

EVOLUZIONE DEI SISTEMI PER LA DETERMINAZIONE INDIRETTA DEL CONFERIMENTO COLLETTIVO AI FINI DELLA TARIP

POSITION PAPER GM8-26.2



Luglio 2026

ACISM
ASSOCIAZIONE COSTRUTTORI ITALIANI STRUMENTI DI MISURA

Sommario

Il D.M. 20 aprile 2017 individua i criteri per la misurazione puntuale dei rifiuti ai fini della tariffazione puntuale (TARIP) e, per il conferimento collettivo, riconosce la determinazione indiretta del volume, oggi prevalentemente realizzata mediante l'attribuzione di una capacità nominale al contenitore, al sacco o al cassetto di conferimento.

L'evoluzione dei sensori e dell'elaborazione digitale rende oggi disponibili sistemi in cui la medesima infrastruttura tecnologica può svolgere funzioni differenti.

Il sistema può determinare dinamicamente il volume o la classe volumetrica attribuita al conferimento, oppure può limitarsi a verificare la conformità del conferimento rispetto a una quantità o classe già definita. In quest'ultimo caso la quantità tariffaria resta predefinita e il risultato sensoristico è un esito di conformità, non una misura volumetrica utilizzata ai fini tariffari.

Il Position Paper propone pertanto una classificazione funzionale dei sistemi e un approccio di normazione tecnica fondato sulle prestazioni, sulla neutralità tecnologica e sulla proporzionalità dei requisiti. La presenza di sensori, software o algoritmi non deve determinare automaticamente l'applicazione dei medesimi requisiti a configurazioni che svolgono funzioni diverse.

La futura norma UNI dovrebbe definire terminologia, requisiti prestazionali, metodi di prova, gestione delle condizioni incerte, requisiti minimi per software e configurazione, integrità e tracciabilità del dato, nonché un modello informativo interoperabile.

L'obiettivo è consentire la coesistenza dei sistemi a volume predefinito, dei sistemi di determinazione dinamica e dei sistemi a volume predefinito assistiti da controllo dinamico di conformità, garantendo affidabilità e verificabilità senza prescrivere una tecnologia preferenziale.

1. Contesto normativo e obiettivo

La tariffazione puntuale dei rifiuti urbani costituisce uno degli strumenti attraverso i quali il principio «chi inquina paga» trova applicazione nel servizio pubblico di gestione dei rifiuti.

La sua attuazione richiede che alla singola utenza siano associati dati oggettivi e verificabili relativi ai conferimenti, così da correlare la componente variabile della tariffa alla quantità attribuita.

Il D.M. 20 aprile 2017 rappresenta il riferimento nazionale per i sistemi di misurazione puntuale e individua due modalità fondamentali: la pesatura diretta e la determinazione indiretta del volume.

Nel conferimento collettivo, quest'ultima è normalmente attuata attribuendo al singolo evento la capacità nominale del contenitore, del sacco o del cassetto.

In tali configurazioni non viene determinato il volume effettivamente occupato dal rifiuto a ogni conferimento: viene attribuita una quantità convenzionale definita a priori.

Questa impostazione rimane pienamente idonea per numerosi contesti.

Il presente documento non propone di sostituirla, ma di definire un quadro tecnico capace di includere anche soluzioni evolute rese possibili da sensori, software e algoritmi.

Le nuove tecnologie possono infatti concorrere direttamente alla determinazione della quantità, oppure svolgere esclusivamente una funzione di controllo rispetto a un valore già stabilito.

Il punto centrale è quindi la funzione svolta. Se la catena sensoristica e software determina il volume o la classe attribuita, le sue prestazioni incidono direttamente sul dato tariffario. Se invece verifica soltanto il rispetto di una classe nominale, il requisito principale è l'affidabilità della decisione di conformità e la corretta gestione delle soglie.

La futura disciplina tecnica dovrebbe riflettere tale differenza, adottando requisiti coerenti con il risultato effettivamente prodotto.

