

Allegato A alla delibera n. 334/21/CONS

**DEFINIZIONE DEGLI INDICATORI DI QUALITÀ DELL'ESPERIENZA
DEGLI UTENTI DELLE PIATTAFORME DI LIVE VIDEO STREAMING E
DEI RELATIVI INDENNIZZI**

Premessa

Nel presente documento si definiscono gli indicatori di qualità dell'esperienza degli utenti delle piattaforme di live video *streaming* finalizzati all'individuazione delle condizioni di indennizzabilità, con particolare riferimento alle situazioni di disservizio più segnalate dagli utenti dei servizi offerti dalla piattaforma DAZN.

Prima di procedere alla puntuale definizione di tali indicatori si fornisce, di seguito, una descrizione generale dei parametri collegati alla qualità del servizio con un *focus* sulla differenza tra i concetti di *Quality of Experience* (QoE) e di *Quality of Service* (QoS).

Una definizione piuttosto ampia di *Quality of Experience* (QoE), fornita nella raccomandazione ITU-T P.10/G.100 (*Vocabulary for performance, quality of service and quality of experience*), prende in considerazione il grado di piacere o disturbo di un utente, rispetto alle aspettative, nell'utilizzare un'applicazione o un servizio (*"the degree of delight or annoyance of the user of an application or service"*). Sebbene non sempre quantificabile numericamente, la QoE è il fattore più significativo nella valutazione dell'esperienza del cliente.

Secondo la raccomandazione suddetta i fattori che influenzano la QoE includono tutte le caratteristiche dell'applicazione o del servizio, il contesto di utilizzo, le aspettative dell'utente dell'applicazione/servizio, il *background* culturale dell'utente, il contesto socioeconomico, lo stato emozionale dell'utente, e numerosi altri fattori¹.

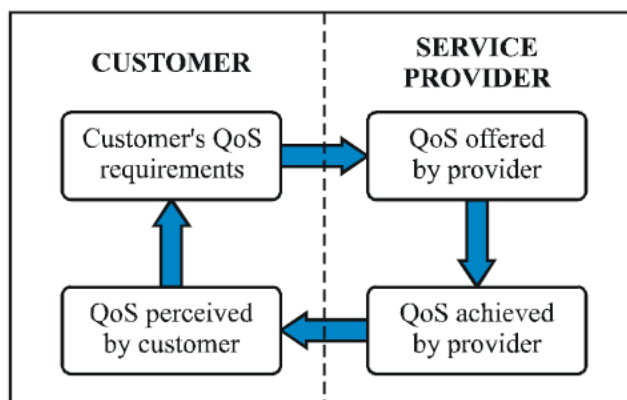
La verifica della QoE corrisponde al processo di misura o stima della stessa per un insieme di utenti di una applicazione o di un servizio con una determinata procedura, tenendo conto dei fattori che la influenzano. Il risultato del processo della misura può essere rappresentato da un valore scalare, una rappresentazione multidimensionale dei risultati, da una descrizione verbale.

¹ 6.210 *QoE influencing factors*

Include the type and characteristics of the application or service, context of use, the user's expectations with respect to the application or service and their fulfilment, the user's cultural background, socio-economic issues, psychological profiles, emotional state of the user, and other factors whose number will likely expand with further research.

La valutazione della QoE deve essere accompagnata dalla descrizione dei fattori che la influenzano.²

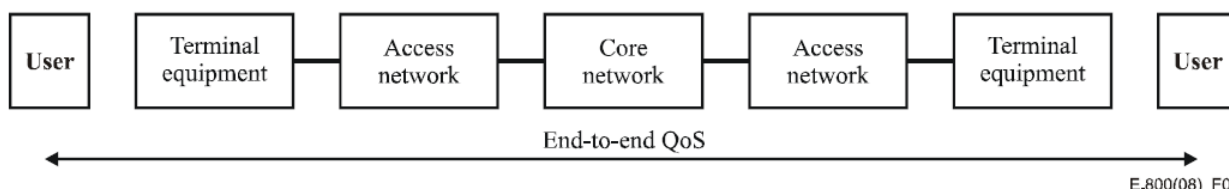
La raccomandazione suddetta si sofferma sulla relazione tra QoE e QoS, come di seguito schematizzato:



I parametri o le definizioni relative alla *Quality of service* sono classificati in tre insiemi: *service*, *network* and *management*.

I parametri connessi, a livello *end-to-end*, alla QoS sono descritti nella raccomandazione ITU-T E.800 (*Definitions of terms related to quality of service*).

