

DETERMINAZIONE DELL'OBIETTIVO DI INCREMENTO DI PRODUTTIVITÀ DA EFFICIENTAMENTO DI CUI AL PUNTO 19 DELL'ALLEGATO "A" ALLA DELIBERA N. 133/2018

Allegato "A" alla delibera n. 129/2025

31 luglio 2025

ART

SOMMARIO

| | |
|---|---|
| 1. PREMESSA | 2 |
| 2. I RISULTATI DELL’ANALISI QUANTITATIVA | 3 |
| 3. CALCOLO DELL’OBIETTIVO DI RECUPERO DI EFFICIENZA | 6 |

1. PREMESSA

Il sistema tariffario approvato con delibera n. 133/2018 del 20 dicembre 2018, tenendo conto di quanto prescritto dall'articolo 37, comma 2, lettera g) del decreto-legge del 6 dicembre 2011, n. 201, si basa *"sul metodo del price cap, con determinazione dell'indicatore di produttività X a cadenza quinquennale per ciascuna concessione"*.

In particolare, nell'ambito dell'Allegato "A" alla citata delibera:

- il punto 2.4 definisce il periodo regolatorio come *"il periodo di cinque anni, al termine del quale **sono soggetti ad aggiornamento** il Piano Economico Finanziario ed il Piano Finanziario Regolatorio, nel rispetto dei principi e dei criteri stabiliti nel presente documento, anche correlativamente alla revisione dei parametri del price cap (tra i quali i costi – meglio definiti al punto 5.5 – riferibili all'Anno base, le previsioni di traffico e l'indicatore di produttività X) e del WACC"* (enfasi aggiunta);
- il punto 19.2 individua i valori della percentuale annuale di recupero di efficienza produttiva da impiegarsi nella formula del price cap, da utilizzarsi nel primo periodo regolatorio di applicazione del sistema tariffario definito dall'Autorità;
- il punto 19.3 prevede che *"[i] criteri e le metodologie di cui al punto 19.2 **sono applicati per i successivi periodi regolatori, tramite l'effettuazione di nuove stime basate sull'aggiornamento del dataset agli ultimi dati disponibili, anche sulla base dei report di contabilità regolatoria di cui alla Sezione 4, secondo la medesima formula. Di conseguenza, si procederà all'aggiornamento dei relativi valori nel Piano Economico Finanziario e nel Piano Finanziario Regolatorio"*** (enfasi aggiunta).

Pertanto, l'Autorità è chiamata a determinare il valore della percentuale di recupero di efficienza per il secondo periodo regolatorio (2025-2029), tramite l'effettuazione di nuove stime basate sull'aggiornamento del dataset agli ultimi dati disponibili, secondo quanto previsto ai citati punti 19.2 e 19.3 di cui al citato Allegato "A", affinché si possa procedere all'aggiornamento del relativo valore nel Piano Economico Finanziario e nel Piano Finanziario Regolatorio.

La metodologia adottata per la stima della percentuale di recupero dell'efficienza utilizza la funzione di frontiera di costo stocastica (*Stochastic Frontier Analysis*, SFA in acronimo). Tutte le variabili¹, le forme funzionali² e le tipologie di configurazione dell'inefficienza³ utilizzate sono le medesime già utilizzate dall'Autorità nelle stime implementate ai fini della definizione degli ambiti ottimali di gestione di cui alla delibera n. 70/2016.

¹ Tali variabili sono generate a partire dai dati contenuti nelle schede di contabilità analitica, già in uso presso la Direzione Generale competente del MIT e implementate direttamente dalle Società concessionarie, unitamente alle informazioni già disponibili presso l'Autorità, aggiornate annualmente, nonché quelle reperibili nella banca dati AIDA del Bureau Van Dijk.

