella situazione specifica ricostruita, è stata stimata la matrice di correlazione tra i ribassi delle imprese offerti in ciascun lotto. Anche se tutte le imprese per costruzione partecipano alle aste multiple in modo competitivo, non è detto che risulti che la correlazione tra i ribassi offerti in ciascun lotto sia non significativamente diversa da zero. Infatti se due imprese hanno una simile valutazione del bene messo all'asta (poiché generate con effetti simili) i loro ribassi risulteranno tra loro correlati anche in assenza di accordo collusivo. Nelle simulazioni presentate nel seguito si assume che tutta l'informazione potenzialmente disponibile sia

non osservabile. I risultati sostanziali rimangono comunque gli stessi anche se si assume di conoscere una parte delle X , ad esempio i fattori x_j che dipendono dall'asta multipla ma che sono fissi tra le imprese.

Sulla base di tali considerazioni, ripetendo R volte questo procedimento, produrremo R possibili combinazioni dei valori che le variabili generate casualmente possono assumere. Esse quindi daranno luogo ad R matrici di correlazione tra i residui di ciascuna coppia di imprese ed altrettante matrici di correlazione tra i ribassi delle stesse. Quindi, ciò che otterremo saranno due *campioni* di R stime indipendenti di tali matrici di correlazione.

In definitiva, detta $\hat{\theta}_{ts} = (\hat{\theta}_{ts1}, \hat{\theta}_{ts2}, \dots, \hat{\theta}_{tsR})$ la serie delle correlazioni stimate tra i residui dell'impresa t e i residui dell'impresa s nelle R ripetizioni, è possibile sintetizzare tali stime come segue:

$$E[\hat{\theta}_{ts}] = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R \hat{\theta}_{rts} = \bar{\theta}$$

Se R è grande, per il Teorema del limite centrale, $\bar{\theta}$ convergerà verso il “vero” valore di $\hat{\theta}_{ts}$. Inoltre, l'intervallo di confidenza (asintotico) per ogni $\hat{\theta}_{ts}$ potrà essere calcolato come:

$$\left[\bar{\theta} - 1.96 * \sqrt{V(\bar{\theta})}; \bar{\theta} + 1.96 * \sqrt{V(\bar{\theta})} \right]$$

dove $V(\bar{\theta}) = \frac{\sigma_{\theta}^2}{n} = \frac{\sum_{r=1}^R (\hat{\theta}_{rts} - \bar{\theta})^2}{n^2}$ è la varianza della media campionaria.

Le stesse considerazioni sono valide per la matrice di correlazione tra i ribassi offerti in ciascun lotto.

4.1.2 Comportamento collusivo di due imprese

Naturalmente non si è potuto ricostruire ogni possibile comportamento che le imprese adottano per colludere. La situazione che è stata considerata è quella che tipicamente si verifica nelle aste con esclusione automatica delle offerte: le imprese cercano di influenzare la media dell'asta facendo offerte tra loro molto simili così da avere una maggiore probabilità di ricadere nell'intervallo che comprende il ribasso vincente.

Affinché tale tecnica sia efficace naturalmente bisogna che ogni membro del cartello presenti una opportuna offerta. E' quindi lecito pensare che le loro partecipazioni non siano casuali in quanto essi parteciperebbero - o non parteciperebbero - agli stessi lotti. A partire da tale considerazione si spiega la ragione per cui nella simulazione si è posta la restrizione che le imprese partecipassero a tutti i lotti delle aste multiple.

La partecipazione congiunta è però una condizione necessaria ma non sufficiente, infatti la partecipazione - o la non partecipazione - agli stessi lotti potrebbe anche dipendere dal fatto che le imprese in questione abbiano caratteristiche simili e quindi anche simili comportamenti. Pertanto, potrebbe accadere che il comportamento di tali imprese venga scambiato per un accordo collusivo. Naturalmente tale condizione non sarebbe valida nelle aste tipo quella inglese, in cui la collusione si espliciterebbe semplicemente con la non partecipazione.

Tornando all'algoritmo Monte Carlo, così come per il caso di assenza di accordi collusivi, i valori x_i , x_j , x_{ij} e ϖ_{ijk} sono stati generati in modo casuale dalle distribuzioni considerate nella sezione 4.1.1.

Il ribasso "vero" delle $N-2$ imprese che non colludono viene calcolato come la somma dei quattro valori suddetti, mentre per le restanti due imprese - dovendo generare dei ribassi che risultino tra loro ravvicinati - si è proceduto come segue: una volta calcolato il ribasso offerto dalla prima impresa (così come per le altre $N-2$ imprese), il ribasso della seconda impresa sarà pari a quello della prima più il corrispondente valore ϖ_{ijk} . Si suppone, quindi, che la seconda impresa offra un ribasso che non tenga conto del proprio effetto fisso x_i .

Una volta generato il “vero” ribasso offerto dalle N imprese, è possibile implementare il modello (3.3) e stimare la matrice di correlazione tra i residui delle coppie di imprese. Se esso è stato correttamente specificato, la sola correlazione che dovrebbe risultare significativamente diversa da zero è quella tra le prime due imprese, in quanto per costruzione sono le uniche a colludere.

Procedendo, invece, secondo il metodo proposto da Bajari e Ye (2003), dovrebbe risultare che la correlazione tra i ribassi offerti in ciascun lotto dalle due imprese che colludono sia significativamente diversa da zero. Inoltre, come nel contesto precedente ci si attende che risulti significativamente diversa da zero anche la correlazione tra tutte quelle di imprese generate simili tra loro.

Dopodiché l’implementazione dell’algoritmo Monte Carlo è analoga al caso riportato nella sezione 4.1.1.

4.2 Risultati dell’algoritmo Monte Carlo

Sulla base delle considerazioni fatte nel paragrafo precedente, si riporta un’applicazione dell’algoritmo alla situazione in cui ci sono 5 imprese che partecipano a 20 aste multiple, ciascuna costituita da 3 lotti. Il numero di ripetizioni utilizzate nell’algoritmo è pari a $R=300$ e il programma di analisi impiegato per l’implementazione dello stesso è *Stata/SE 9.2*.

Per quanto riguarda la generazione dei valori casuali, essi sono stati generati dalle seguenti distribuzioni:

- $x_i \sim N(10;1) \quad \forall i = (1, \dots, N)$
- $x_j \sim N(5;2) \quad \forall j = (1, \dots, T)$

- $x_{ij} \sim N(0;1) \quad \forall i = (1, \dots, N) \text{ e } \forall j = (1, \dots, T)$
- $\varpi_{ijk} \sim N(0;0.01) \quad \forall i = (1, \dots, N), \forall j = (1, \dots, T) \text{ e } \forall k = (1, \dots, K).$

Nelle Tabelle 4.1 e 4.3 sono riportate le matrici di correlazione tra i residui del modello (3.3) che sono state stimate rispettivamente nel caso di comportamento competitivo delle imprese e nel caso di accordo collusivo delle prime due delle 5 imprese¹⁵. Invece, nelle Tabelle 4.2 e 4.4 sono riportate le matrici di correlazione tra i ribassi offerti in ciascun lotto dalle dieci coppie di imprese, ciascuna delle quali è stata stimata in uno dei due contesti considerati. Ogni cella delle tabelle riporta la correlazione stimata tra le due imprese e sotto il rispettivo *standard error*.

	Impresa 1	Impresa 2	Impresa 3	Impresa 4	Impresa 5
Impresa 1	1				
Impresa 2	-.00708406 .01715872	1			
Impresa 3	-.00726121 .01729509	.00576327 .0168954	1		
Impresa 4	.00098619 .01877078	.00727878 .01811923	-.02748064 .01700799	1	
Impresa 5	-.00028219 .01631385	-.00509204 .01651039	.00513075 .01723205	.00586529 .01663425	1

Tabella 4.1. Matrice di correlazione tra i residui delle 10 coppie di imprese competitive

¹⁵ Per poter comparare i risultati sono stati utilizzati per entrambi i contesti gli stessi valori x_i , x_j , x_{ij} e ϖ_{ijk} .