Secondo quanto riportato nel suddetto documento, alla QoS contribuiscono le seguenti componenti di rete che realizzano un collegamento *end-to-end*³:



² 6.211 QoE assessment

The process of measuring or estimating the QoE for a set of users of an application or a service with a dedicated procedure, and considering the influencing factors (possibly controlled, measured, or simply collected and reported). The output of the process may be a scalar value, multi-dimensional representation of the results, and/or verbal descriptors. All assessments of QoE should be accompanied by the description of the influencing factors that are included. The assessment of QoE can be described as comprehensive when it includes many of the specific factors, for example a majority of the known factors. Therefore, a limited QoE assessment would include only one or a small number of factors.

³ Si precisa che la figura proposta fa riferimento ad una connessione *end-to-end* tra due utenti e va particolarizzata nel caso di specie.

In generale, la QoS dipende dalla totalità delle caratteristiche di un servizio di comunicazioni elettroniche (talvolta si parla di KPI relativi alle prestazioni delle applicazioni - *application KPI* -, nel caso di specie del servizio *live video streaming*, o dei servizi di rete, ossia di trasporto delle informazioni - *network KPI*) e alla loro idoneità a garantire i requisiti del servizio fornito all'utente ("*the totality of characteristics of a telecommunications service that bear on its ability to satisfy stated and implied needs of the user of the service*").

Tra gli *application KPI* ricordiamo, a titolo meramente esplicativo, il *throughput*, ossia la velocità alla quale il server e il dispositivo dell'utente scambiano i dati dell'applicazione, la *latenza*, misurata dal *round trip delay* - RTT -, il *tempo di download*, che misura il tempo di risposta alla richiesta del cliente, ad esempio il tempo impiegato per rendere disponibile la pagina a cui si accede sul *web server* sul *display* dell'utente, il *ritardo video*, un tipico indicatore del *live streaming* che misura il tempo intercorrente tra l'istante in cui la camera acquisisce un frame video e l'istante in cui il cliente lo visualizza sul proprio terminale. Va detto che, in caso di utilizzo di TCP, le caratteristiche del protocollo sono direttamente collegate ai valori dei KPI dell'applicazione video.

Tra i *network KPI* citiamo il *bit rate*, che descrive la velocità dei pacchetti di livello 2 o 3, il *packet loss*, che descrive la frazione di pacchetti non consegnati rispetto a quelli inviati in un dato intervallo temporale, la *latenza* sopra descritta (il RTT può essere riferito al singolo utente o a un valore mediato e misurato in una determinata sezione di rete).

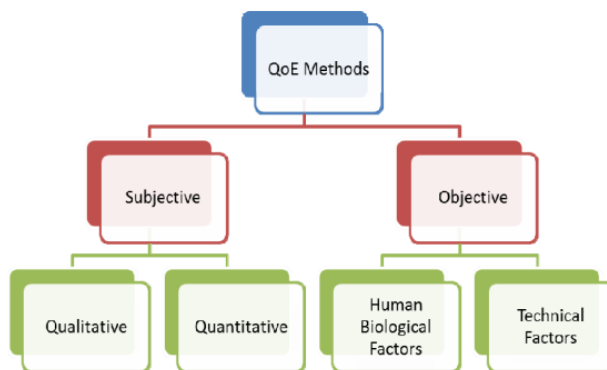
Se confrontate, le due definizioni di qualità citate mostrano una differenza sostanziale. Da un lato, la QoS è incentrata sulla rete, ossia sul servizio di trasporto (in generale IP) delle informazioni, e fornisce una "visione d'insieme" sulla totalità delle caratteristiche, non necessariamente direttamente correlate all'esperienza di servizio percepita da un determinato cliente. Tradizionalmente, il suo obiettivo è supportare la gestione della rete e migliorare la qualità media della stessa.

D'altra parte, la QoE si focalizza sulle prestazioni (o sulla qualità) delle applicazioni, sia a livello tecnico che soggettivo. Poiché si rivolge al punto di vista del cliente, non è necessariamente funzionale alla gestione della rete, cui tipicamente si riferisce la QoS. La QoE fornisce un insieme di misure dal punto di vista dell'utente della qualità complessiva del servizio fornito, volte a cogliere esigenze specifiche. In altre parole, invece di concentrarsi solo sui parametri tecnici, la QoE fornisce una valutazione sia complessiva che dettagliata delle aspettative, dei sentimenti, delle percezioni, della cognizione e della soddisfazione dell'essere umano rispetto a qualsiasi particolare applicazione o servizio.

Pertanto, QoE e QoS rivestono due importanti ruoli che non sono intercambiabili ma complementari.