² Forma funzionale Cobb Douglas, a elasticità di sostituzione costante, e lineare nella sua trasformata logaritmica:

$$\ln(C_{it}) = \alpha + \sum_i \beta_{it} \ln x_{it} + \varepsilon_{it}$$

Forma funzionale *Translogaritmica* (c.d. *Translog*), che richiede un maggior numero di osservazioni, in quanto la stima dei numerosi parametri che tengono conto del quadrato dei regressori e delle loro interazioni consuma molti gradi di libertà. In questo caso, la linearizzazione tramite la trasformazione logaritmica comporta la seguente formulazione:

$$\ln(C_{it}) = \alpha + \sum_i \beta_{it} \ln x_{it} + \sum_i \delta_{it} \ln x_{it}^2 + \sum_j \sum_i \varphi_{ijt} \ln x_{jt} \ln x_{it} + \varepsilon_{it}$$

³ Sono state impiegate sia una configurazione di tipo *time-invariant* (ovvero ipotizzando che il termine di inefficienza sia specifico di ogni individuo ma costante nel tempo) nella versione di Pitt e Lee (1981), sia una configurazione di tipo *time-varying decay* (ovvero ipotizzando che i livelli di inefficienza ed il progresso tecnico cambino nel tempo), nella versione di Battese e Coelli (1992). Si vedano: M.M. Pitt e L.F. Lee, (1981). "The Measurement and Sources of Technical Inefficiency in the Indonesian Weaving Industry", *Journal of Development Economics* n. 9, pp. 43-64.

G.E. Battese e T.J. Coelli, (1992). "Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: with Application to Paddy Farmers in India", *Journal of Productivity Analysis* n. 3, pp. 153-169.

2. I RISULTATI DELL'ANALISI QUANTITATIVA

Dal punto di vista tecnico, l'analisi quantitativa per la stima della funzione di costo totale efficiente di un concessionario autostradale è stata realizzata utilizzando il programma STATA 18.0, tramite la funzione *sfpanel* (Stochastic frontier models for panel data). La Tabella 1 contiene i risultati delle stime Cobb Douglas, *time invariant decay*⁴ e *time-varying decay*⁵. Per ogni variabile è indicato il valore del coefficiente ottenuto tramite l'analisi di regressione, il relativo livello di significatività statistica⁶ e, in parentesi tonda, gli errori standard. Il valore del coefficiente di ogni variabile riportato nelle Tabelle che seguono indica l'impatto (marginale) di tale variabile sulla variabile dipendente, che nel caso in oggetto è rappresentato dal logaritmo naturale dei costi totali di produzione normalizzati di una concessionaria autostradale.

Le variabili riguardanti il prezzo dei fattori produttivi (ossia il prezzo del lavoro, del capitale e della manutenzione) e l'output (il volume di traffico e la lunghezza della rete) presentano coefficienti significativi e di segno (positivo) in linea con la teoria microeconomica per tutte le specificazioni del modello, confermando la bontà del modello input-output prescelto.

Anche molte delle variabili di controllo risultano significative in quasi tutte le stime.

Tabella 1: stime dei costi totali di produzione con funzione Cobb-Douglas: coefficienti, errori standard e livello di significatività