L'obiettivo del Position Paper è proporre una base per una futura normazione UNI prestazionale e tecnologicamente neutrale, capace di definire criteri comuni di valutazione e di interoperabilità senza vincolare il mercato a specifici principi di rilevamento o architetture proprietarie.

2. Stato dell'arte tecnologico

L'evoluzione delle tecnologie dei sensori e di elaborazione digitale ha reso disponibili, negli ultimi anni, sistemi in grado di determinare il volume del singolo conferimento attraverso modalità differenti rispetto all'attribuzione convenzionale della capacità nominale del contenitore o dell'apertura di conferimento.

Tali sistemi trovano oggi applicazione in numerosi settori industriali, logistici e ambientali nei quali risulta necessario determinare, con elevata affidabilità, variazioni di volume, occupazione di spazi, presenza di oggetti o modifiche geometriche di un ambiente.

La progressiva riduzione dei costi dei sensori tridimensionali, l'aumento della capacità di elaborazione dei sistemi embedded e la disponibilità di algoritmi avanzati di elaborazione hanno reso tali tecnologie utilizzabili anche nei sistemi di raccolta dei rifiuti urbani.



3. Modello funzionale dei sistemi

Ai fini della TARIP, i sistemi dovrebbero essere classificati in base al modo in cui viene prodotto il dato quantitativo attribuito all'utenza. Si individuano tre configurazioni di riferimento.

Configurazione	Quantificazione	Funzione rilevante	Risultato ai fini TARIP
Volume predefinito	Attribuzione convenzionale	Associazione tra evento e quantità nominale	Volume/classe nominale
Determinazione dinamica	Rilevazione ed elaborazione	Determinazione volume o classe	Volume o classe determinati
Controllo dinamico di conformità	Quantità predefinita + controllo	Verifica del rispetto dei limiti della classe	Quantità nominale ed esito di conformità

3.1 Sistemi a volume predefinito

Nei sistemi di conferimento collettivo a volume predefinito, la quantità associata al conferimento deriva dalle caratteristiche del dispositivo o della modalità di conferimento: ad esempio capacità nominale di un sacco, di una bocca o di una camera.

La quantità tariffaria è quindi stabilita prima dell'evento e il sistema deve soprattutto assicurare la corretta associazione tra utenza, evento e valore nominale.

La presenza di RFID, sensori di apertura, software di registrazione o comunicazioni telematiche non modifica questa natura quando tali componenti non determinano la quantità.

Occorre quindi distinguere le funzioni accessorie di identificazione e registrazione dalla funzione che produce il parametro quantitativo.

3.2 Determinazione dinamica del volume o della classe

Nei sistemi a determinazione dinamica, la quantità deriva dalle informazioni acquisite in occasione del singolo conferimento. Il risultato può essere un valore continuo di volume oppure una classe volumetrica determinata mediante soglie o algoritmi.

La classificazione in intervalli può essere particolarmente adatta alla TARIP perché consente di correlare il livello di prestazione alla reale funzione tariffaria, senza richiedere che ogni minima variazione di volume produca un diverso effetto economico. In tale configurazione è essenziale distinguere la classe prestazionale del sistema dalla classe attribuita al conferimento.

Poiché il risultato dipende dall'interazione tra sensori, elettronica, firmware, software, algoritmi e parametri, la prestazione deve essere riferita al sistema nella configurazione complessiva e non al solo sensore.

3.3 Controllo dinamico di conformità a volume predefinito

Nel controllo dinamico di conformità la quantità o la classe è già definita. Il sistema sensoristico non determina quale quantità attribuire, ma verifica se il conferimento rispetta i limiti previsti.

Sotto il profilo della quantificazione, il principio rimane quindi quello del volume predefinito; cambia il meccanismo con cui viene verificato il rispetto del limite, geometrico nei sistemi tradizionali e sensoristico nei sistemi dinamici.