In letteratura è possibile trovare diverse classificazioni degli indicatori di QoE per i servizi *live video streaming*. Tra le più ricorrenti si segnala quella di seguito raffigurata, che distingue tra⁴:

- Parametri soggettivi. I metodi di valutazione soggettiva si basano comunemente su sondaggi, interviste e campionamento statistico degli utenti e clienti per analizzare le loro percezioni e i loro bisogni in merito alla qualità. Le tecniche per lo studio di questi parametri si distinguono in tecniche qualitative (che catturano le percezioni e le opinioni umane legate alla qualità dello *streaming*) e tecniche quantitative (che producono dati e statistiche numeriche a partire dai sondaggi somministrati agli utenti).
- Parametri oggettivi. Tradizionalmente, ci sono due classi di valutazione oggettiva: tecniche fisiologiche/cognitive (basate su studi di neurofisiologia e scienze cognitive per comprendere meglio il comportamento dell'essere umano e il suo rapporto con la QoE) e tecniche basate su fattori tecnici di QoS (che producono stime della QoE sulla base degli indicatori di QoS).



Nel caso di specie, *live video streaming* di partite di calcio, l'architettura di Internet (letteralmente una comunicazione dati su un'architettura di inter-network) non fornisce, in assenza di determinati interventi, garanzie sulla QoS attesa *end-to-end*.

I problemi trasmissivi possono essere collegati alla congestione dei *peering point* che può incrementare la latenza e causare *packet loss*, alla inefficienza dei protocolli di instradamento che può aumentare la latenza, ai guasti di rete, alle inefficienze del protocollo TCP laddove in presenza di *packet loss* determina la ritrasmissione dei pacchetti IP rallentando la comunicazione o laddove è prevista la conferma (*acknowledgment*) dal terminale ricevente per ogni finestra di dati. A tale ultimo riguardo si rileva che, nel caso di TCP, il *throughput*, che è la velocità con cui i pacchetti dati sono

⁴ K. Laghari, O. Issa, F. Speranza, T. H. Falk, *Quality-of-Experience Perception for Video Streaming Services: Preliminary Subjective and Objective Results*.

ricevuti dal livello applicativo, è inversamente proporzionale alla latenza (RTT) e al *packet loss ratio*. Ne consegue che la distanza tra server e utente è suscettibile di rappresentare un *bottleneck* per la velocità dei dati e la qualità del servizio, come riportato nella letteratura tecnica.

Un altro aspetto di interesse per la comunicazione *end to end* è la scalabilità delle risorse di rete o di erogazione dei contenuti per rispondere ai picchi di domanda.

L'introduzione delle *Content Delivery Networks* (CDN) ha consentito di fornire una risposta ai suddetti problemi attraverso il cosiddetto *caching* dei contenuti verso i bordi della rete mediante l'installazione di centinaia di server a livello globale.

Nel caso particolare del *video streaming* un elemento chiave per migliorare la qualità in termini di *throughput* è evitare eccessive distanze tra server e utenti, se del caso, idealmente, installando i server presso gli ISP come evidenziato nell'atto di indirizzo di questa Autorità.

Ciò premesso, passando al punto di vista dell'utente, ossia alla QoE, è possibile far riferimento, sulla base della letteratura tecnica che si è occupata di tali tematiche, alle seguenti metriche:

- *Stream availability*, che misura quanto spesso un utente può avviare la visione di un programma senza errori,
- *Start up time*, che misura la velocità di avvio della visione a partire dalla digitazione del tasto *play* del *media player*,
- *Frequency e duration of interruptions during playback*, che misura la capacità di fornire un servizio *streaming* senza interruzioni e cosiddetti fenomeni di *freeze*,
- *Effective bandwidth* fornita all'utente (*throughput*).

La CDN ha la funzione di ottimizzare tali metriche minimizzando il *packet loss*, il *jiitter*, il *frame loss* e la latenza.

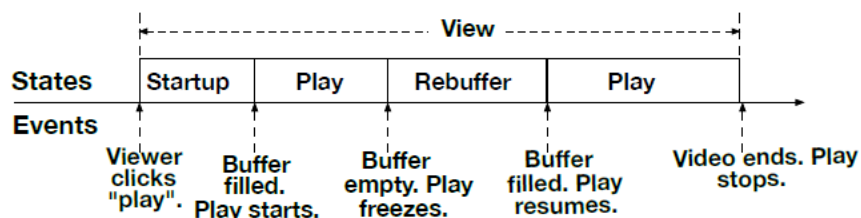
Nella letteratura scientifica sono stati effettuati esperimenti al fine di quantificare gli effetti sull'utente, a livello comportamentale, dell'andamento delle seguenti metriche:

Failures: numero (o percentuale) di visioni (del video) che falliscono a causa di problemi di rete, del server o del contenuto,

Startup delay (start up time): il tempo totale della fase in cui l'applicazione di riproduzione resta nello stato di *start up*, che inizia dalla connessione al *server* fino al completamento del *download* di un determinato quantitativo di dati prima di passare allo stato di *play*, ossia prima di iniziare la riproduzione del video (stato di *play*),

Average Bitrate (throughput), la velocità media a cui il video viene riprodotto,

Normalized Re-buffer Delay, il tempo totale in cui il terminale del cliente si trova nello stato di *rebuffering* diviso la durata del video. A tale riguardo è opportuno chiarire che, nello stato di *play*, l'applicazione di riproduzione utilizza i dati nel buffer e riproduce il video sullo schermo. Nel frattempo, l'applicazione continua il *download* dei dati dal server e li immagazzina nel buffer. In caso di scarse prestazioni del collegamento tra server e terminale utente può accadere che il buffer sia svuotato più rapidamente rispetto alla velocità di riempimento. Ciò può portare alla condizione in cui il buffer è vuoto inducendo l'applicazione a passare nello stato di *rebuffering* corrispondente all'esperienza visiva di interruzione o "freeze" del video, che continua fino a che il buffer non ha raggiunto un determinato livello di riempimento, come di seguito schematizzato.

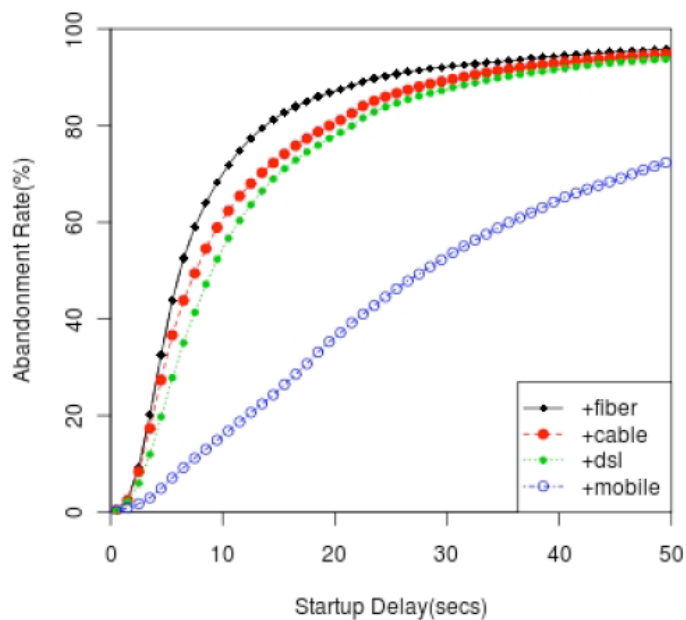
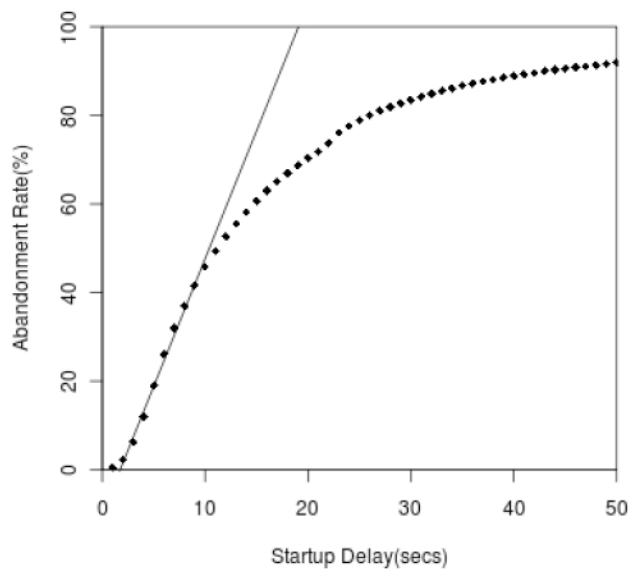


Nella letteratura scientifica è stato correlato il comportamento dei clienti al peggioramento delle suddette metriche. Il comportamento è stato descritto in termini di percentuali di:

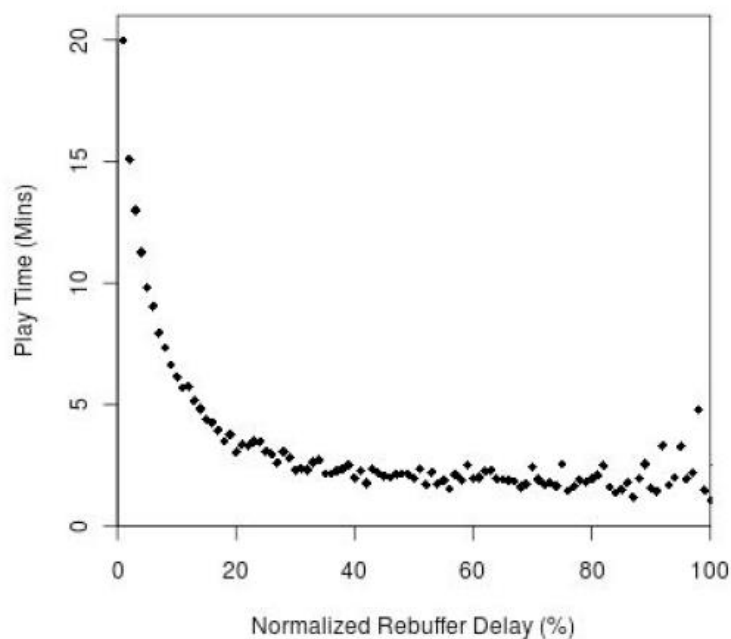
- abbandono del servizio durante la fase di *start up*,
- tempo totale di permanenza dell'utente nello stato di *play*,
- probabilità di ritorno, da parte dell'utente, all'uso del servizio entro un determinato tempo.

A titolo di esempio, relativamente al *video on demand* in letteratura⁵ si presentano i seguenti risultati:

⁵ Krishnan, Sitaraman, *Video Stream Quality Impacts Viewer Behavior: Inferring Causality Using Quasi-Experimental Designs*



In questi casi, pertanto, si osserva un tasso di abbandono del 50% con un ritardo tra circa 5 e 10 secondi su rete fissa e pari a circa 30 secondi su rete mobile.

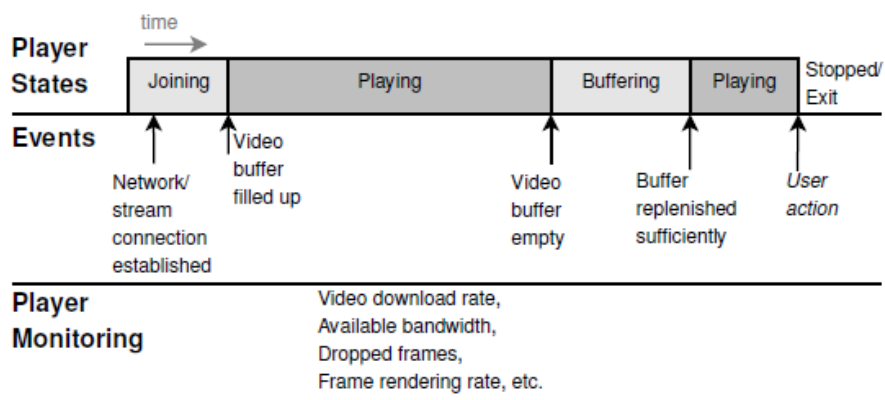


Si osserva che il tempo di visione decresce drasticamente (di almeno il 50%) laddove la percentuale di *rebuffering*, rispetto alla durata del programma video, supera il 5% del tempo complessivo che, nel caso di una partita di calcio, corrisponde di norma a 4,5 min.

Altre analisi riportate nella letteratura scientifica⁶ hanno evidenziato l'importanza, nel video streaming e, in particolare, nel *live streaming*, delle stesse metriche di cui sopra anche se, in alcuni casi, con nomi diversi:

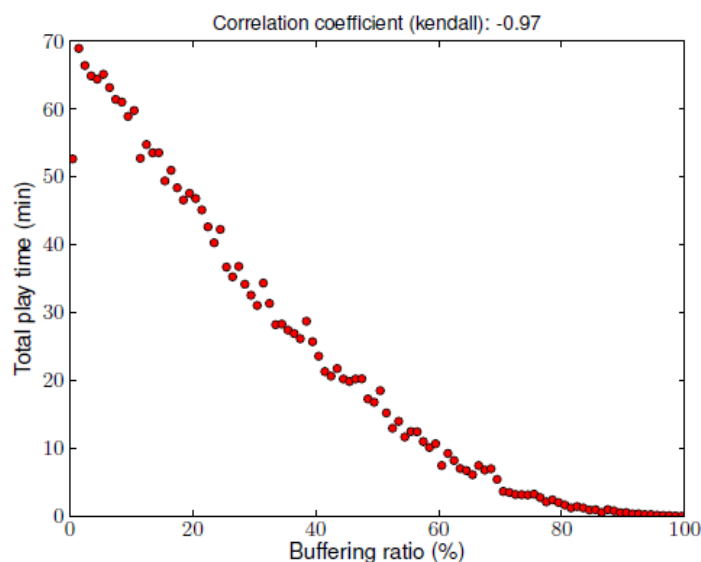
- *join time (startup time)*,
- *buffering ratio (re-buffer delay)*,
- *average bitrate (throughput)*,
- *rate of buffering events (RateBuf)*: è il rapporto tra il numero di eventi di buffering e la durata del video.

