

COVID-19: la risposta degli operatori di rete in Italia

Massimo Candela
me@massimocandela.com

Antonio Prado
antonio@prado.it

Questo articolo è la rielaborazione commentata da Antonio Prado del *technical report* disponibile a [5].

Abstract

Fin dall'inizio della pandemia da COVID-19, i Paesi europei hanno introdotto parecchie restrizioni alla mobilità delle persone. Dal 18 marzo 2020 più di 250 milioni di persone erano in *lockdown*, cosa che ha drasticamente fatto impennare il numero di attività *on-line* come lavoro agile e didattica a distanza. A causa di questa situazione senza precedenti, ci si è chiesto se la rete Internet italiana fosse in grado di sostenere l'aumento di traffico.

L'Italia, d'altra parte, è stata pesantemente colpita dalla epidemia già nella sua prima fase e di conseguenza alcune regioni hanno subito una totale chiusura prima che la subisse l'intera Nazione. Gli operatori italiani hanno condiviso informazioni intorno ai miglioramenti applicati sulla rete per venire incontro all'aumento nell'uso di Internet. In questo documento, per mezzo di un questionario, abbiamo collezionato informazioni e sintetizzato una panoramica di dati circa le azioni intraprese dagli operatori di rete per favorire un adeguato funzionamento dell'Internet italiana durante l'emergenza sanitaria. L'atteggiamento degli operatori italiani può essere definito sinergico e proattivo nei confronti delle mutate condizioni di mercato provocate dalla pandemia.

1 Introduzione

Quella del coronavirus (COVID-19) è una pandemia ancora in corso causata dal virus SARS-CoV-2. Virus che ha iniziato a circolare già a dicembre del 2019 e che, ben presto, ha fatto registrare casi di infezione in più parti del mondo. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha dichiarato il 30 gennaio 2020 che la diffusione del virus era diventata una questione internazionale e successivamente, il 10 marzo, ha annunciato che si trattava di una pandemia con epicentro in Europa (13 marzo 2020).

Dato che il virus si diffonde principalmente attraverso goccioline prodotte mentre si tossisce, starnutisce o mentre si parla [8, 6], le Nazioni europee hanno

via via applicato una serie di restrizioni alla mobilità delle persone e così, dal 18 marzo 2020, oltre 250 milioni di persone in Europa erano in *lockdown* [17].

Al crescere del numero di attività *on-line* (come lavoro agile, didattica a distanza e intrattenimento), ci si è preoccupati della capacità della rete Internet di reggere all'aumento del suo utilizzo [7, 18, 22]. Se da una parte molte di queste preoccupazioni si sono rivelate infondate, dall'altra gli operatori di rete nel mondo hanno proattivamente iniziato a migliorare reti e servizi per consentire agli utenti di rimanere connessi durante la pandemia. Contemporaneamente, l'Unione Europea ha chiesto ai fornitori di contenuti di ridurre l'occupazione della rete ed è proprio per questo che le maggiori piattaforme di distribuzione hanno ridotto la qualità delle loro trasmissioni [21, 19].

In un recente studio pubblicato in [4], gli autori, attraverso la raccolta di circa 12 miliardi di misurazioni fatte per lo più da connessioni domestiche, evidenziano l'impatto del *lockdown* sulla latenza in Europa. In particolare, i risultati per l'Italia raccontano che i provvedimenti adottati dagli operatori non solo sono state utili a reggere l'aumento di traffico, ma hanno anche migliorato la latenza notturna, cioè quando la rete non è sotto carico.

Questo documento in lingua italiana si basa sui dati riportati nel *technical report* pubblicato in [?] che tratta questo argomento dal punto di vista degli operatori di rete italiani. In particolare, attraverso la somministrazione di un questionario, abbiamo collezionato informazioni e sintetizzato una panoramica di dati circa le azioni intraprese dagli operatori per favorire un adeguato funzionamento dell'Internet italiana durante l'emergenza sanitaria.

2 Correlazione con altre ricerche

Ecco alcuni altri rapporti sull'incremento nel carico delle infrastrutture degli operatori. Cloudflare, una *content delivery network*, ha misurato quanto è cresciuto il traffico verso i suoi *server* [12]. In particolare, ha registrato un aumento del 30% nell'Italia Settentrionale e, al contempo, una riduzione del traffico proveniente da dispositivi per il *fitness*, probabile conseguenza delle misure restrittive durante il *lockdown*. In modo simile anche Fastly, un fornitore di servizi *cloud* e *content delivery network*, ha prodotto dati circa il traffico e le velocità in *download* verso i suoi *server* [2]. Nell'analisi, l'Italia ha visto crescere il traffico del 109.3% e ha subito in media una diminuzione del 35.4% nella velocità di *download*. DE-CIX, uno dei punti di interscambio più grandi del mondo, ha registrato un nuovo *record* di traffico pari a 9,1 Tbps [14], un aumento del 50% nei flussi di video-conferenza e un incremento del 25% nel traffico verso i *social network*. Infine, l'Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE) ha pubblicato un articolo nel quale raccoglie le varie informazioni sul traffico condivise dagli operatori di rete [15]. Ecco alcuni dati importanti contenuti nel documento: i) un aumento nel traffico fino al 60% osservato in molti IXP e ISP; ii) un aumento di 24 volte nel traffico per video-conferenza.