	Impresa 1	Impresa 2	Impresa 3	Impresa 4	Impresa 5
Impresa 1	1				
Impresa 2	.80508053 .00804388	1			
Impresa 3	.80887175 .00810472	.78929327 .00899312	1		
Impresa 4	.79484866 .0104821	.78914765 .01016916	.79172001 .00934313	1	
Impresa 5	.80070446 .0084893	.78187272 .0097908	.80271227 .00910145	.80072075 .00937775	1

Tabella 4.2. Matrice di correlazione tra i ribassi delle 10 coppie di imprese competitive

	Impresa 1	Impresa 2	Impresa 3	Impresa 4	Impresa 5
Impresa 1	1				
Impresa 2	.70011888 .00885159	1			
Impresa 3	-.00726136 .0172951	-.00042016 .01806377	1		
Impresa 4	.00098593 .01877077	.00559341 .0180887	-.02748053 .01700802	1	
Impresa 5	-.00028207 .01631388	-.00153284 .01636243	.00513071 .01723206	.00586554 .01663424	1

Tabella 4.3. Matrice di correlazione tra i residui delle 9 coppie di imprese competitive e della prima coppia che collude.

	Impresa 1	Impresa 2	Impresa 3	Impresa 4	Impresa 5
Impresa 1	1				
Impresa 2	.99850282 .00006549	1			
Impresa 3	.80887175 .00810471	.80766724 .00812735	1		
Impresa 4	.79484867 .0104821	.79372281 .01049593	.79172001 .00934313	1	
Impresa 5	.80070447 .0084893	.79946128 .008512	.80271228 .00910145	.80072075 .00937775	1

Tabella 4.4. Matrice di correlazione tra i ribassi delle 9 coppie di imprese competitive e della prima coppia che collude.

Dalle quattro tabelle precedenti si desume che:

- Nella Tabella 4.1 le correlazioni tra i residui del modello (3.3) risultano non significativamente diverse da zero per ogni coppia di imprese. Mentre nella Tabella 4.3 l'unica correlazione significativa è quella tra le prime due imprese - che colludono.
- Nelle tabelle 4.2 e 4.4 le correlazioni tra i ribassi offerti in ogni lotto sono, per tutte le coppie di imprese, elevate e positive – a prescindere che vi sia o meno presenza di collusione.

4.3 La sensibilità dei risultati

La scelta dei parametri utilizzati per la presentazione della precedente simulazione è arbitraria. Si è però verificata la sensibilità dei risultati ottenuti dal modello ad effetti fissi rispetto alle diverse parametrizzazioni ed essi non sono sensibili né alla varianza delle distribuzioni da cui vengono generati i valori casuali, né al rapporto tra le varianze

dei due effetti x_i e x_j . Come abbiamo già detto, l'unica restrizione che deve essere imposta ai parametri è che le medie μ_x siano sufficientemente lontane da zero affinché il ribasso generato risulti positivo.

Di seguito viene mostrato come nel modello proposto da Bajari e Ye i risultati risultano sensibili alle diverse parametrizzazioni suddette, e che invece ciò non si verifica per il modello ad effetti fissi.

In primis, si mostra come i risultati ottenuti nella simulazione precedente variano nel caso in cui si considerassero i $\varpi_{ijk} \sim N(0;1)$, a parità di x_i , x_j e x_{ij} in modo da permettere il confronto tra i risultati. Le Tabelle 4.5 e 4.6 riportano, per brevità, i soli risultati nel caso di collusione per la prima coppia di imprese.

	Impresa 1	Impresa 2	Impresa 3	Impresa 4	Impresa 5
Impresa 1	1				
Impresa 2	.70325174 .00524116	1			
Impresa 3	.0022601 .01011476	-.01414285 .01000289	1		
Impresa 4	-.00811277 .00958763	-.00491831 .00971899	-.00763164 .00973745	1	
Impresa 5	.00518332 .01024874	.00377843 .01078365	.0030008 .01011176	-.00326876 .01042813	1

Tabella 4.5. Matrice di correlazione tra i residui delle 9 coppie di imprese competitive e della prima coppia che collude.

	Impresa 1	Impresa 2	Impresa 3	Impresa 4	Impresa 5
Impresa 1	1				
Impresa 2	.90311234 .0016619	1			
Impresa 3	.61513782 .00645341	.55098666 .00667826	1		
Impresa 4	.62014646 .00590947	.56036522 .00622228	.61658516 .00589859	1	
Impresa 5	.62484538 .00569368	.56450894 .00615944	.61084176 .00621728	.62134884 .00601041	1

Tabella 4.6. Matrice di correlazione tra i ribassi delle 9 coppie di imprese competitive e della prima coppia che collude.

Ciò che si osserva è che il modello (3.3) risulta insensibile alla varianza dell'errore casuale, mentre nella matrice di correlazione calcolata con il metodo classico le stime risultano più basse rispetto alla simulazione presa come riferimento. Questo perché aumentando la variabilità della distribuzione con cui vengono generati i valori da cui è calcolato il ribasso, aumenta anche la variabilità del ribasso stesso calcolato tra le imprese, pertanto c'è meno probabilità che esse siano simili.

Ciò che è interessante osservare è invece la sensibilità dei risultati al variare del rapporto seguente:

$$\frac{\sigma_1^2 \cdot \sigma_2^2}{\sigma_3^2}$$

Risulta, infatti, che all'aumentare di tale rapporto le stime della matrice di correlazione calcolata con il metodo classico tendono ad una correlazione unitaria. Le Tabelle 4.7 e 4.8 descrivono il caso in cui $x_{ij} \sim N(0;0.01)$ a parità di ϖ_{ijk} , x_i e x_j rispetto alla simulazione di riferimento.

	Impresa 1	Impresa 2	Impresa 3	Impresa 4	Impresa 5
Impresa 1	1				
Impresa 2	.70325171 .00524116	1			
Impresa 3	.00226015 .01011476	-.01414278 .01000289	1		
Impresa 4	-.00811281 .00958763	-.00491834 .00971899	-.00763168 .00973745	1	
Impresa 5	.00518337 .01024874	.00377846 .01078365	.00300082 .01011176	-.00326874 .01042813	1

Tabella 4.7. Matrice di correlazione tra i residui delle 9 coppie di imprese competitive e della prima coppia che collude.

	Impresa 1	Impresa 2	Impresa 3	Impresa 4	Impresa 5
Impresa 1	1				
Impresa 2	.99810708 .00004519	1			
Impresa 3	.99364391 .00015986	.99160023 .00020989	1		
Impresa 4	.99369378 .00014732	.99174021 .000198	.99368241 .00014211	1	
Impresa 5	.99381177 .00013998	.99186257 .00019059	.99360954 .00015404	.99373686 .00014093	1

Tabella 4.8. Matrice di correlazione tra i ribassi delle 9 coppie di imprese competitive e della prima coppia che collude.

Al contrario al diminuire di tale rapporto le stime della matrice di correlazione calcolata con il metodo classico tendono alla matrice di correlazione stimata dal modello (3.3).

Sulla base delle evidenze ottenute dalla simulazione possiamo affermare che utilizzare il modello ad effetti fissi (3.3) è un buon metodo per l'individuazione della presenza di collusione nelle aste multiple, almeno per quanto riguarda la situazione considerata. Esso riduce il problema dell'omissione di variabili e, a differenza del metodo di Bajari e Ye (2003), permette di individuare la collusione tra le imprese quando essa è "realmente" presente senza cadere in errore quando ad offrire sono imprese con caratteristiche simili.