⁶ Dobrian, Awan, Joseph, Ganjam, Zhan, Sekar, Stoica, Zhang, *Understanding the Impact of Video Quality on User Engagement*

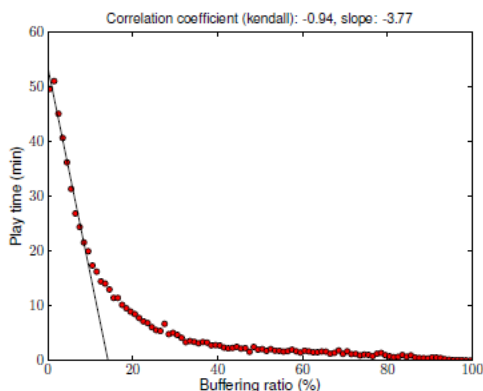


È stato evidenziato che la percentuale di tempo in cui il terminale dell'utente si trova nello stato di buffering ha il maggiore impatto sulla QoE. Si è trovato che, ad esempio, un incremento dell'1% del *buffering ratio* può ridurre la *user engagement* (tempo di visione dell'utente) di oltre tre minuti per un evento di 90 minuti.

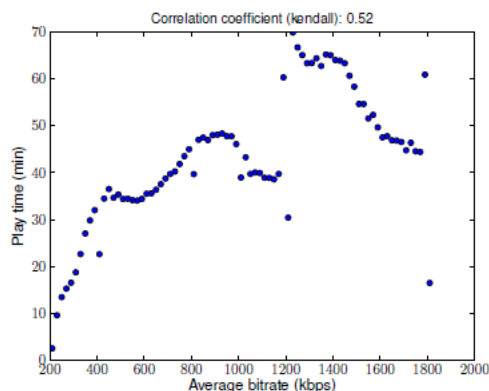
Parimenti di fondamentale importanza è il *bit rate* medio del livello applicativo. Di seguito alcuni risultati per il *video on demand*:



A differenza di quanto sopra, nel caso di eventi *live* gli effetti del *buffering* sono più rilevanti. Al riguardo, di seguito delle stime degli effetti del *buffering* e del *bit rate* in alcuni eventi live di partite di calcio di un campionato mondiale del 2010:

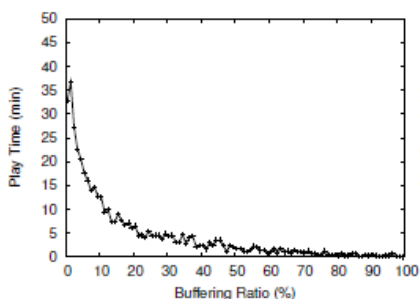


(a) *BufRatio*

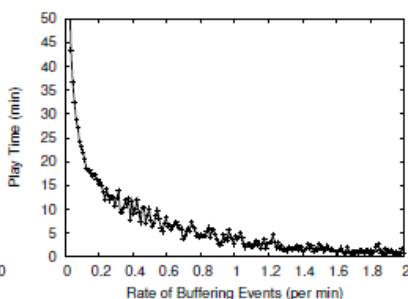


(b) *AvgBitrate*

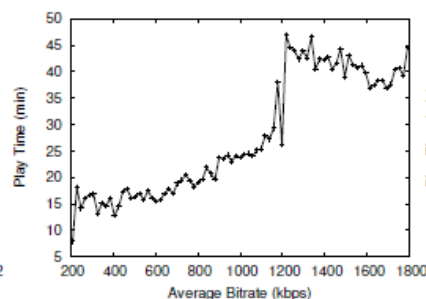
Di seguito l'effetto sul tempo di visione delle tre principali metriche di QoE:



(a) Buffering ratio



(b) Rate of buffering events



(c) Average bitrate

Ciò premesso, in questo documento sono presi in considerazione i KPI collegati qualità dell'esperienza (QoE) percepita dall'utente durante la fruizione del servizio, piuttosto che i parametri collegati alla qualità del servizio e, generalmente, utilizzati per caratterizzare tecnicamente la qualità della connessione (QoS). Gli indicatori di seguito definiti mantengono comunque tutte le caratteristiche di valutabilità necessarie per costituire un impianto metodologico utile alla verifica dei disservizi subiti dagli utenti e della relativa indennizzabilità.