La distinzione rispetto alla classificazione dinamica è netta: nella classificazione il sistema sceglie la classe da attribuire; nel controllo di conformità la classe è nota e il sistema produce un esito, ad esempio conforme, non conforme o non determinabile. Tale esito deve rimanere distinto dalla quantità nominale attribuita.

Questa configurazione può offrire maggiore flessibilità operativa e consentire la registrazione di eventi non conformi, ma richiede che soglie e parametri siano protetti, identificabili e tracciabili.

Non è invece giustificato assimilare automaticamente il sistema a una misura volumetrica dinamica quando il dato sensoristico non viene utilizzato per determinare la quantità tariffaria.

4. Requisiti prestazionali e verifica

I requisiti dovrebbero essere definiti in funzione del risultato prodotto. I sistemi a determinazione dinamica devono dimostrare affidabilità nella determinazione del volume o della classe; i sistemi di controllo dinamico devono dimostrare affidabilità nella decisione di conformità.

Le prove devono essere ripetibili, riproducibili e rappresentative delle condizioni di impiego.

4.1 Requisiti comuni e criteri differenziati

Per i sistemi che determinano dinamicamente volume o classe, la valutazione dovrebbe considerare accuratezza o correttezza della classificazione, ripetibilità, robustezza ai fattori di influenza, assenza di bias sistematici, stabilità delle prestazioni e capacità di riconoscere condizioni nelle quali il risultato non è affidabile.

I principali fattori di influenza comprendono posizione e orientamento del conferimento, forma e deformabilità del materiale, presenza di vuoti, livello di riempimento, materiale già presente e condizioni ambientali nel campo operativo dichiarato.

Qualora tali condizioni impediscano una determinazione affidabile, il sistema dovrebbe produrre uno stato esplicito di risultato incerto, non valido o fuori campo operativo, invece di restituire un dato apparentemente certo.

Per la classificazione dinamica, il criterio principale può essere espresso come capacità di attribuire correttamente il conferimento alla classe prevista, con una gestione controllata degli errori verso classi adiacenti. I valori quantitativi delle soglie prestazionali dovrebbero essere definiti in sede normativa sulla base di prove sperimentali.

Per il controllo dinamico di conformità, risultano più significativi la probabilità di falsa accettazione di un conferimento eccedente il limite, la probabilità di falso rifiuto di un conferimento conforme e la gestione delle condizioni prossime alla soglia.

4.2 Campione di riferimento e piano di prova

Per favorire la confrontabilità tra soluzioni tecnologicamente differenti si propone l'impiego di un Campione Volumetrico di Riferimento (CVR), costituito da un oggetto di volume noto e sufficientemente stabile.

Il CVR ha la funzione di fornire un riferimento comune di prova e deve essere integrato da conferimenti rappresentativi delle reali condizioni di esercizio.

Il piano di prova dovrebbe includere differenti posizioni e orientamenti, livelli di riempimento, presenza di materiale già conferito, condizioni ambientali previste e ripetizioni in sequenze differenti. Per i sistemi basati sul confronto dello stato del contenitore prima e dopo l'evento, deve essere verificato che assestamenti o spostamenti del materiale già presente non vengano impropriamente attribuiti al nuovo conferimento.

4.3 Zone di transizione

Le condizioni prossime alle soglie richiedono una gestione esplicita.

Nella classificazione dinamica l'incertezza può determinare l'attribuzione a classi adiacenti; nel controllo di conformità può rendere incerta la decisione tra conforme e non conforme.

La futura norma dovrebbe quindi prevedere una zona di transizione nella quale il sistema possa, secondo regole definite, ripetere la determinazione, produrre uno stato incerto/non determinabile o applicare un criterio prudenziale.

L'obiettivo è evitare che l'incertezza intrinseca della determinazione o del controllo venga trasformata in un risultato apparentemente certo e potenzialmente pregiudizievole per l'utente.