Capitolo 5

Gli appalti di lavori pubblici nella provincia di Padova

Un'applicazione concreta di quanto trattato nei precedenti capitoli è possibile utilizzando i dati fornitici dalla Provincia di Padova e relativi agli appalti banditi dall'ente negli ultimi 10 anni.

L'analisi sarà concentrata sull'individuazione di potenziali comportamenti d'offerta anomali, e quindi di eventuali fenomeni collusivi, con riferimento alle sole aste multiple. A tal proposito, dopo una breve descrizione dei dati, utilizzeremo i due diversi approcci di analisi descritti nelle sezioni 3.3 e 3.4. Il primo è quello classico, basato sulla verifica della proprietà dell'indipendenza condizionale e che parte dall'ipotesi che se le imprese agissero in modo competitivo dovrebbero presentare delle offerte indipendenti. Il secondo, invece, è il modello ad effetti fissi formalizzato nel caso specifico delle aste multiple.

5.1 Dati iniziali

Il dataset di cui disponiamo per l'analisi contiene i ribassi percentuali offerti da tutte le imprese che hanno partecipato alle gare d'appalto svoltesi tra il 2000 e il 2009. Il numero di contratti messi all'asta in questo periodo è pari a 212, per un totale di 11506 offerte e di circa 161 milioni di base d'asta.

Il dataset utilizzato contiene informazioni sulle aste e sulle singole offerte. Per quanto riguarda le aste si conoscono:

- *id_asta*: identificativo dell'asta pubblica.
- *nome_asta*: nome ricavato dal bando di gara. Può ripetersi perché alcune aste vengono bandite ciclicamente.
- *base_asta*: importo che definisce il prezzo massimo che l'ente sarebbe disposto a pagare per lo svolgimento del lavoro, e sul quale i concorrenti dovranno offrire un ribasso.
- *oneri_sicurezza*: importo supplementare alla base d'asta che i concorrenti non possono ribassare essendo dedicato alla realizzazione in sicurezza dell'opera.
- *tipo_asta*: la regola di aggiudicazione che viene utilizzata per l'assegnazione della vittoria, ovvero aste al massimo ribasso, con esclusione automatica o con offerta economicamente più vantaggiosa.
- *categoria_prevalente*: categoria nella quale vengono formalmente catalogate le opere. Le principali sono:
 1. OG1: edifici civili e industriali;
 2. OG2: restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela ai sensi delle disposizioni in materia di beni culturali e ambientali;
 3. OG3: strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, linee tranviarie, metropolitane, funicolari, e piste aeroportuali, e relative opere complementari;
 4. OS6: finiture di opere generali in materiali lignei, plastici, metallici e vetrosi;
 5. OS10: segnaletica stradale non luminosa;

6. OS21: opere strutturali speciali;
 7. OS24: verde e arredo urbano;
 8. OS28: impianti termici e di condizionamento;
 9. OS30: impianti interni elettrici, telefonici, radiotelefonici e televisivi.
- *anno*: anno di pubblicazione del bando.
 - *data Pubbl*: data esatta di pubblicazione del bando.
 - *data scadenza*: data esatta entro la quale devono pervenire le offerte.
 - *id asta mult*: identificativo del bando di gara che comprende più lotti (è presente qualora l'asta rappresenti una sottogara). Quindi ad esso sono associate più aste.

Per quanto riguarda le singole offerte si hanno invece le seguenti informazioni:

- *nome offerente*: nome dell'impresa partecipante.
- *id offerente*: identificativo dell'impresa partecipante.
- *ribasso*: indica il ribasso percentuale offerto.
- *vincitore*: dummy che indica se l'impresa è risultata vincitrice dell'asta.

Avendo a disposizione l'identificativo univoco dell'impresa è stato possibile costruire un panel in cui per ogni unità statistica (impresa) si hanno informazioni per un certo numero di aste, permettendoci di analizzare le offerte di una stessa impresa in aste diverse. Naturalmente il panel non è bilanciato in quanto le imprese non partecipano a tutte le gare bandite nei 10 anni.

In tal modo si è potuto determinare il numero delle imprese che hanno partecipato almeno ad una gara d'appalto nel periodo di riferimento. Esso è pari a 2435, anche se in realtà potrebbe essere ridondante poiché ci sono molti casi di imprese con nomi simili (talvolta differenziati solo per un punto, una virgola, uno spazio, ecc.) e non sempre si distingue facilmente se si tratti della stessa impresa o di imprese differenti. In parte tale problema è stato risolto procedendo, nella fase di "pulizia" dei dati, ad eguagliare il nome di quegli offerenti per cui ciò era evidente, anche avvalendosi di informazioni presenti sul web (sito dell'impresa, elenco delle imprese presenti sul territorio, ecc.). Tale operazione è stata facilitata lì dove fosse presente nei dati l'indirizzo dell'offerente.

5.2 Alcune analisi descrittive

Visto il periodo di riferimento dei dati, sono soggette all'analisi aste al massimo ribasso, aste con offerta economicamente più vantaggiosa ed aste con l'esclusione delle offerte anomale - anche se quest'ultime sono state formalmente abrogate dalla legge.

In particolare, nel dataset le prime aste - in termini di tempo - seguono la legge Merloni che, come già descritto nel paragrafo 3.2, è stata abrogata il 12 Aprile 2006 dal D.L. 163/2006. Per un periodo di due anni, e precisamente fino all'1 Ottobre 2008, a ciascun ente è stata concessa la facoltà di decidere se bandire aste al massimo ribasso (FP) o con la regola del "taglio delle ali" (AB)¹⁶. A partire da tale data le aste FP sarebbero state obbligatorie per importi con base d'asta superiore a 1 milione di Euro.

Le aste AB sono la stragrande maggioranza, rappresentano infatti il 93,81% del totale delle aste. Nel dettaglio, negli ultimi 10 anni nella Provincia di Padova sono state bandite 196 aste in cui è stato applicato il criterio dell'esclusione automatica delle offerte, 9 aste al massimo ribasso e solo 4 con offerta economicamente più vantaggiosa. Le ulteriori tre aste non sono state utilizzate nelle elaborazioni, in quanto non era disponibile né il bando di gara né l'esito della gara da cui trarre le informazioni necessarie all'analisi.

Essendo le aste con offerta economicamente più vantaggiosa di numerosità ridotta non verranno prese in considerazione, anche per la peculiarità descritta nel Capitolo 3.

La Tabelle 5.1 e 5.2 presentano una breve introduzione descrittiva dei dati divisi per il tipo di criterio di aggiudicazione del vincitore.

	Ribasso vincente	Ribasso offerto	Numero partecipanti
Media	32.34711	23.48816	10.01587
Dev. Std.	12.07464	10.18796	9.790535

Tabella 5.1. Statistiche descrittive delle 9 aste al massimo ribasso

¹⁶ Le sigle AB e FP sono acronimi rispettivamente di *Average Bid* (asta con esclusione automatica delle offerte) e *First Price* (asta al massimo ribasso).

	Ribasso vincente	Ribasso offerto	Numero partecipanti
Media	14.25514	14.29407	74.70595
Dev. Std.	5.605156	6.683116	59.76103

Tabella 5.2. Statistiche descrittive delle 196 aste con esclusione automatica delle offerte

Anche a colpo d'occhio è possibile notare le enormi differenze esistenti tra aste AB e aste FP, sia per quanto riguarda la media che la variabilità delle variabili che abbiamo preso in esame. Le evidenze possono essere riassunte come segue:

- Il numero di partecipanti nelle aste AB è più di 7 volte maggiore del numero dei partecipanti nelle aste FP, avvalorando l'ipotesi che molte imprese non puntino a vincere l'asta ma solamente a spostare la media o a vincere l'asta con un ribasso favorevole e subappaltare. Per raggiungere tale intento è necessario che l'accordo si espliciti tra un numero ragionevole di partecipanti.
- Le due aste differiscono anche per quanto riguarda la media del ribasso offerto. Nelle aste FP risulta quasi raddoppiato poiché per vincere l'asta è necessario offrire il ribasso maggiore, mentre in un'asta AB bisogna cercare di "indovinare" la media.
- Per lo stesso motivo del punto precedente, nei dati FP il ribasso vincente è lontano dalla media, mentre nelle AB quasi coincide.