| COBB DOUGLAS | ti(pl81) | tvd (bc92) | ti(pl81) | tvd (bc92) | ti(pl81) | tvd (bc92) | ti(pl81) | tvd (bc92) |
|--|--|------------------------|--|------------------------|---|-------------------------|---|-------------------------|
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) |
| VARIABILI | con caratteristiche del percorso e della concessione | | con caratteristiche del percorso, della concessione e time dummies | | con caratteristiche del percorso, della concessione e della struttura finanziaria | | con caratteristiche del percorso, della concessione, della struttura finanziaria e time dummies | |
| <i>l_pl</i> <i>ln(prezzo del lavoro)</i> | 0.330*** (0.0370) | 0.336*** (0.0362) | 0.310*** (0.0390) | 0.314*** (0.0400) | 0.345*** (0.0404) | 0.348*** (0.0405) | 0.327*** (0.0424) | 0.331*** (0.0439) |
| <i>l_pk</i> <i>ln(prezzo del capitale)</i> | 0.142*** (0.00740) | 0.141*** (0.00727) | 0.140*** (0.00718) | 0.140*** (0.00724) | 0.142*** (0.00739) | 0.141*** (0.00724) | 0.139*** (0.00712) | 0.140*** (0.00715) |
| <i>l_pm</i> <i>ln(prezzo della manutenzione)</i> | 0.232*** (0.0240) | 0.228*** (0.0254) | 0.245*** (0.0256) | 0.232*** (0.0280) | 0.262*** (0.0280) | 0.269*** (0.0302) | 0.279*** (0.0294) | 0.275*** (0.0323) |
| <i>l_rete</i> <i>ln(km rete)</i> | 0.515*** (0.0411) | 0.515*** (0.0387) | 0.505*** (0.0396) | 0.510*** (0.0364) | 0.473*** (0.0447) | 0.469*** (0.0435) | 0.456*** (0.0442) | 0.457*** (0.0445) |
| <i>l_vol</i> <i>ln(volumi di traffico)</i> | 0.369*** (0.0389) | 0.352*** (0.0399) | 0.381*** (0.0387) | 0.376*** (0.0405) | 0.406*** (0.0431) | 0.403*** (0.0450) | 0.422*** (0.0424) | 0.418*** (0.0449) |
| <i>ncorsie3_perc</i> <i>% rete a 3 o più corsie</i> | 0.298*** (0.0680) | 0.309*** (0.0858) | 0.264*** (0.0682) | 0.222*** (0.0861) | 0.324*** (0.0695) | 0.365*** (0.0833) | 0.288*** (0.0690) | 0.287*** (0.0875) |
| <i>nkm_operemagg_perc</i> <i>% rete con opere maggiori</i> | 0.242** (0.0997) | 0.190* (0.102) | 0.222** (0.104) | 0.226** (0.106) | 0.255** (0.102) | 0.199* (0.112) | 0.239** (0.107) | 0.231** (0.113) |
| <i>nipav</i> <i>indice di qualità della pavimentazione</i> | 0.000930* (0.000488) | 0.000495 (0.000493) | 0.000432 (0.000489) | 0.000346 (0.000490) | 0.000947* (0.000484) | 0.000505 (0.000487) | 0.000451 (0.000485) | 0.000413 (0.000491) |
| <i>nanni_residui_perc</i> <i>% anni residui alla scadenza della concessione</i> | 0.135** (0.0550) | 0.0658 (0.0619) | 0.0419 (0.0570) | 0.0299 (0.0530) | 0.151*** (0.0578) | 0.102 (0.0672) | 0.0398 (0.0582) | 0.0413 (0.0689) |
| <i>ndeb_eq</i> <i>debito/equity</i> | | | | | -0.000668 (0.000707) | -0.000817 (0.000704) | -0.000687 (0.000691) | -0.000695 (0.000695) |
| costante | -0.103*** (0.0345) | -0.101** (0.0487) | -0.0809** (0.0356) | -0.0718* (0.0436) | -0.114*** (0.0356) | -0.136** (0.0568) | -0.0772** (0.0358) | -0.0839 (0.0557) |
| Dummy temporali | no | no | sì | sì | no | no | sì | sì |
| Observations | 233 | 233 | 233 | 233 | 229 | 229 | 229 | 229 |
| Number of nfirm | 29 | 29 | 29 | 29 | 28 | 28 | 28 | 28 |

⁴ Modelli (1), (3), (5) e (7).

⁵ Modelli (2), (4), (6) ed (8).

⁶ Quando si effettua un test d'ipotesi si fissa un'ipotesi nulla, da verificare (in questo caso: che il regressore inserito non spieghi una quota significativa della varianza della variabile dipendente) e uno o più valori soglia α , e che indica il livello di significatività del test. Osservando i valori dei *p-value* calcolati a partire dai dati osservati, quando tale valore è $\leq \alpha$, l'evidenza empirica è fortemente contraria all'ipotesi nulla, che viene quindi rifiutata, e i regressori sono quindi statisticamente significativi. Un coefficiente è da considerarsi tanto più affidabile (dal punto di vista statistico) quanto più il valore del *p-value* è basso. Nelle tabelle sono utilizzati i seguenti *p-value*: * *p-value* < 0.10, ** *p-value* < 0.05, *** *p-value* < 0.01.

La Tabella 2 riporta i risultati delle stime translogaritmiche sotto l'ipotesi *time invariant*⁷, e sotto ipotesi di *time varying decay*⁸.