Tra gli articoli scientifici, il già citato lavoro [4], analizza le misure della rete e mostra l'impatto del *lockdown* in termini di maggiore latenza e maggior

variabilità di latenza. Durante il *lockdown*, l'aumento del ritardo confrontato con il ritardo minimo nei percorsi misurati è di circa 3, 4 volte superiore al valore misurato prima della pandemia. Allo stesso modo, la perdita di pacchetti è 2, 3 volte superiore rispetto a prima dell'emergenza. Al di là di latenza e perdita di pacchetti, l'impatto è stato rilevato in diversi momenti della giornata e secondo le due versioni del protocollo IP. Un ulteriore studio su questo argomento è quello in [9], dove l'impatto del COVID-19 viene osservato dalla rete di una università italiana. Gli autori sottolineano una diminuzione di 10 volte del traffico entrante e un incremento di 2 volte e mezzo in quello uscente, dirette conseguenze delle attività di didattica a distanza. Inoltre, attraverso l'uso di Tstat [20] e dei *log* delle applicazioni, i ricercatori hanno esaminato la fruizione e le prestazioni del loro sistema di didattica a distanza. Dopo queste due ricerche, altri articoli sono stati pubblicati: in [13], gli autori considerano l'effetto della pandemia sul traffico di un operatore di rete mobile attivo nel Regno Unito, che riflette i mutamenti nelle abitudini degli utenti soprattutto per i diminuiti spostamenti. In [3] si analizzano l'impennata del traffico verso Facebook e i cambiamenti nei comportamenti degli utenti e della loro esperienza *on-line*. Gli autori descrivono pure come diverse regioni del mondo hanno visto differenti grandezze nell'impatto. In [10] gli autori usano i dati di traffico, raccolti soprattutto in alcuni punti di interscambio, e analizzano gli effetti dei vari *lockdown*. Ciò che osservano è un aumento di traffico del 20% circa.

3 Genesi dell'idea

La costante osservazione di Internet da una angolazione privilegiata come quella che hanno gli operatori di rete, ha portato alla nostra attenzione alcuni macrocambiamenti che si sono susseguiti da febbraio a maggio del 2020: iniziative private, sollecitazioni normative, interventi infrastrutturali, ritocchi tariffari.

Abbiamo ritenuto interessante, soprattutto per la comunità, misurare alcune di tali attività e raccoglierle in un documento unico per diverse ragioni, tra le quali:

- rendere conoscibile al pubblico, agli operatori stessi e ai *media* quanto, in termini numerici, sia stato fatto per rispondere alle mutate esigenze di quanti fruiscono di ciò che l'industria di Internet produce;
- sviluppare un dibattito a livello internazionale sulla capacità della Rete di sopportare e sostenere repentini cambiamenti dovuti ad accadimenti imprevedibili;
- comparare numeri omogenei tra i Paesi che hanno condotto indagini simili.

4 Platea interessata

Ci siamo interrogati su quali fossero i soggetti protagonisti, durante il periodo del *lockdown*, della scena italiana di Internet, coloro che avessero interpretato un