Nel seguito, a causa della scarsa numerosità campionaria, non farò elaborazioni sulle aste FP ma mi concentrerò sullo studio delle aste AB.

Inoltre, sulla base di quanto discusso nella sezione 1.4, l'attenzione sarà focalizzata sulle aste multiple¹⁷, quindi su quelle aste svoltesi lo stesso giorno e con lo stesso bando di gara. Nelle aste multiple la procedura utilizzata per la ricezione delle offerte è, in linea di massima, la seguente: per partecipare all'asta le imprese devono far pervenire una busta, sigillata con ceralacca o con nastro adesivo (in modo da impedire che la stessa possa essere aperta senza che ne resti traccia visibile), contenente a sua volta una busta con la documentazione amministrativa e tante altre buste quante sono le

¹⁷ Una descrizione più dettagliata del dataset completo si trova in Noventa (2009).

gare dell'asta multipla a cui il concorrente intende partecipare, contenenti ciascuna la relativa offerta. Ogni offerente può offrire a tutte le sottogare, ma può risultare vincitore solo di una di essa.

Le aste multiple a cui è stato applicato il criterio dell'esclusione automatica delle offerte sono 20 per un totale di 69 lotti. Esse rappresentano più di un terzo delle aste AB e il 61.82% delle offerte in tali aste.

All'interno delle aste AB, le Tabelle 5.3 e 5.4 riassumono le differenze notevoli tra i dati delle aste "singole" e quelli delle aste multiple:

	Ribasso vincente	Ribasso offerto	Numero partecipanti
Media	12.6933	11.76771	30.43978
Dev. Std.	3.839125	4.03768	28.73131

Tabella 5.3. Statistiche descrittive delle 125 aste "singole" AB

	Ribasso vincente	Ribasso offerto	Numero partecipanti
Media	16.70602	15.89878	71.45335
Dev. Std.	6.945626	7.486888	63.77733

Tabella 5.4. Statistiche descrittive dei 69 lotti compresi in aste multiple AB

- In entrambi i casi, trattandosi di aste con esclusione automatica delle offerte, il ribasso vincente è vicino alla media, ma quello delle aste multiple è mediamente maggiore.
- Il numero di partecipanti è notevolmente diverso nei due tipi di aste.
- Il numero totale di offerenti nelle aste AB è pari a 2418. Quelli che partecipano alle aste multiple sono 1031, di cui solo 481 hanno partecipato almeno ad un'asta "singola". Quindi sembra che i mercati che contraddistinguono i due tipi di aste siano tra loro differenti.

Tenendo conto che le competenze dell'ente Provincia di Padova sono sostanzialmente istruzione e viabilità, vediamo come le aste si distribuiscono tra le categorie prevalenti nei due casi di aste "singole" (Tabella 5.5.) ed aste multiple (Tabella 5.6.). Si deve, però, tenere conto che nel dataset non è presente la categoria di

appartenenza per 9 lotti delle aste multiple e per 2 aste “singole”. Quindi, nelle due tabelle che seguono i dati sono al netto di tali aste.

Categoria prevalente	Offerte	Offerte (%)	Aste
OG1	1971	44.66	54
OG3	1253	28.39	23
OS6	329	7.46	11
OS30	282	6.39	7
OG2	250	5.67	11
OS28	136	3.08	7
OS7	56	1.27	2
OS24	46	1.04	2
OS4	44	1.00	4
OG12	30	0.68	1
OS21	12	0.27	2
OS18	4	0.09	1
Totale	4413	100.00	125

Tabella 5.5. Frequenze delle aste “singole” AB nelle categorie prevalenti

Categoria prevalente	Offerte	Offerte (%)	Aste
OG3	4503	68.47	24
OG1	922	13.48	15
OS28	645	9.43	15
OS10	507	7.41	6
Totale	6577	100.00	60

Tabella 5.6. Frequenze dei lotti delle aste multiple AB nelle categorie prevalenti

- E' evidente come le aste multiple vengono bandite solo per un numero ridotto di categorie.
- In entrambi i casi le frequenze più alte sono in corrispondenza delle categorie OG3 e OG1. In totale in esse sono catalogate il 73.05% delle offerte delle aste “singole” e l'83.16% delle offerte delle aste multiple. Le aste multiple sono più frequentemente di categoria OG3, mentre le aste singole di categoria OG1.
- Le aste appartenenti alla categoria OS10 (segnaletica stradale non luminosa) sono bandite esclusivamente divise per lotti.

C'è da considerare, inoltre, la presenza delle ATI tra gli offerenti, cioè associazioni temporanee d'impresе composte da un'impresa capogruppo, detta

mandataria, alla quale le altre imprese che ne fanno parte, dette *mandanti*, danno l'incarico di trattare con l'ente l'esecuzione di un'opera.

Nel dataset sono presenti 513 ATI per un totale di 702 offerte (circa il 6% delle offerte totali). Considerando le sole aste con esclusione automatica delle offerte esse si riducono a 502 per un totale di 690 offerte e si ripartiscono come segue: ci sono 475 ATI che partecipano solo alle aste singole, 25 ATI che partecipano alle sole aste multiple e solamente 2 ATI che offrono ad entrambi i tipi di aste.

Non considerare la presenza di tali raggruppamenti temporanei sarebbe un errore: si andrebbe a sottostimare il numero effettivo di imprese che partecipano alle gare. Noi possiamo permetterci di tralasciare questo problema poiché nel seguito ci interesseranno le sole aste multiple, in cui le ATI che partecipano sono in numero ridotto e nessuna esse entrerà nei gruppi di imprese che noi andremo a considerare.

Un'altro aspetto che è bene indagare è il comportamento degli offerenti all'interno di ciascun'asta multipla, cioè se tendenzialmente i concorrenti offrono lo stesso ribasso per tutti i lotti o meno. Ciò è lecito pensarlo poiché i lotti di ciascuna asta multipla, essendo identici, dovrebbero essere valutati allo stesso modo.

Per fare questo consideriamo il dataset sotto forma di panel in cui l'unità statistica è l'impresa ($i = 1, \dots, 1031$) osservata in 20 aste multiple ($j = 1, \dots, 20$) ciascuna costituita da k_j lotti. Nel dettaglio ci sono 17 aste multiple da tre lotti e 3 aste multiple da sei lotti. Naturalmente il panel non è bilanciato poiché ciascuna impresa non partecipa a tutte le aste multiple (un'impresa mediamente partecipa a sette).

Analizziamo i ribassi percentuali partendo dal presupposto che, data ad esempio l'asta multipla $j = 1$ composta da $k_1 = 3$ lotti, se i lotti al suo interno sono tra loro "equivalenti" allora la media dei ribassi calcolata all'interno di ciascun lotto ($y_{.1k}$ per $k = 1, 2, 3$) dovrebbe essere più o meno uguale tra i lotti diversi, o meglio non dovrebbe essere presente eccessiva variabilità tra le medie $y_{.11}$, $y_{.12}$ e $y_{.13}$. Mentre ci attendiamo che la variabilità delle medie $y_{.jk}$ sia alta tra le aste multiple, avendo queste caratteristiche tra loro differenti.

Le medie e relative variabilità suddette, estese a tutte le aste multiple, sono contenute nella Tabella 5.7.