I risultati confermano quanto già emerso tramite le stime effettuate con ipotesi di forma funzionale di tipo Cobb-Douglas, in termini di significatività e segno del coefficiente. Le variabili relative al prezzo dei fattori produttivi e agli output, oltre ai loro valori al quadrato e le loro interazioni, hanno infatti coefficienti significativi, e mantengono lo stesso segno del coefficiente emerso nei modelli di tipo Cobb-Douglas. Ciò implica che le proprietà (micro)economiche dei modelli di funzione di costo totale analizzati sono in linea con i dettami della letteratura economica a prescindere dalla forma funzionale utilizzata nelle stime, e che pertanto le stime si possono considerare affidabili (dal punto di vista microeconomico) e robuste.

⁷ Modelli (9), (11), (13) e (15).

⁸ Modelli (10), (12), (14) e (16).

Tabella 2: stime dei costi totali di produzione con funzione translog: coefficienti, errori standard e livello di significatività

| TRANSLOG | ti(pl81) | tvd (bc92) | ti(pl81) | tvd (bc92) | ti(pl81) | tvd (bc92) | ti(pl81) | tvd (bc92) |
|---|------------------------------|------------|--|------------|--|------------|---|------------|
| | TL1 | TL1b | TL1t | TL1tb | TL2 | TL2b | TL2t | TL2tb |
| VARIABILI | base (solo prezzi ed output) | | base (solo prezzi ed output) e time dummies | | con caratteristiche della concessione | | con caratteristiche della concessione e struttura finanziaria | |
| l_pl | 0.323*** | 0.308*** | 0.295*** | 0.319*** | 0.278*** | 0.258*** | 0.289*** | 0.290*** |
| ln(prezzo del lavoro) | (0.0268) | (0.0258) | (0.0270) | (0.0291) | (0.0274) | (0.0318) | (0.0313) | (0.0341) |
| l_pk | 0.311*** | 0.311*** | 0.306*** | 0.312*** | 0.339*** | 0.345*** | 0.330*** | 0.330*** |
| ln(prezzo del capitale) | (0.00869) | (0.00863) | (0.00885) | (0.00933) | (0.0121) | (0.0122) | (0.0148) | (0.0150) |
| l_pm | 0.210*** | 0.223*** | 0.217*** | 0.203*** | 0.221*** | 0.226*** | 0.263*** | 0.262*** |
| ln(prezzo della manutenzione) | (0.0172) | (0.0162) | (0.0182) | (0.0175) | (0.0172) | (0.0168) | (0.0202) | (0.0205) |
| l_rete | 0.638*** | 0.659*** | 0.556*** | 0.628*** | 0.606*** | 0.573*** | 0.601*** | 0.595*** |
| ln(km rete) | (0.0522) | (0.0514) | (0.0508) | (0.0529) | (0.0511) | (0.0478) | (0.0513) | (0.0529) |
| l_vol | 0.294*** | 0.314*** | 0.362*** | 0.333*** | 0.311*** | 0.326*** | 0.330*** | 0.332*** |
| ln(volumi di traffico) | (0.0400) | (0.0326) | (0.0338) | (0.0334) | (0.0390) | (0.0311) | (0.0382) | (0.0388) |
| l_pl2 | 0.168*** | 0.148*** | 0.137** | 0.133** | 0.168*** | 0.0869 | 0.0883 | 0.0825 |
| ln(prezzo del lavoro ²) | (0.0567) | (0.0567) | (0.0546) | (0.0559) | (0.0620) | (0.0639) | (0.0886) | (0.0899) |
| l_pm2 | 0.142*** | 0.154*** | 0.152*** | 0.148*** | 0.127*** | 0.114*** | 0.205*** | 0.203*** |
| ln(prezzo della manutenzione ²) | (0.0220) | (0.0211) | (0.0217) | (0.0208) | (0.0223) | (0.0229) | (0.0499) | (0.0501) |
| l_pk2 | 0.0714*** | 0.0695*** | 0.0709*** | 0.0706*** | 0.0686*** | 0.0701*** | 0.0664*** | 0.0664*** |