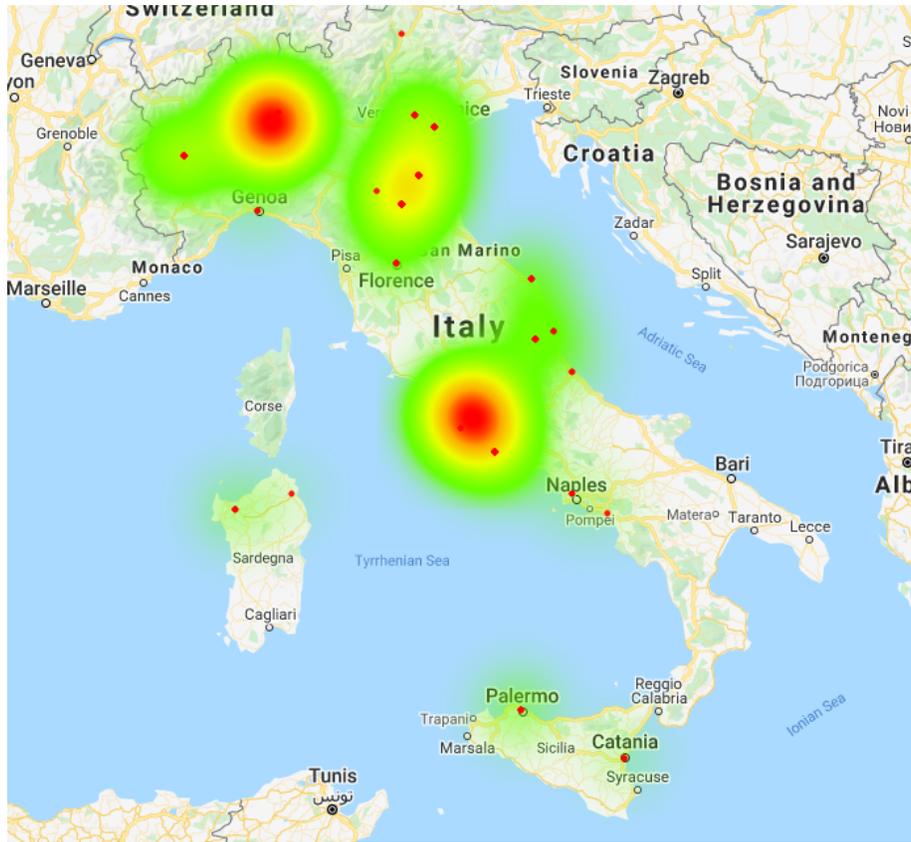


Figure 1: Rappresentazione approssimativa della distribuzione geografica delle infrastrutture di rete facenti capo alle organizzazioni partertecipanti al questionario.

ruolo attivo nell'adattarsi ai cambiamenti per rimanere a galla sul mercato e che, allo stesso tempo, potessero esprimere numericamente il loro impegno. Ecco, abbiamo selezionato alcune categorie coinvolte nella filiera della connessione a Internet per gli utenti:

- gli *Internet Service Provider (ISP)*, cioè quegli operatori che si occupano principalmente di consentire l'accesso alla grande Rete;
- gli operatori che garantiscono il transito agli ISP;
- i punti di interscambio presenti sul territorio nazionale (IXP);
- i fornitori di contenuti;
- le società che distribuiscono contenuti di altri fornitori (CDN).

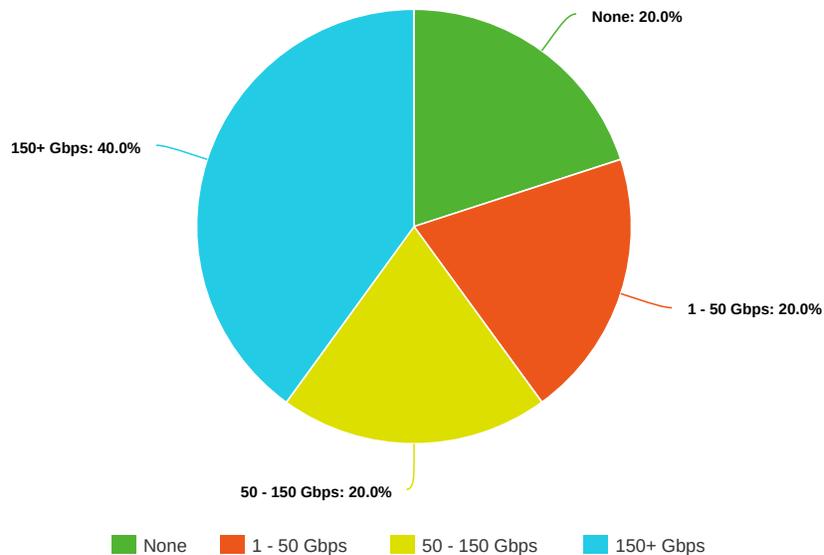


Figure 2: IXP: incrementi nella LAN di *peering*

Nella realtà molte società interpretano più ruoli sulla Rete ed erogano più servizi contemporaneamente così che spesso diverse funzioni sono riconducibili in capo a uno stesso operatore.

5 Formulazione del questionario

Data la diversità dei soggetti componenti la platea presa in considerazione, abbiamo ritenuto corretto condizionare alcuni contenuti del questionario alla categoria di appartenenza dell'estensore. Questo perché a ruoli diversi corrispondono esigenze di cambiamento particolari e, segnatamente, ai punti di interscambio (IXP) deve necessariamente essere riconosciuta una speciale funzione non sovrapponibile a quella degli altri protagonisti evidenziati.

Il linguaggio che abbiamo adottato è prettamente tecnico fitto di termini in inglese ma assai familiare agli addetti ai lavori chiamati alla compilazione. Inoltre abbiamo tentato di non ingenerare la “normatività” nelle risposte, cioè abbiamo posto le domande in modo da non spingere l'interlocutore a fornire risposte che potessero essere ritenute buone o giuste secondo il comune sentire.