ASTA MULTIPLA	LOTTO						Media Tot.	Std. Dev.
	1	2	3	4	5	6		
1	26,122	26,511	26,317				26,317	0,195
2	27,099	27,228	27,069				27,132	0,085
3	29,491	29,069	29,491				29,350	0,244
4	16,506	16,551	16,512				16,523	0,024
5	10,867	10,983	10,983				10,944	0,067
6	5,163	5,325	5,251				5,246	0,081
7	14,162	14,176	14,362				14,233	0,112
8	9,655	9,101	9,390				9,382	0,277
9	16,636	16,593	16,554				16,594	0,041
10	7,095	7,354	7,325				7,258	0,142
11	14,181	14,271	14,365	14,490	14,438	14,554	14,383	0,140
12	7,821	8,070	7,954	7,960	7,635	7,405	7,808	0,247
13	18,472	18,494	18,591				18,519	0,063
14	19,191	19,274	19,338				19,267	0,074
15	17,653	18,400	18,110				18,054	0,377
16	19,217	16,685	16,544				17,482	1,504
17	18,526	18,609	18,644				18,593	0,061
18	6,944	6,994	6,768	6,865	6,971	6,981	6,921	0,088
19	16,042	15,561	15,149				15,584	0,447
20	19,140	19,209	19,170				19,173	0,035
							Std. Dev.	6,752

Tabella 5.7. Medie $y_{.jk}$, deviazione standard delle medie all'interno di ciascun asta multipla e deviazione standard delle medie tra aste multiple

- La variabilità dei ribassi medi all'interno di ciascun asta multipla è ridotta (tranne per l'asta multipla 16), mentre la variabilità dei ribassi medi tra le diverse aste multiple è elevata, avvalorando la nostra ipotesi che i lotti di una stessa asta multipla siano tra loro "equivalenti", mentre le aste multiple siano tra loro differenti.
- Per l'asta multipla 16 si nota un comportamento diverso degli offerenti nel lotto 1 rispetto ai due restanti lotti. Osservando la frequenza con cui gli offerenti partecipano ai diversi lotti (Tabella 5.8.) si può osservare che ci sono 28 imprese

che partecipano a tutti i lotti, 2 imprese che offrono solo al secondo lotto ed una sola impresa che concorre solo per il primo lotto.

Frequenza partecipazione				
lotto	1	2	3	Totale
1	1	1	28	30
2	0	1	28	29
3	0	0	28	28

Tabella 5.8. Frequenze con cui le imprese partecipano ai lotti dell'asta multipla 16

Ad incidere sulla variabilità suddetta è la differente valutazione media dei lotti da parte delle imprese, e non tanto la diversità di comportamento nella partecipazione delle imprese ai vari lotti.

Come vedremo nel prossimo capitolo, infatti, le imprese partecipano sempre a tutti i lotti tranne nel 6% circa dei casi.

Capitolo 6

Analisi sulla presenza di collusione

La teoria economica, pur se si è ampiamente occupata di aste, non ci ha fornito alcun modello teorico di collusione per le aste con “taglio delle ali”. Per identificare comportamenti collusivi, quindi, ci avvaleremo delle tecniche descritte nel Capitolo 3, confrontando il modello ad effetti fissi (3.3) da noi proposto con il metodo classico di Bajari e Ye (2003).

A tal fine, del dataset di cui disponiamo, ci avvaleremo delle sole informazioni relative alle aste multiple il cui vincitore è stato selezionato con il criterio dell’esclusione automatica delle offerte. Infatti, considerare le aste al massimo ribasso non fornirebbe evidenze in quanto nelle aste trattate con tale criterio la collusione si esplica con la non partecipazione, favorendo così la vittoria dell’unico appartenente al cartello che partecipa all’asta.

6.1 Test di normalità

Prima di tutto, sulla base di quanto detto nel paragrafo 3.2, osserviamo la distribuzione dei ribassi di ciascun lotto, che in caso di comportamento competitivo delle imprese dovrebbe risultare approssimativamente normale. Trattando aste con esclusione

automatica delle offerte, per via del “taglio delle ali”, i ribassi dovrebbero apparire molto concentrati. Al contrario, se si trattasse di aste al massimo ribasso, la distribuzione normale apparirebbe più schiacciata.

Nel nostro caso per il 94.29% dei lotti viene rifiutata l’ipotesi nulla di distribuzione normale dei ribassi secondo il test di Shapiro – Wilk (uno dei test più potenti per la verifica della normalità, soprattutto per piccoli campioni¹⁸). Il restante 5.71% dei lotti per cui viene accettata l’ipotesi nulla di normalità è comunque sospetto: nella quasi totalità dei casi le offerte provengono da lotti costituiti da 20-30 partecipanti e pertanto il test ha potenza ridotta.

Le tipologie prevalenti di distribuzione dei ribassi che si sono riscontrate nei lotti sono sostanzialmente due: multimodale (in cui ci sono gruppi di offerte concentrati attorno a valori differenti) e unimodale (in cui un ribasso viene offerto con una frequenza maggiore degli altri). La prima tipologia è decisamente più presente della seconda, che si osserva solo nell’8% circa dei lotti. Due esempi sono forniti nelle Figure 6.1 e 6.2.

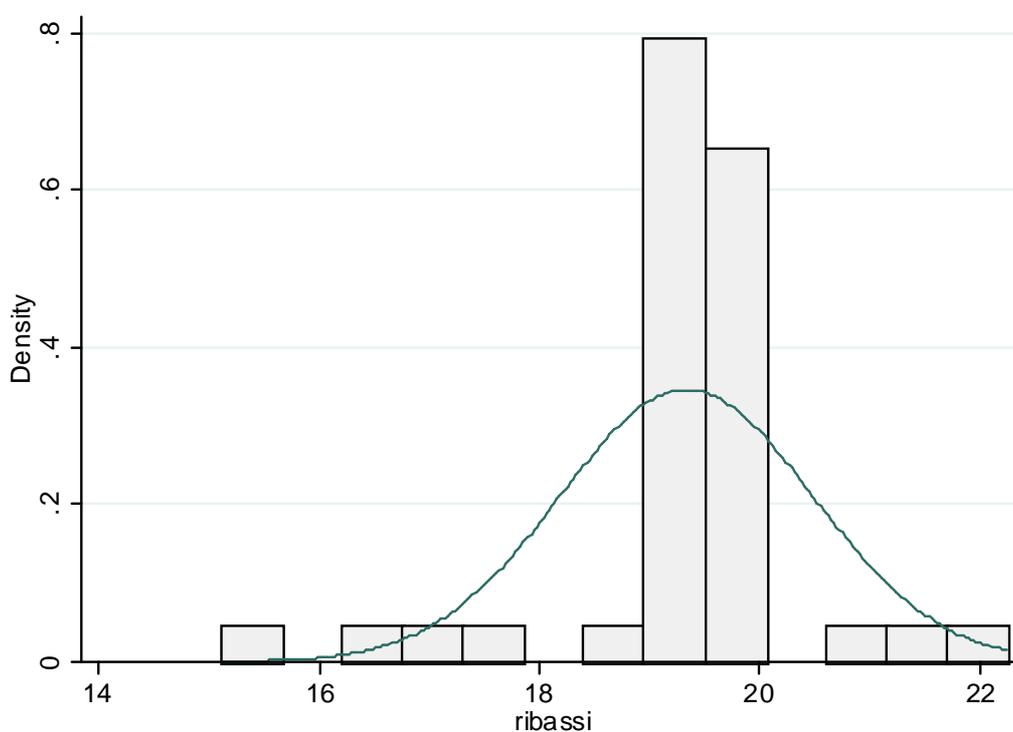


Figura 6.1. Istogramma della distribuzione delle offerte nell’asta 176

¹⁸ Si veda Shapiro e Wilk (1965)