4.4 Dichiarazione delle prestazioni

Ogni sistema dovrebbe dichiarare in modo univoco la funzione svolta, il campo operativo, le prestazioni applicabili, i fattori di influenza considerati, le condizioni ambientali previste, le limitazioni d'uso e le modalità di gestione dei risultati incerti o non validi.

Per i sistemi di classificazione dovrebbero essere indicati i criteri di corretta attribuzione; per il controllo dinamico, i criteri di falsa accettazione e falso rifiuto.

Una dichiarazione strutturata secondo regole comuni consentirebbe la comparabilità tra soluzioni differenti.

5. Software, integrità del dato e interoperabilità

Quando software, algoritmi o parametri concorrono alla determinazione del volume, della classe o dell'esito di conformità, essi costituiscono parte della funzione rilevante e devono essere identificabili, protetti e tracciabili.

La valutazione deve riferirsi alla configurazione effettivamente utilizzata e alle componenti che possono influenzare il risultato.

5.1 Configurazione e gestione delle modifiche

Dovrebbero essere identificabili almeno le versioni di firmware e software, l'algoritmo o modello eventualmente utilizzato, le soglie e i parametri rilevanti.

Ogni modifica suscettibile di incidere sulle prestazioni - aggiornamento software, variazione di algoritmi o soglie, sostituzione di componenti rilevanti - dovrebbe essere registrata e, quando necessario, accompagnata dalla dimostrazione del mantenimento delle prestazioni dichiarate.

Per algoritmi adattativi o modelli di intelligenza artificiale, eventuali aggiornamenti non dovrebbero modificare il comportamento operativo rilevante senza identificazione della nuova versione e verifica dell'impatto sulle prestazioni.

5.2 Ricostruibilità e integrità del dato

Il sistema dovrebbe conservare un insieme minimo di informazioni sufficiente a ricostruire il risultato associato al conferimento: identificativo dell'evento e del dispositivo, riferimento temporale, utenza o supporto di identificazione, modalità di quantificazione, valore o classe eventualmente determinati, quantità nominale attribuita, esito di conformità, stato del risultato e configurazione software rilevante.

Le informazioni, i parametri e le comunicazioni che possono influenzare la quantificazione devono essere protetti contro modifiche accidentali o non autorizzate. L'integrità e la sicurezza dell'intera catena informativa sono condizioni necessarie per mantenere l'affidabilità e la verificabilità del dato utilizzato ai fini TARIP.

5.3 Modello informativo e interoperabilità

Il modello dati deve distinguere senza ambiguità la natura dell'informazione prodotta.

In particolare, devono rimanere separati: volume determinato, classe determinata dinamicamente, volume o classe nominale attribuiti ed esito del controllo dinamico di conformità. Un valore nominale non dovrebbe essere rappresentato nei sistemi informativi come volume misurato.

Interfacce documentate e un modello informativo condiviso possono favorire l'integrazione tra dispositivi di campo, sistemi di gestione dei conferimenti e piattaforme centrali, riducendo la dipendenza da formati proprietari.

La norma non deve imporre una singola architettura, ma assicurare che le informazioni rilevanti siano trasferibili e interpretabili secondo regole comuni.

6. Proposta di normazione UNI

Alla luce delle configurazioni e dei principi descritti, appare opportuno sviluppare un riferimento tecnico dedicato alla quantificazione volumetrica del singolo conferimento nei sistemi di raccolta collettiva destinati alla tariffazione puntuale.

La norma dovrebbe avere carattere prevalentemente prestazionale e tecnologicamente neutrale.

Il campo di applicazione dovrebbe comprendere i sistemi a volume predefinito, i sistemi che determinano dinamicamente volume o classe e i sistemi a volume predefinito assistiti da controllo dinamico. La disciplina dovrebbe riguardare la funzione di quantificazione e le garanzie necessarie per affidabilità, tracciabilità e interoperabilità, senza definire le modalità con cui il dato viene trasformato in tariffa.