Abbiamo evitato le domande a risposta aperta (tranne che per eventuali integrazioni o suggerimenti finali) così da:

- ottenere dati standard e omogenei;
- godere di una semplificazione in fase di analisi, confidando nel fatto che la

Table 1: Provvedimenti adottati dagli ISP durante la pandemia

Provvedimenti adottati dagli ISP durante la pandemia	#
Incremento complessivo della capacità in accesso ≤ 1 Gbps	5
Incremento complessivo della capacità in accesso ≤ 10 Gbps	10
Incremento complessivo della capacità in accesso ≤ 25 Gbps	4
Incremento complessivo della capacità in accesso ≤ 40 Gbps	5
Incremento complessivo della capacità in accesso ≤ 80 Gbps	0
Incremento complessivo della capacità in accesso ≤ 100 Gbps	1
Incremento complessivo della capacità in accesso ≥ 100 Gbps	0
Incremento complessivo della capacità del trasporto ≤ 1 Gbps	0
Incremento complessivo della capacità del trasporto ≤ 10 Gbps	5
Incremento complessivo della capacità del trasporto ≤ 25 Gbps	0
Incremento complessivo della capacità del trasporto ≤ 40 Gbps	4
Incremento complessivo della capacità del trasporto ≤ 80 Gbps	0
Incremento complessivo della capacità del trasporto ≤ 100 Gbps	0
Incremento complessivo della capacità del trasporto ≥ 100 Gbps	1
Incremento complessivo della capacità del transito ≤ 1 Gbps	0
Incremento complessivo della capacità del transito ≤ 10 Gbps	5
Incremento complessivo della capacità del transito ≤ 25 Gbps	0
Incremento complessivo della capacità del transito ≤ 40 Gbps	0
Incremento complessivo della capacità del transito ≤ 80 Gbps	1
Incremento complessivo della capacità del transito ≤ 100 Gbps	0
Incremento complessivo della capacità del transito ≥ 100 Gbps	0
Miglioramento della distribuzione geografica e delle prestazioni	2
Aumento del numero di transiti	5
Aumento delle risorse <i>hardware</i> della rete	18
Nessun provvedimento	12

platea individuata fosse la prima a non essere interessata a fornire risposte casuali (ma comunque sono state inserite opzioni di scappatoia) e a non sentirsi frustrata dal metodo;

- poter usare domande chiuse (alcune mutualmente esclusive) con variabili discrete;
- avere un questionario adatto a estensori con un livello medio di istruzione.

Venendo all'insieme dei quesiti che abbiamo predisposto, il questionario si apre con una domanda filtro, cioè se il compilatore comunichi i dati per un IXP oppure per altra categoria.

Nel caso di IXP, vengono richiesti prima il nome e il numero di sistema autonomo, poi si entra nel vivo con una domanda sull'eventuale aumento del numero di afferenti durante il periodo febbraio - maggio e, in caso positivo, si richiede di quantificarlo su una scala di intervalli prestabiliti.

Si passa ad analizzare l'eventuale aumento di capacità sulla LAN di *peering* sulle porte lato cliente, specificando chiaramente che non si deve tenere conto dell'eventuale aumento del traffico. Stessa domanda per le interconnessioni private (PNI).

Segue una domanda a risposta aperta predisposta per poter descrivere brevemente altre eventuali misure adottate dagli IXP per fronteggiare la mutata domanda di risorse Internet da parte degli afferenti.

Domandiamo inoltre quali misure siano state adottate per ridurre l'accesso ai locali dell'IXP, così da ottemperare alle raccomandazioni dell'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) e alla normativa italiana vigente al momento del *lockdown*.

Di particolare interesse ci è sembrata la possibilità di collezionare risposte circa i rapporti, presso l'IXP, con il sistema autonomo dell'operatore italiano *incumbent*, TIM che, dopo aver adottato una politica di *depeering* generale nel 2013, in piena pandemia ha invece fatto marcia indietro e da aprile 2020 si è messo a disposizione per ristabilire rapporti BGP paritari a titolo gratuito con gli afferenti ai punti di interscambio italiani dove è presente.

Infine, chiediamo dati circa eventuali agevolazioni economiche accordate agli afferenti per il periodo dell'emergenza, mettendo a disposizione quattro diverse opzioni e una domanda a risposta aperta per le varie ed eventuali.

Fin qui il percorso degli IXP. Quanto invece agli altri soggetti invitati alla compilazione, abbiamo predisposto un questionario pressoché simile, solo in alcuni punti differente.

Innanzitutto chiediamo di dichiarare il *core business* del soggetto per il quale si sta rispondendo e subito dopo quale sia la clientela prevalente, se *business* o *consumer*. Quest'ultima opzione è stata suggerita da alcuni colleghi durante la fase di *pre-test* e abbiamo deciso di inserirla poiché è in grado di dare maggior significato alle risposte delle domande successive soprattutto quelle relative a traffico e capacità.