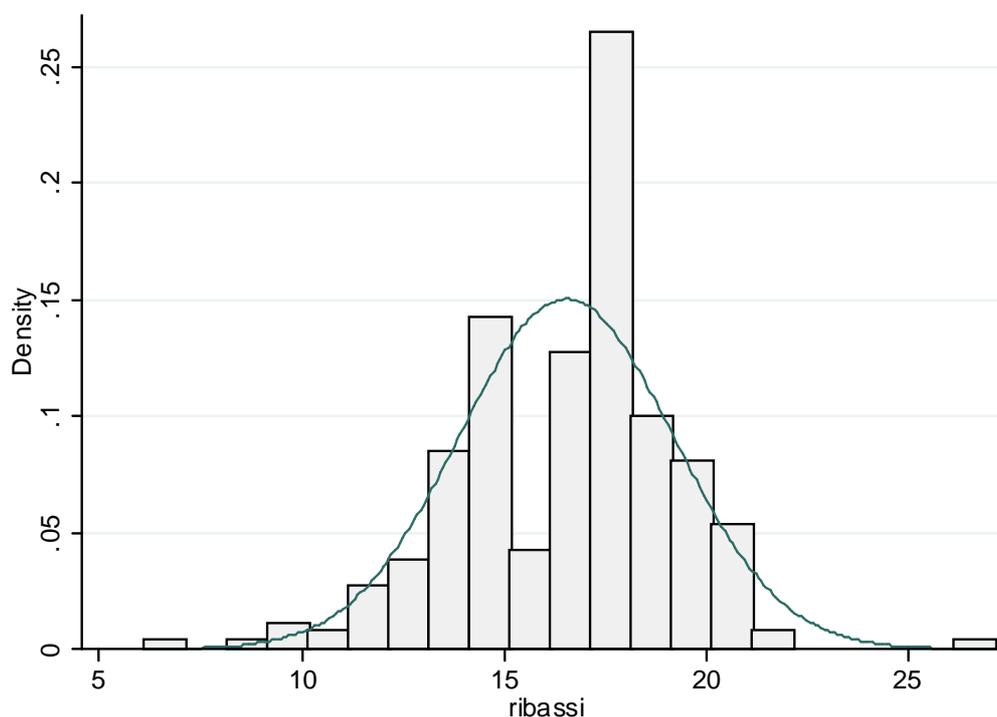


Figura 6.2. Istogramma della distribuzione delle offerte nell'asta 39

6.2 Partecipazione congiunta

Come abbiamo già visto, nelle aste AB le imprese che vogliono accordarsi per colludere devono necessariamente partecipare congiuntamente all'asta in questione. Sulla base di tale considerazione, si devono prima di tutto individuare quelle imprese del dataset che partecipano alle stesse aste.

Per le 1031 imprese che hanno partecipato almeno ad un'asta multipla si è creato un secondo dataset contenente 20 variabili dummy che indicano per ciascuna impresa la partecipazione alla rispettiva asta multipla. Ad esempio, supponendo di avere solo 9 imprese, il dataset si presenterebbe come in Tabella 6.1.

Ordinando le imprese per la frequenza con cui hanno partecipato alle aste multiple (seconda colonna) e osservando le 20 variabili dummy, è stato possibile individuare quelle imprese che hanno offerto ad almeno un lotto delle stesse aste multiple. La totalità delle imprese è stata quindi divisa in gruppi di analisi, ciascuno dei

quali contenente quelle che hanno partecipato alle stesse aste multiple - indistintamente dal lotto.

In tal modo è stato possibile individuare 67 gruppi di imprese che hanno partecipato alle stesse aste multiple. Naturalmente sono state escluse tutte quelle che hanno gareggiato solo per un'asta multipla.

Id impresa	Freq. aste mult.	Dummy asta multipla																				Id. gruppo
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
5	8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	7	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2	7	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
8	7	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9	7	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
3	7	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
4	7	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4

Tabella 6.1. Esempio della serie delle partecipazioni di 9 imprese a 20 aste multiple

Poiché analizzare la totalità dei gruppi sarebbe stato dispendioso in termini di tempo, si è concentrata l'analisi sui primi dieci gruppi (Tabella 6.2.). Questa decisione è stata frutto dell'idea che essi potessero essere esposti ad un maggiore rischio di collusione, in quanto comprendenti le imprese che hanno la maggiore frequenza di partecipazione congiunta (terza colonna). Per stringere accordi collusivi è infatti necessario che le imprese si "conoscano", e ciò è più probabile che avvenga in un ambiente in cui esse siano il più possibile le stesse.

Questo modo di selezionare le imprese individua senz'altro quelle che partecipano alle stesse aste multiple ma non tiene conto della loro partecipazione congiunta ai lotti. C'è infatti il 6% circa delle imprese che non offre a tutti i lotti delle aste multiple, ma decide di gareggiare solo per alcuni di essi. Quindi all'interno di ciascun gruppo si è proceduto ad individuare i sottogruppi di imprese che partecipano

congiuntamente anche agli stessi lotti. All'interno del gruppo 6 non sono stati individuati sottogruppi di imprese che partecipano congiuntamente, quindi viene escluso dall'analisi.

Id. gruppo	Freq. imprese gruppo	Freq. aste multiple gruppo	Id. sottogruppo	Freq. imprese sottogruppo	Freq. aste multiple sottogruppo
1	11	8	A	8	8
2	4	7	B	2	7
3	2	7	C	2	7
4	15	7	D	9	7
			E	4	6
5	3	7	F	3	7
6	2	6	/	/	/
7	8	6	G	7	6
8	9	6	H	6	6
9	2	6	I	2	6
10	6	6	L	5	6

Tabella 6.2. Frequenze nei primi dieci gruppi e nei relativi sottogruppi

Alla luce di quanto visto nel Capitolo 4, i dieci sottogruppi sono stati analizzati con l'obiettivo di individuare l'eventuale presenza di collusione tra le imprese che ne fanno parte.

Nel paragrafo che segue vengono riportate solo le analisi dei sottogruppi G ed E, in quanto sono sufficienti per mettere in evidenza le differenze tra i risultati ottenuti con il modello ad effetti fissi e quelli che si avrebbero utilizzando il metodo classico.

6.3 Analisi della collusione in due sottogruppi

Il sottogruppo G è costituito da 7 imprese che partecipano congiuntamente a 6 aste multiple, per un totale di 18 lotti e 126 offerte. Il sottogruppo E è invece composto da 4 imprese che partecipano a 6 aste multiple ciascuna costituita da 3 lotti, per un totale di 72 offerte. In entrambi i sottogruppi non è presente alcuna ATI, e le aste multiple a cui partecipano le imprese sono tutte di categoria OG3.

Per individuare la presenza di fenomeni collusivi tra le imprese abbiamo stimato il modello ad effetti fissi (3.3). Nelle Tabelle 6.3 e 6.4 sono riportate le matrici di correlazione tra i residui delle imprese stimate nei due sottogruppi. Sotto ciascuna singola correlazione stimata è riportato il relativo p-value.

Impresa	1	2	3	4	5	6	7
1	1						
2	0.0760 0.7643	1					
3	0.2731 0.2729	0.2637 0.2903	1				
4	0.7668 0.0002	0.3881 0.1115	0.4508 0.0604	1			
5	0.1693 0.5019	0.0076 0.9760	0.3786 0.1213	0.4421 0.0662	1		
6	0.7742 0.0002	0.1306 0.6054	0.1093 0.6659	0.6205 0.0060	-0.0548 0.8289	1	
7	0.2515 0.3140	-0.3598 0.1425	0.2538 0.3095	0.1304 0.6059	0.3379 0.1702	0.0946 0.7090	1

Tabella 6.3. Matrice di correlazione tra i residui delle imprese del sottogruppo G (effetti fissi)

Impresa	1	2	3	4
1	1			
2	0.2426 0.3320	1		
3	0.0269 0.9155	0.1934 0.4420	1	
4	0.0913 0.7187	0.0770 0.7612	-0.2496 0.3179	1

Tabella 6.4. Matrice di correlazione tra i residui delle imprese del sottogruppo E (effetti fissi)

- Nel sottogruppo G si può notare come venga identificato un preciso gruppo di imprese (1, 4 e 6) per cui le correlazioni dei residui del modello (3.3) risultano positive e significativamente diverse da zero. Come è stato spiegato nella sezione 3.4, l'eventuale presenza di correlazione identifica un qualche comportamento degli offerenti che si discosta dal modello competitivo delle offerte, indipendentemente dal segno.
- Nel sottogruppo E, invece le imprese sembrano comportarsi tutte in modo competitivo.