Per separare gli effetti dovuti alla rete di trasporto e accesso da quelli introdotti dalla piattaforma di *live video streaming*, il prerequisito alla base della corretta valutazione degli indicatori di seguito definiti è la presenza, all'atto della rilevazione degli stessi, di una connessione ad Internet correttamente funzionante e adeguata al servizio fruito. A tal fine, assumono rilievo i valori minimi di velocità in *download* richiesti sul sito della piattaforma di *live video streaming*. Resta pertanto inteso che l'utente, per poter richiedere gli eventuali indennizzi previsti nella propria situazione, dovrà produrre prova dell'adeguatezza della propria connessione ad Internet. Per tale scopo, l'utente dovrà

accludere alla richiesta di indennizzi la schermata dell'esecuzione, in concomitanza dell'evento e sul dispositivo utilizzato per la fruizione dei servizi *live streaming*, del *MisuraInternet Speed Test* (<https://misurainternet.it/misura-speedtest/>).

Si precisa che le condizioni di indennizzabilità di cui al presente allegato sono riferite esclusivamente a problemi ascrivibili alla scarsa qualità del servizio ricevuto dall'utente. Sono fatti salvi tutti gli indennizzi di cui alla delibera n. 347/18/CONS.

Tutto quanto sopra premesso, si fornisce di seguito una definizione dell'insieme di indicatori di QoE che l'Autorità ritiene rilevanti e, nell'ambito di tale insieme, di quelli che nell'immediato dovrebbe essere suscettibili di richieste di indennizzo.

Ciò appare utile al fine di poter successivamente incanalare le segnalazioni ricevute dagli utenti e ricondurle a specifici parametri di qualità che siano facilmente intelligibili e – seppur con fisiologiche imprecisioni – valutabili da parte degli utenti per consentire loro di fornire prova in sede di reclamo o di contenzioso, ma anche con possibilità di rilevazione lato piattaforma.

Definizione degli indicatori di QoE

Di seguito si riportano le definizioni degli indicatori di qualità dell'esperienza degli utenti delle piattaforme di *live video streaming*.

Nome indicatore: Malfunzionamenti nell'accesso alla piattaforma (MAP)

Definizione: Il numero di tentativi di accesso consecutivi falliti alla piattaforma di *live streaming* da parte di un utente che, in condizioni di corretto funzionamento del collegamento alla rete Internet del dispositivo utente, non riesca a raggiungere la piattaforma oppure che al login inserisca credenziali corrette e valide che vengono rifiutate dal sistema. Per il calcolo dell'indicatore devono essere considerati solo i tentativi di accesso realizzati con almeno 20 secondi di intervallo tra gli stessi.

Nome indicatore: Malfunzionamenti nell'accesso all'evento (MAE)

Definizione: Il numero di tentativi di accesso consecutivi falliti ad un evento di *live streaming* da parte di un utente che, in condizioni di corretto funzionamento del collegamento alla rete Internet del dispositivo utente, selezioni uno degli eventi disponibili in quel momento. Si considera fallito l'accesso ad un evento in caso di ricezione di messaggio d'errore da parte della piattaforma o se dopo un *timeout* pari a 60 secondi dalla selezione dell'evento non sia ancora partita la riproduzione dei contenuti. Per il calcolo dell'indicatore devono essere considerati solo i tentativi di accesso realizzati con almeno 20 secondi di intervallo tra gli stessi.

Nome indicatore: Tempo di avvio (TA)

Definizione: Il tempo intercorrente tra la selezione di un evento *live streaming* da parte di un utente, correttamente collegato alla piattaforma e in condizioni di corretto funzionamento del collegamento alla rete Internet del dispositivo utente, e l'inizio della riproduzione dell'evento prescelto.

Nome indicatore: Numero totale degli eventi di *freezing* (NF)

Definizione: Il numero totale delle interruzioni avvenute durante lo *streaming* di un evento *live* durante la sua fruizione da parte di un utente correttamente collegato alla piattaforma e in condizioni di corretto funzionamento del collegamento alla rete Internet del dispositivo utente, tipicamente in concomitanza del buffering.