L'afferenza a un punto di interscambio nazionale è una delle domande utili a coniugare le relative risposte con le risultanze del questionario degli IXP. A questo scopo chiediamo:

- dati su eventuali aumenti di capacità sull'infrastruttura di *switching* dei punti di interscambio a cui si afferisce e sull'infrastruttura PNI;
- su quanto sia aumentato il numero di AS con i quali si sono instaurati rapporti di *peering*.

Altro aspetto, circa i dati quantitativi, richiesto solo per quanti non siano IXP:

- se il traffico abbia subito una variazione;
- quantificazione di eventuali ampliamenti disposti a seguito dello scoppio della pandemia per le diverse tipologie di servizio (accesso, trasporto, transito, regioni di CDN, *hardware*).

6 Partecipazione

L'esistenza del questionario e l'invito alla compilazione sono stati comunicati attraverso il gruppo degli operatori di rete italiani (ITNOG) sia sulla piattaforma Telegram, dove oltre 750 membri si ritrovano nel canale ITNOG, sia sulla mailing list dedicata.

Inoltre, ne è stata data ampia visibilità su altre piattaforme *social* e su gruppi di esperti. Non è stato trascurato neanche l'aspetto del passaparola o della chiamata diretta.

Nonostante l'ottimale diffusione della notizia, alcuni motivi hanno impedito una capillare compilazione da parte degli operatori:

- il problema della rappresentatività e dell'autorità è assai diffuso soprattutto nelle grosse società per le quali è stato difficoltoso (se non addirittura impossibile) reperire la persona in grado (sia per competenze, sia per autorità) di rispondere al questionario;
- una probabile sensazione di inadeguatezza per quanti, colpiti direttamente o indirettamente dal COVID-19, non hanno potuto reagire attivamente alla mutata richiesta di mercato e di conseguenza hanno evitato di compilare un questionario che avrebbe messo in luce un certo comprensibile immobilismo.

A ogni modo, hanno risposto al questionario, dal 6 maggio al 16 giugno 2020, 51 diversi soggetti responsabili di 51 o più sistemi autonomi, dei quali:

- 5 IXP;
- 46 fornitori di servizi diversi (accesso, trasporto, transito, CDN, *content, hosting/colocation*).

Il numero di *Local Internet Registry* (LIR) operanti e aventi sede in Italia è al momento 1.218 [16], ma su Internet ne sono visibili solo 943 (che annunciano prefissi a livello BGP), di conseguenza la platea che ha risposto al nostro appello costituisce il 5,4% del totale. Il numero dei prefissi IPv4 annunciati dai sistemi autonomi che hanno contribuito a questo studio è 1.034 pari allo 0,12% della *full routing table* (846.396) e pari al 15% della *routing table* italiana (cioè espressa dal numero dei prefissi IPv4 annunciati dai 943 LIR italiani in esercizio, cioè 6.851).

Tra le società che hanno risposto al questionario, 18 (cioè il 35%) hanno dichiarato di avere una clientela prevalentemente *consumer*; gli altri, la larga maggioranza, servono invece prevalentemente clientela *business*.

Questo è l'identikit di quanti hanno voluto raccogliere il nostro invito a fornire dati utili allo studio in parola.

7 Le risposte degli ISP, domanda per domanda

La prima domanda mira a stabilire a quali punti di interscambio gli ISP afferivano prima della pandemia. La figura 6 rappresenta le risposte date dai

partecipanti: il 76% al Milan Internet eXchange (MIX), il 56.5% al Nautilus Mediterranean eXchange (NAMEX), il 30.4% al Torino Piemonte Internet Exchange (TOPIX), 24% al Veneto System Internet Exchange (VSIX). Il 30.4% afferisce ad altri IXP.

La domanda successiva richiede agli ISP se hanno osservato una variazione nella quantità di traffico durante il *lockdown*: 38 di loro (82.6%) hanno dichiarato un aumento nel traffico, 3 (6.5%) una diminuzione, mentre 5 ISP (10.8%) non hanno osservato mutamenti.

Il terzo quesito ha a oggetto le misure adottate dagli ISP per far fronte all'aumento di traffico causato dal *lockdown* e da altre difficoltà operative. In tabella 1 sono riportate tutte le opzioni proposte, mentre la Figura 7 rappresenta le risposte ottenute. I provvedimenti più diffusamente adottati sono stati: l'aumento delle risorse hardware a servizio della rete e l'incremento della capacità tra 1 e 10 Gbps. Considerando complessivamente le risposte date dai partecipanti, l'aumento operato sulla loro capacità in accesso è quantificabile tra i 260 Gbps e i 500+ Gbps. Importante è pure l'incremento nel numero dei transiti a Internet che è stato dichiarato dal 10.8% degli ISP per una quantità misurata tra 45 e 130 Gbps. In armonia con le due grandezze appena esposte, i partecipanti hanno anche dichiarato un aumento nella capacità di trasporto dati tra 125 e 350+ Gbps.