| ln(prezzo del capitale ²) | (0.00340) | (0.00339) | (0.00348) | (0.00364) | (0.00353) | (0.00374) | (0.00340) | (0.00349) |
| l_vol2 | 0.153*** | 0.156*** | 0.151*** | 0.153*** | 0.0782 | 0.0757 | 0.0813 | 0.0821 |
| ln(volumi di traffico ²) | (0.0545) | (0.0523) | (0.0530) | (0.0550) | (0.0569) | (0.0591) | (0.0835) | (0.0831) |
| l_rete2 | 0.280** | 0.145 | 0.242** | 0.112 | 0.284** | 0.391*** | 0.169 | 0.167 |
| ln(km rete ²) | (0.122) | (0.123) | (0.109) | (0.156) | (0.119) | (0.150) | (0.140) | (0.140) |
| l_pm_l_pl | -0.0224 | -0.0224 | -0.0274 | -0.0228 | -0.0215 | -0.0126 | -0.0850** | -0.0846** |
| ln(prezzo del lavoro)*ln(prezzo della | (0.0284) | (0.0278) | (0.0278) | (0.0274) | (0.0269) | (0.0275) | (0.0426) | (0.0429) |
| l_pl_l_vol | 0.0884** | 0.0453 | 0.0879** | 0.0543 | 0.0833** | 0.0845** | -0.0224 | -0.0225 |
| ln(prezzo del lavoro)*ln(volumi di traffico) | (0.0366) | (0.0390) | (0.0353) | (0.0391) | (0.0370) | (0.0419) | (0.0487) | (0.0485) |
| l_pm_l_vol | 0.0836*** | 0.111*** | 0.0846*** | 0.103*** | 0.0550** | 0.0439* | 0.106** | 0.106** |
| ln(prezzo della manutenzione)*ln(volumi di | (0.0226) | (0.0232) | (0.0224) | (0.0238) | (0.0250) | (0.0265) | (0.0515) | (0.0514) |
| l_pl_l_rete | -0.0971* | -0.0436 | -0.0923* | -0.0405 | -0.147*** | -0.133** | 0.0567 | 0.0603 |
| ln(prezzo del lavoro)*ln(km di rete) | (0.0497) | (0.0522) | (0.0486) | (0.0527) | (0.0536) | (0.0581) | (0.0819) | (0.0835) |
| l_pm_l_rete | -0.0822*** | -0.105*** | -0.0902*** | -0.0977*** | -0.0702*** | -0.0741*** | -0.0902 | -0.0891 |
| ln(prezzo della manutenzione)*ln(km di rete) | (0.0252) | (0.0245) | (0.0253) | (0.0245) | (0.0261) | (0.0268) | (0.0562) | (0.0561) |
| l_vol_l_rete | -0.193** | -0.145* | -0.176** | -0.135* | -0.152** | -0.198** | -0.0984 | -0.0971 |
| ln(volumi di traffico)*ln(km di rete) | (0.0769) | (0.0754) | (0.0737) | (0.0798) | (0.0763) | (0.0844) | (0.103) | (0.103) |
| l_pk_l_pm | -0.0674*** | -0.0792*** | -0.0749*** | -0.0794*** | -0.0492*** | -0.0425*** | -0.0581*** | -0.0578*** |
| ln(prezzo del capitale)*ln(prezzo della | (0.0132) | (0.0128) | (0.0132) | (0.0127) | (0.0158) | (0.0163) | (0.0160) | (0.0160) |
| l_pk_l_pl | 0.0154 | 0.0317* | 0.0225 | 0.0345** | -0.00419 | 0.00117 | -0.00363 | -0.00429 |
| ln(prezzo del capitale)*ln(prezzo del lavoro) | (0.0169) | (0.0176) | (0.0167) | (0.0173) | (0.0219) | (0.0230) | (0.0228) | (0.0231) |
| l_pk_l_rete | 0.0761*** | 0.0591*** | 0.0840*** | 0.0565* | 0.0675*** | 0.0593** | 0.0817*** | 0.0826*** |
| ln(prezzo del capitale)*ln(km di rete) | (0.0238) | (0.0229) | (0.0236) | (0.0313) | (0.0229) | (0.0238) | (0.0237) | (0.0243) |
| l_pk_l_vol | -0.0630*** | -0.0600*** | -0.0703*** | -0.0584*** | -0.0306* | -0.0216 | -0.0429** | -0.0431** |
| ln(prezzo del capitale)*ln(volumi di traffico) | (0.0150) | (0.0138) | (0.0149) | (0.0182) | (0.0169) | (0.0171) | (0.0171) | (0.0171) |
| nanni_residui_perc | | | | | 0.113 | 0.174 | 0.0471 | 0.0360 |
| % anni residui alla scadenza della concessione | | | | | (0.192) | (0.210) | (0.216) | (0.233) |