6.1 Contenuti essenziali

Terminologia e classificazione funzionale delle differenti modalità di quantificazione.

Requisiti prestazionali coerenti con il risultato prodotto: volume, classe o decisione di conformità.

Metodi di prova ripetibili e indipendenti dalla tecnologia, compresi riferimenti comuni e prove di robustezza.

Gestione delle soglie, delle zone di transizione e dei risultati incerti o non determinabili.

Requisiti minimi per software, algoritmi, configurazione, gestione delle modifiche e protezione dei parametri rilevanti.

Integrità, tracciabilità e ricostruibilità delle informazioni utilizzate ai fini TARIP.

Modello dati minimo e criteri di interoperabilità tra dispositivi e piattaforme.

6.2 Proporzionalità e valutazione della conformità

La norma non dovrebbe applicare indistintamente gli stessi requisiti a tutte le configurazioni.

Nei sistemi a determinazione dinamica, la valutazione deve riguardare l'intera catena che produce il volume o la classe. Nei sistemi a volume predefinito assistiti da controllo dinamico, deve concentrarsi principalmente sull'affidabilità della decisione, sulla protezione delle soglie e sulla stabilità della configurazione. Nei sistemi a volume predefinito convenzionali, il presidio essenziale resta la corretta associazione tra evento e quantità nominale.

Il principio guida è che siano sottoposte a verifica tutte e sole le componenti che possono influenzare il risultato rilevante. Questo consente di garantire affidabilità senza introdurre requisiti non proporzionati alla funzione svolta.

6.3 Benefici attesi

Il beneficio complessivo della norma non consiste nell'individuare una tecnologia preferenziale, ma nel creare un quadro comune nel quale soluzioni differenti possano essere valutate secondo criteri omogenei e verificabili.

Soggetto	Beneficio principale
Comuni / ETC	Capitolati basati su requisiti verificabili e maggiore confrontabilità delle offerte.
Gestori	Evoluzione progressiva dei sistemi, interoperabilità e riduzione del lock-in tecnologico.
Fabbricanti	Competizione sulle prestazioni, mantenendo libertà nelle soluzioni tecniche.
Utenti	Maggiore trasparenza, verificabilità e tutela rispetto al dato tariffario.
Laboratori / organismi	Metodi di prova e criteri di valutazione comuni.

6.4 Principio guida

La norma dovrebbe prescrivere le prestazioni che una funzione deve garantire, non la tecnologia attraverso la quale tale funzione viene realizzata.

Sistemi tecnologicamente differenti devono quindi poter essere considerati equivalenti quando svolgono la medesima funzione e dimostrano prestazioni comparabili; sistemi tecnologicamente simili possono invece richiedere requisiti differenti quando svolgono funzioni diverse.

7. Conclusioni

L'evoluzione tecnologica amplia le modalità con cui può essere realizzata la quantificazione volumetrica nei sistemi di conferimento collettivo. Il punto decisivo non è la presenza di sensori o software, ma il ruolo che tali componenti svolgono nella produzione del dato utilizzato ai fini TARIP.

La distinzione tra determinazione dinamica e controllo dinamico di conformità a volume predefinito consente di applicare requisiti coerenti con la funzione effettiva: nel primo caso devono essere verificate le prestazioni dell'intera catena di determinazione; nel secondo, soprattutto l'affidabilità della decisione rispetto a una classe già definita.

Una futura norma UNI prestazionale, tecnologicamente neutrale e proporzionata può consentire la coesistenza delle soluzioni consolidate e delle tecnologie emergenti, assicurando verificabilità, tracciabilità e interoperabilità senza creare barriere all'innovazione.

Funzione, prestazione e verificabilità costituiscono pertanto i tre criteri di riferimento proposti dal presente Position Paper per la disciplina tecnica dei sistemi di quantificazione volumetrica ai fini TARIP.