Il quarto punto del questionario riguarda l'eventuale aumento nella capacità (e non nel traffico) sulla infrastruttura di *switching* degli IXP dove gli operatori afferiscono. Le risposte sono rappresentate nella Figura 5. Si può osservare che il 37% dei partecipanti non ha effettuato alcuna variazione, il 21.7% invece ha incrementato la capacità di ≤ 1 Gbps e il 19.5% di ≤ 10 Gbps.

Simile al precedente è il contenuto del quinto quesito a proposito dell'aumento complessivo nella capacità dei *peering* privati. La Figura 4 sintetizza i risultati: per quasi il 72% nessuna variazione, per il 13% un aumento di ≤ 1 Gbps e per l'8.7% di ≤ 10 Gbps.

La sesta domanda raccoglie il numero dei nuovi *peering* BGP stabiliti con altri sistemi autonomi presso gli IXP. Come mostra la Figura 3, 12 ISP non hanno configurato nuovi rapporti, 21 ISP hanno stabilito meno di 5 nuove sessioni BGP paritarie e solo 3 ISP hanno dichiarato almeno 20 nuovi *peering*.

Come già detto, durante la pandemia TIM, l'operatore incumbent in Italia, ha ricominciato (per la prima volta dalla fine del 2012 [1]) ad accettare *peering* sulla LAN pubblica degli IXP dove è presente. Abbiamo dunque chiesto ai partecipanti se avessero riallacciato rapporti gratuiti di *peering* con TIM (AS3269) durante la pandemia: il 45.7% ha dichiarato di aver aderito fin dal mese di aprile, precisamente, nella maggior parte dei casi, il giorno 6; alcuni già da metà marzo e via via fino all'inizio di agosto 2020.

7.1 Le risposte degli IXP, domanda per domanda

Quanto ai punti di interscambio, il primo quesito a cui hanno risposto è sulla quantificazione dell'aumento nel numero di afferenti. Dei 5 IXP che hanno partecipato al questionario, 2 hanno riferito un aumento tra 1 e 3 nuovi sistemi

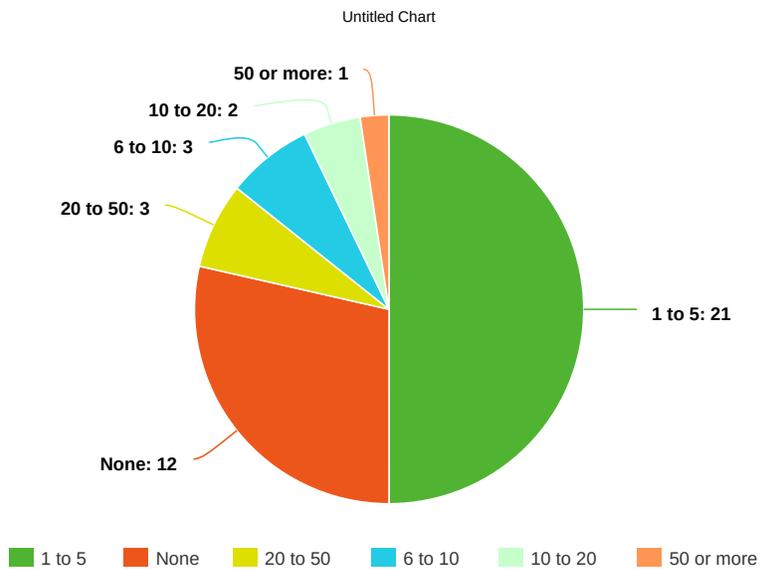


Figure 3: ISP: aumento complessivo nella capacità di *peering* presso gli IXP

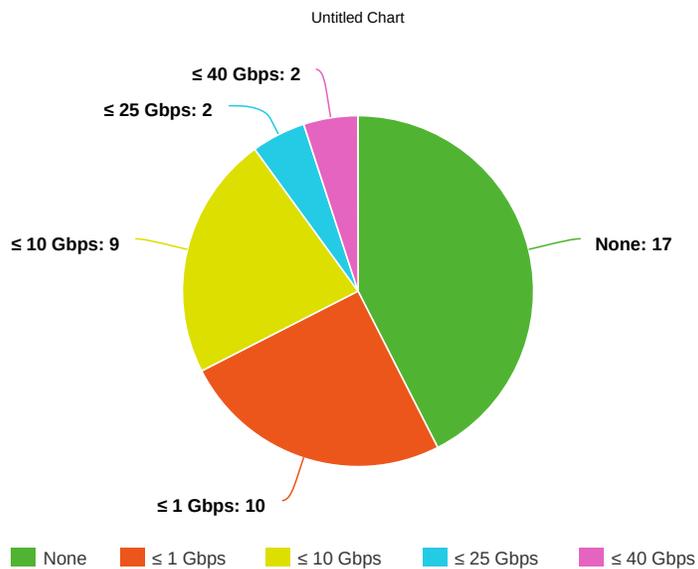


Figure 4: ISP: aumento complessivo nella capacità dei *peering* privati.