| anni_residui_perc2 | | | | | -0.138** | -0.153** | -0.151** | -0.152* |
| (% anni residui alla scadenza della concessione) ² | | | | | (0.0700) | (0.0776) | (0.0757) | (0.0825) |
| l_pl_anni | | | | | -0.0543 | -0.0690 | -0.00639 | -0.00356 |
| % anni residui alla scadenza della | | | | | (0.0517) | (0.0598) | (0.0620) | (0.0690) |
| l_pm_anni | | | | | 0.0914*** | 0.0984*** | 0.0895*** | 0.0906*** |
| % anni residui alla scadenza della | | | | | | | | |
| concessione)*ln(prezzo della manutenzione) | | | | | (0.0256) | (0.0269) | (0.0289) | (0.0286) |
| l_pk_anni | | | | | 0.0754 | 0.106 | 0.00318 | -0.00870 |
| % anni residui alla scadenza della | | | | | | | | |
| concessione)*ln(prezzo del capitale) | | | | | (0.0927) | (0.0999) | (0.110) | (0.120) |
| l_rete_anni | | | | | -0.112 | -0.149** | -0.0894 | -0.0823 |
| % anni residui alla scadenza della | | | | | (0.0722) | (0.0747) | (0.0886) | (0.0942) |
| l_vol_anni | | | | | 0.0587* | 0.0464 | 0.0604* | 0.0642 |
| % anni residui alla scadenza della | | | | | | | | |
| concessione)*ln(volumi di traffico) | | | | | (0.0311) | (0.0382) | (0.0342) | (0.0448) |
| ndeb_eq | | | | | | | -3.29e-05 | -3.20e-05 |
| debt/equity | | | | | | | (2.11e-05) | (2.12e-05) |
| deb_eq2 | | | | | | | 0.0166*** | 0.0158** |
| (debt/equity) ² | | | | | | | (0.00587) | (0.00666) |
| l_pl_deb | | | | | | | -0.00401 | -0.00396 |
| (debt/equity)*ln(prezzo del lavoro) | | | | | | | (0.00305) | (0.00307) |
| l_pm_deb | | | | | | | -0.00574** | -0.00548** |
| (debt/equity)*ln(prezzo della manutenzione) | | | | | | | (0.00233) | (0.00269) |
| l_pk_deb | | | | | | | -0.00608 | -0.00564 |
| (debt/equity)*ln(prezzo del capitale) | | | | | | | (0.00553) | (0.00562) |
| l_rete_deb | | | | | | | 0.00167 | 0.00132 |
| (debt/equity)*ln(km di rete) | | | | | | | (0.00595) | (0.00600) |
| l_vol_deb | | | | | | | 0.00425** | 0.00412** |
| (debt/equity)*ln(volumi di traffico) | | | | | | | (0.00199) | (0.00196) |
| costante | -0.0453* | -0.0269 | 0.00344 | -0.0283 | -0.0134 | 0.0145 | -0.0507* | -0.0456 |
| | (0.0255) | (0.0220) | (0.0211) | (0.0270) | (0.0243) | (0.0179) | (0.0284) | (0.0298) |
| Dummy temporali | no | no | sì | sì | no | no | no | no |
| Observations | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 240 | 231 | 231 |
| Number of nfirm | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 28 | 28 |

3. CALCOLO DELL'OBIETTIVO DI RECUPERO DI EFFICIENZA

Utilizzando le 16 distanze complessive dalla frontiera di efficienza ottenute dai modelli sopra riportati è possibile determinare, attraverso l'applicazione della media semplice (aritmetica), il gap di efficienza, ossia la distanza percentuale da recuperare al fine di pervenire a costi efficienti (X^*), che risulta pari a **12,88%**.

A partire da tale ultimo valore, si è proceduto a determinare l'indicatore di produttività annuale X_t da impiegarsi nella formula del *price cap*, pari a **2,72%**, come risultante dalla formula di cui al punto 19.2 dell'Allegato "A" alla delibera 133/2018.