Nome indicatore: Tempo di *freezing* massimo (TFM)

Definizione: Il massimo delle durate TF_i delle interruzioni avvenute durante lo *streaming* di un evento *live* durante la sua fruizione da parte di un utente correttamente collegato alla piattaforma e in condizioni di corretto funzionamento del collegamento alla rete Internet del dispositivo utente, tipicamente in concomitanza del buffering.

$$TFM = \max(TF_i), i \in \{1, \dots, NF\}$$

Nome indicatore: Tempo di *freezing* totale (TFT)

Definizione: La somma delle durate TF_i di tutte le interruzioni avvenute durante lo streaming di un evento live durante la sua fruizione da parte di un utente correttamente collegato alla piattaforma e in condizioni di corretto funzionamento del collegamento alla rete Internet del dispositivo utente, tipicamente in concomitanza del buffering:

$$TFT = \sum_{i=1}^{NF} TF_i$$

Nome indicatore: Risoluzione minima (R_{min})

Definizione: Il valore minimo delle risoluzioni video utilizzate per almeno il 10% della durata dell'evento durante la fruizione dei contenuti di un evento in live streaming da parte di un utente correttamente collegato alla piattaforma e in condizioni di corretto funzionamento del collegamento alla rete Internet del dispositivo utente.

Nome indicatore: Ritardo massimo (D_{max})

Definizione: La massima differenza di tempo tra l'evento reale ed i contenuti audio e video ricevuti durante la fruizione di un evento in *live streaming* da parte di un utente correttamente collegato alla piattaforma e in condizioni di corretto funzionamento del collegamento alla rete Internet del dispositivo utente.

Nome indicatore: Numero di disconnessioni dall'evento (ND)

Definizione: Il numero di disconnessioni da un evento in *live streaming* con necessità di farlo partire nuovamente subite da parte di un utente correttamente collegato alla piattaforma e in condizioni di corretto funzionamento del collegamento alla rete Internet del dispositivo utente.

Condizioni di indennizzabilità

Dall'analisi delle segnalazioni in merito alla scarsa qualità del servizio pervenute all'Autorità, si rileva come la maggior parte delle stesse sia ascrivibile ai seguenti problemi:

- Problemi di accesso alla piattaforma;
- *Freezing* durante gli eventi;
- Scarsa risoluzione delle immagini.

Contestualizzando, pertanto, i sopra definiti indicatori alle fattispecie più segnalate, si prevede che l'utente sia da indennizzare se si verifichi una delle seguenti condizioni:

- $MAP + MAE > 5$ (numero massimo di tentativi di accesso alla piattaforma o all'evento);
- $ND > 3$;
- $TFT > 270$ secondi;
- $R_{min} < 480p$ in caso di connessione da dispositivo fisso o mobile con velocità in download⁷ superiore a 2,5 Mbps; $R_{min} < 720p$ in caso di connessione da dispositivo fisso o mobile con velocità in download superiore a 4,4 Mbps; $R_{min} < 1080p$ in caso di connessione da dispositivo fisso con velocità in download superiore a 10 Mbps.

Ai fini della verifica dell'indennizzabilità, tutti gli indicatori vanno valutati solo in concomitanza di eventi in live streaming, da 10 minuti prima dell'inizio dell'evento fino alla sua conclusione.

Ai fini della trasparenza nei confronti dell'utente e della prova in caso di richiesta di indennizzi, si dispone che il fornitore del servizio di *live video streaming* debba rendere disponibile, a ciascun utente, in una finestra dell'applicazione di riproduzione del video, che è possibile aprire, con click, in corrispondenza della schermata in visione o in una apposita sezione dell'applicazione o dell'area riservata dell'utente, informazioni circa i valori dei parametri TFT, R_{min} ed al *throughput* medio misurati durante lo *streaming* degli eventi e/o al termine degli stessi.

Il cliente è tenuto a documentare la velocità di connessione e i valori dei parametri suddetti mediante materiale fotografico o stampe o copie elettroniche.

Ammontare e modalità di corresponsione degli indennizzi

Nelle condizioni di indennizzabilità di cui sopra, il fornitore del servizio di *live video streaming* dovrà corrispondere, o sotto forma di sconto in fattura o di rimborso, un

⁷ Come risultante dalla verifica tramite MisuraInternet Speed Test (<https://misurainternet.it/misura-speedtest/>).

importo pari al 25% dell'abbonamento mensile dell'utente, al netto di eventuali sconti o promozioni. Il massimo indennizzo a cui può aver diritto un utente in un mese è pari al 100% dell'abbonamento mensile, al netto di eventuali sconti o promozioni. Non è possibile ottenere più di un indennizzo a settimana.

L'utente dovrà accludere alla richiesta di indennizzi la schermata dell'esecuzione, in concomitanza dell'evento e sul dispositivo utilizzato per la fruizione dei servizi *live streaming*, del *MisuraInternet Speed Test* (<https://misurainternet.it/misura-speedtest/>).