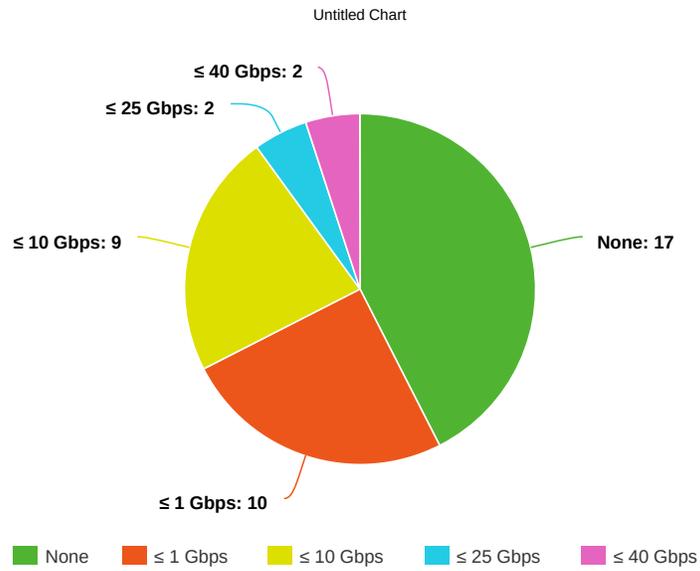


Figure 5: IXP: incremento nella capacità sulla LAN di *peering*

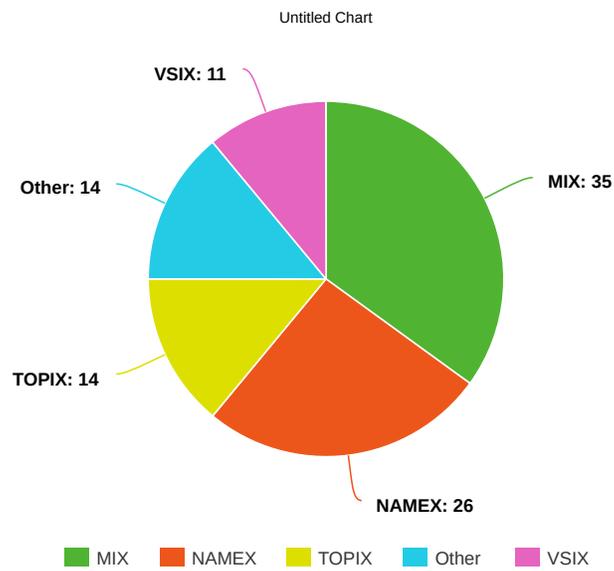


Figure 6: ISP: punti di interscambio usati prima della pandemia

autonomi, altri 2 un aumento tra 7 e 10, mentre 1 ha dichiarato di non avere avuto nuovi membri.

La seconda domanda verte sulla quantificazione dell'aumento complessivo nella capacità delle porte degli afferenti sulla LAN di *peering*. Gli IXP hanno riportato valori assai difforni: uno ha dichiarato un incremento tra 10 Gbps e 50 Gbps, un altro tra 100 Gbps e 150 Gbps, un altro ancora tra 200 Gbps e 400 Gbps e solo uno oltre i 500 Gbps.

Oggetto del quesito successivo è la quantificazione dell'aumento nella capacità delle interconnessioni su reti private (PNI). 2 dei 5 IXP non hanno osservato incrementi, altri 2 un incremento modesto e solo uno un incremento di più del doppio.

Anche qui un quesito sul *peering* di TIM sulla LAN pubblica: solo 3 hanno risposto positivamente e tra questi chi osserva l'attivazione ad aprile e chi all'inizio di giugno.

La quinta domanda è sulle agevolazioni economiche che gli IXP hanno accordato agli afferenti durante la pandemia. La tabella 2 sintetizza le risposte e come si può osservare il vantaggio economico più comune è l'eliminazione del costo per l'aumento di capacità nella LAN di *peering* concesso da 3 IXP su 5. L'altra misura è l'eliminazione del costo per il servizio cosiddetto di *remote hands* adottata da 2 IXP.

Infine, abbiamo chiesto agli IXP se fossero stati contattati dal Governo o da altri enti regolatori circa azioni o indicazioni da seguire per la resilienza di Internet in Italia durante la pandemia, ma tutti hanno risposto negativamente.

Nondimeno, è importante sottolineare qui che il Governo italiano ha giocato un ruolo determinante nel facilitare il lavoro degli operatori in genere (ISP e IXP) riconoscendo le telecomunicazioni come un servizio essenziale e attraverso l'introduzione, durante l'emergenza, di nuove regole per gli ISP e nuove garanzie per gli utenti.