Vediamo a questo punto quali sarebbero le evidenze sulla presenza di collusione che risulterebbero con il metodo classico di Bajari e Ye (2003), prima nel caso di assenza dell'informazione pubblicamente disponibile e successivamente tenendo conto di quelle variabili presenti nel dataset che influenzano il costo di realizzazione del progetto da parte di ciascuna impresa.

Ricordiamo che la presenza di correlazione, qualora essa fosse positiva, potrebbe essere sintomo di comportamento collusivo tra le due imprese. Al contrario, l'esistenza di correlazione negativa indicherebbe che ad un'offerta bassa della prima impresa ne corrisponda una sistematicamente più alta della seconda. Potrebbe quindi essere segno che nella coppia di imprese considerate, una appartenga al cartello e l'altra invece non vi aderisca. La combinazione di correlazione negativa e positiva potrebbe perciò essere interpretata come la presenza di uno o più cartelli nell'asta.

Nelle Tabelle 6.5 e 6.6 è riportata, per ciascun sottogruppo, la matrice di correlazione di Pearson tra i ribassi delle imprese offerti in ciascun lotto.

Impresa	1	2	3	4	5	6	7
1	1						
2	0.9504 0.0000	1					
3	0.7112 0.0009	0.7167 0.0008	1				
4	0.7987 0.0001	0.8335 0.0000	0.7843 0.0001	1			
5	0.4317 0.0736	0.3968 0.1030	0.8858 0.0000	0.6951 0.0014	1		
6	0.9830 0.0000	0.9637 0.0000	0.6404 0.0042	0.8314 0.0000	0.3664 0.1347	1	
7	0.9872 0.0000	0.9275 0.0000	0.7404 0.0004	0.8173 0.0000	0.4848 0.0414	0.9646 0.0000	1

Tabella 6.4. Matrice di correlazione tra i ribassi delle imprese del sottogruppo G

Impresa	1	2	3	4
1	1			
2	0.7350 0.0005	1		
3	0.7791 0.0001	0.9512 0.0000	1	
4	0.7852 0.0001	0.9428 0.0000	0.9524 0.0000	1

Tabella 6.6. Matrice di correlazione tra i ribassi delle imprese del sottogruppo E

- Nel sottogruppo G, anche con il metodo classico, si evidenzia un comportamento delle imprese 1, 4 e 6 che potrebbe essere segno di collusione. Però risulta che anche per altre 15 coppie di imprese le correlazioni tra i ribassi delle stesse offerti nei lotti sono significativamente diverse da zero e positive, e spesso con valori assoluti superiori alle tre coppie suddette.

- Nel sottogruppo E le correlazioni tra i ribassi offerti nei lotti sono significativamente diverse da zero per tutte le coppie di imprese e positive. Al contrario di quanto ottenuto con il modello ad effetti fissi, risulta che le quattro imprese potrebbero aver stretto un accordo per colludere.

- Per entrambi i sottogruppi le correlazioni stimate sono elevate, questo probabilmente perché non si è tenuto conto dell'informazione pubblica disponibile. Se si stimasse il ribasso, ad esempio, in funzione della variabile esplicativa "distanza" e si analizzassero i relativi residui, di sicuro le correlazioni tra questi ultimi risulterebbero meno elevate. In ogni caso, se il modello di Bayari e Ye (2003) non fosse correttamente specificato le correlazioni potrebbero essere spiegate da quelle variabili non osservate che influenzano gli offerenti allo stesso modo, oppure dal fatto che imprese simili facciano offerte simili.

Per una maggiore conferma di quanto affermato, vediamo come cambiano i risultati ottenuti con il metodo tradizionale tenendo conto delle seguenti informazioni presenti nel dataset utilizzato:

- Sede degli impianti di ciascuna impresa offerente, invariante fra aste multiple;
- Base d'asta, invariante fra imprese.

Come abbiamo già detto, la distanza dell'impresa dal luogo di esecuzione del progetto (nel nostro caso la provincia di Padova) è una caratteristica che certamente influenza i costi di realizzazione (costo di trasporto dei materiali, dei macchinari e dei lavoratori dagli impianti produttivi al luogo di esecuzione del lavoro di manutenzione, ecc.). Per tener conto di tale aspetto, sono state ricavate le seguenti variabili dummy: provincia di Padova, altre province del Veneto, Nord-Est, Nord-Ovest, Centro, Sud e Isole. Ciascuna di esse assume valore pari a uno quando in essa risiede l'impresa in questione.

A questo punto, si regredisce il ribasso offerto dall'impresa i nel lotto k dell'asta multipla j (y_{ijk}) rispetto alla base dell'asta $base_j$ e alle sette variabili dummy suddette.

Il modello di regressione si presenta come segue:

$$y_{ijk} = \beta_1 z_{1i} + \beta_2 z_{2i} + \beta_3 z_{3i} + K + \beta_7 z_{7i} + \beta_8 base_j + u_{ijk} \quad (6.1)$$

e viene stimato per i due sottogruppi trattati. In entrambi i casi si ottiene un indice R^2 di valore che si aggira attorno allo 0.85, che sembra suggerire un buon adattamento del modello ai dati e di conseguenza che le due tipologie di informazioni hanno una buona capacità informativa.

Nelle Tabelle 6.7 e 6.8 vengono riportate le correlazioni tra i residui delle imprese, rispettivamente del sottogruppo G ed E.

Impresa	1	2	3	4	5	6	7
1	1						
2	0.9295 0.0000	1					
3	0.6609 0.0028	0.6771 0.0020	1				
4	0.7979 0.0001	0.8232 0.0000	0.7290 0.0006	1			
5	0.3700 0.1307	0.3390 0.1687	0.8551 0.0000	0.6787 0.0020	1		
6	0.9730 0.0000	0.9442 0.0000	0.5830 0.0111	0.8604 0.0000	0.3339 0.1757	1	
7	0.9814 0.0000	0.8943 0.0000	0.6788 0.0020	0.8133 0.0000	0.4241 0.0795	0.9535 0.0000	1

Tabella 6.7. Matrice di correlazione tra i residui delle imprese del sottogruppo G (metodo classico)

Impresa	1	2	3	4
1	1			
2	0.7385 0.0005	1		
3	0.7741 0.0002	0.9459 0.0000	1	
4	0.7807 0.0001	0.9384 0.0000	0.9523 0.0000	1

Tabella 6.8. Matrice di correlazione tra i residui delle imprese del sottogruppo E (metodo classico)

- Per entrambi i sottogruppi si ha che le imprese il cui comportamento si discosta apparentemente da quello competitivo risultano le stesse messe in evidenza dalle matrici di correlazione tra i ribassi offerti nei lotti in cui non viene considerata l'informazione pubblicamente disponibile (Tabelle 6.5 e 6.6), eccetto che per le imprese 5 e 7 del sottogruppo G la cui correlazione è diventata non significativamente diversa da zero.
- Le correlazioni presenti nelle Tabelle 6.7 e 6.8 che tengono conto delle variabili incluse nella regressione, sono tendenzialmente più basse di quelle presenti nelle Tabelle 6.5 e 6.6. In ogni caso risultano però essere elevate, probabilmente perché le variabili osservate non sono sufficienti a spiegare il comportamento delle imprese.

Pertanto, con il metodo di Bajari e Ye (2003) anche nel caso in cui si riuscisse a reperire l'informazione pubblicamente disponibile ma questa fosse insufficiente, o se il modello (6.1) non fosse correttamente specificato, le correlazioni tra i residui dello stesso risulterebbero elevate e quindi individuerebbero erroneamente dei comportamenti collusivi.

Conclusioni

La tesi, dopo un'ampia panoramica sulla teoria delle aste e sulle tradizionali tecniche per l'evidenza dei fenomeni collusivi, propone un metodo di facile implementazione per l'individuazione della collusione nelle aste multiple.

Il metodo tradizionale proposto da Bajari e Ye (2003) parte dal presupposto che, al netto della componente dell'offerta influenzata dalle informazioni pubbliche, ogni offerente dovrebbe formulare la propria offerta indipendentemente da quella delle altre imprese che partecipano all'asta. Quindi la collusione viene individuata analizzando le correlazioni tra le offerte per ogni coppia di imprese, dopo aver tenuto conto degli aggiustamenti dovuti alle informazioni pubblicamente disponibili.

La correlazione tra le offerte di una generica coppia di imprese potrebbe però essere diversa da zero non solo in caso di collusione ma anche quando le imprese con simili caratteristiche (osservate e non) tendono ad offrire anche simili ribassi. Quindi con il modello classico non è possibile distinguere tali situazioni dai comportamenti collusivi delle imprese. Inoltre le variabili che contengono informazioni rilevanti ai fini dell'analisi non sempre sono osservabili o facilmente reperibili, e se lo fossero richiederebbero comunque ingenti sforzi per la loro osservazione.

Tali pecche vengono risolte con il metodo ad effetti fissi proposto in questa tesi, almeno per quanto riguarda l'ambito delle aste multiple. L'idea è che, considerato il ribasso offerto da ciascuna impresa in un'asta multipla al netto di tutta l'eterogeneità non osservata invariante nei lotti, se non vi sono accordi collusivi tra le coppie di imprese ciò che deve restare è una componente casuale e incorrelata tra quelle coppie di imprese che non colludono. Tale modello è limitato alle aste multiple in quanto è solo in questo caso che è possibile sfruttare il fatto che i lotti di una stessa asta multipla

siano identici tra loro, ipotesi del modello che ci è stata parzialmente confermata anche dall'analisi empirica. Un importante pregio del modello ad effetti fissi è che, andando a lavorare sul ribasso offerto da ciascuna impresa in ogni asta multipla “depurato” dal proprio ribasso medio offerto nella stessa asta, la qualità dell'informazione pubblicamente disponibile (invariante fra i lotti) non ha alcun impatto sui risultati, ovviando così al problema dell'omissione di variabili del metodo tradizionale.

Tali differenze tra i due modelli sono evidenziate sia nella simulazione che nel caso di studio. Grazie alla prima è stato possibile affermare che utilizzare il modello ad effetti fissi è un buon metodo per l'individuazione della presenza di collusione nelle aste multiple, almeno per quanto riguarda la situazione specifica che è stata considerata, e cioè quella tipica delle aste con esclusione automatica delle offerte in cui le imprese cercano di influenzare la media dell'asta facendo offerte tra loro molto simili.

Anche per quanto riguarda il dataset che ci è stato fornito dalla Provincia di Padova, l'analisi della collusione è stata condotta avvalendosi delle sole informazioni relative alle aste multiple il cui vincitore è stato selezionato con il criterio dell'esclusione automatica delle offerte. Poiché nelle aste AB le imprese che vogliono colludere devono necessariamente partecipare congiuntamente all'asta in questione, si è proceduto ad individuare prima i 67 gruppi di imprese che partecipano alle stesse aste multiple, e successivamente ad individuare all'interno di essi i sottogruppi di imprese che offrono anche agli stessi lotti. L'analisi è stata poi concentrata sui primi dieci sottogruppi con maggiore frequenza di partecipazione congiunta, poiché maggiormente esposti al rischio di collusione.

I risultati riportati sono quelli relativi a due dei dieci sottogruppi, in quanto sufficienti a mettere in evidenza le differenze tra i due metodi. Con il modello ad effetti fissi è stato individuato nel primo sottogruppo un possibile comportamento collusivo delle imprese 1, 4 e 6 e nel secondo un comportamento competitivo della totalità delle imprese. Invece analizzando gli stessi sottogruppi con il metodo classico ciò che è risultato per entrambi è un comportamento delle imprese che si discosta decisamente da un modello competitivo delle offerte. Tale analisi empirica ha quindi messo ben in evidenza che l'utilizzo del metodo di Bajari e Ye (2003) porta spesso ad individuare erroneamente comportamenti collusivi, mentre il modello ad effetti fissi permette di individuare la collusione tra le imprese quando essa è “realmente” presente. Tale

affermazione viene naturalmente fatta con le adeguate cautele in quanto, parlando di accordi segreti tra imprese, nessuna conclusione certa può essere tratta, e la presenza di correlazione è solo un possibile sintomo di comportamenti che vanno poi indagati con maggiore dettaglio.

Bibliografia

BAJARI P., YE L. (2003), Deciding between competition and collusion, *The Review of Economics and Statistics*, vol. 85(4), pp. 971-989.

CAMMUCI S. (2007), *Aste combinatorie per problemi di scheduling multi-agente*, Tesi di Laurea, Facoltà di Ingegneria, Università di Siena.

CAPPIELLO G. (2002), Il prezzo e le gare d'asta nello spazio competitivo allargato, *SYMPHONYA*, n. 1-2002, ISTEI, Milano.

DALLA FINA L. (2005), *Collusione nelle gare d'appalto dei servizi pubblici locali: Un'analisi empirica*, Tesi di Laurea, Facoltà di Scienze Statistiche, Università di Padova.

DECRETO LEGISLATIVO N.163 DEL 12 APRILE, *Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE*.

DIMITRI N., PIGA G., SPAGNOLO G. (2006), *Handbook of Procurement*, Cambridge University Press, Cambridge.

JOHNSON R. (2007), *Probabilità e statistica per ingegneria e scienze, edizione italiana a cura di Maria Teresa Girando*, Pearson, Milano.

KRISHNA V. (1993), Auctions with endogenous valuations: the persistence of monopoly revisited, *American Economic Review*, vol. 83, pp. 147-160.

KRISHNA V., ROSENTHAL R. (1996), Simultaneous auctions with synergies, *Game and economic behaviour*, vol. 17, pp. 1-31.

MARIN M. (2009), *L'impatto del cambiamento di legge sugli appalti pubblici: il caso Sicilia*, Tesi di Laurea, Facoltà di Scienze Statistiche, Università di Padova.

MCAFEE R., VINCENT D. (1993), The Declining Price Anomaly, *Journal of Economic Theory*, vol. 60, pp. 191-212.

MILGROM P. (1987), *Auction theory*, Advances in Economic Theory, Cambridge University Press, Cambridge.

MILGROM P., WEBER R. (1982), A Theory of Auctions and Competitive Bidding, *Econometrica*, vol. 50., pp. 1089-122.

NAPOLANO L. (2000), *Un'interpretazione della borsa elettrica all'interno della teoria delle aste*, Quaderni di ricerca ref, n. 1 / Dicembre 2000, IRS, Milano

NOVENTA E. (2009), *Effetti delle procedure di assegnazione degli appalti pubblici nella provincia di Padova*, Tesi di Laurea, Facoltà di Scienze Statistiche, Università di Padova.

OCSE (2007), *Bribery in public procurement methods, actors and counter-measures*, OECD, Paris.

PALAZZI G. (2009), *Regole d'appalto e rischio d'inadempienza del vincitore*, Tesi di Laurea, Facoltà di Scienze Statistiche, Università di Padova.

PARISIO L. (1999), *Meccanismi d'asta*, Carocci, Roma.

SHAPIRO S., WILK M. (1965), An analysis of variance test for normality (complete samples), *Biometrika*, vol. 52, pp. 591-611.