Table 2: Aiuti economici introdotti dagli IXP

Aiuti economici	#
Nessun costo per interventi sul posto	2
Nessun costo per aumento capacità sulla LAN di <i>peering</i>	3
Nessun costo per un nuovo POP	1
Nessun intervento	2

8 Conclusioni

Proattività è la parola chiave che ha caratterizzato l'atteggiamento degli operatori di telecomunicazioni italiani come reazione alle mutate condizioni di mercato causate dall'emergenza sanitaria. Questo è quanto emerge dal questionario precedentemente illustrato. In particolare, vorremmo sottolineare come gli ISP hanno prontamente adeguato le loro risorse per migliorare l'accesso degli utenti,

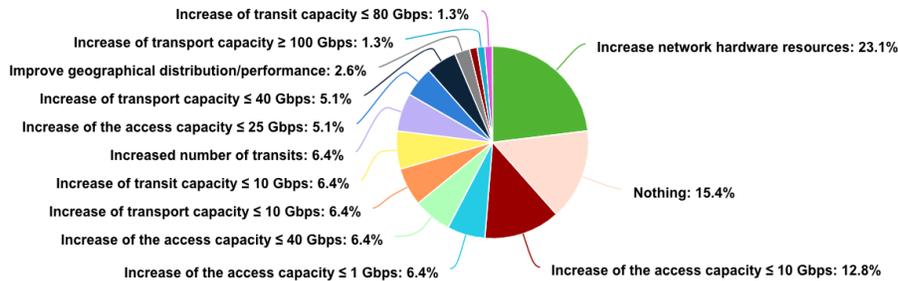


Figure 7: ISP: sinossi degli adeguamenti fatti durante la pandemia

il trasporto dei dati e il transito a Internet. Queste sono tre categorie di provvedimenti che vanno a braccetto e che vengono combinate assieme per garantire agli utenti la migliore esperienza su Internet.

Vale la pena notare che il Governo italiano, attraverso un Decreto Legge del 17 marzo 2020 [11], al fine di far fronte alla crescita dei consumi dei servizi e del traffico sulle reti di comunicazioni elettroniche, ha stabilito che gli operatori di telecomunicazioni intraprendono misure e svolgono ogni utile iniziativa atta a potenziare le infrastrutture e a garantire il funzionamento delle reti e l'operatività e continuità dei servizi.

Il Decreto prevede anche che gli operatori adottino tutte le misure necessarie per potenziare e garantire l'accesso ininterrotto ai servizi di emergenza e soddisfino qualsiasi ragionevole richiesta da parte degli utenti di miglioramento della capacità di rete e della qualità del servizio.

Da un punto di vista geografico, le aree che hanno maggiormente beneficiato delle misure adottate dagli operatori partecipanti a questa ricerca sono le regioni dell'Italia Settentrionale, quelle del centro, prevalentemente sul versante tirrenico, e le più grandi province della Sicilia. In altre parole, la gran parte della popolazione italiana ha goduto, se non di un miglioramento, quanto meno di un servizio non penalizzato dal maggior traffico osservato sulla rete italiana durante l'emergenza sanitaria. Come mostrato chiaramente nella mappa termografica, è possibile ipotizzare una sorta di divario digitale o di scarsa partecipazione alla comunità nelle regioni del sud, ma indagare sulle motivazioni di questo stato di fatto esula dallo scopo del nostro documento.

Decisivo è stato anche il contributo dei punti di interscambio (IXP) attivi sul territorio nazionale che hanno ben interpretato il ruolo di facilitatori per le interconnessioni tra ISP.

Misure quali l'incremento del numero di rapporti di *peering* (sia sulla LAN pubblica sia sulle interconnessioni private), l'aumento della capacità totale delle porte a disposizione degli afferenti, le facilitazioni economiche per gli interventi nel *datacenter*, hanno contribuito a soddisfare la necessità di lavoro, didattica a distanza e intrattenimento dell'intera popolazione italiana.

9 Ringraziamenti

Vorremmo qui ringraziare quanti hanno risposto alle nostre domande: Marco Paesani, Gianluigi Salerno, Stefano Bonino, Andrea Odorizzi, Brian Turnbow, Carmelo Serratore, Octavio Melendres, Massimo Fontanive, Rosario La Torre, Giuseppe Socci, Gianfranco Delli Carri, Paolo Barigelli Calcari, Tomas Pilia, Maurizio Andreello, Daniele Santi, Daniele Gressoni, Christian Berti, Simone Ceccato, Luciano Talarico, Francesco D’Aloia, Livio Morina, Marco Marletta, Federico Paesani, Marcello Fiorini, Davide Ambrosi, Francesco Maria Compagnucci, Dante Pagano, Davide Lima Daum, Fabrizio Fiore Donati, Antonio Raffo, Stefano Saliani, Ilario De Pascali, Giuseppe Cannavale, Simone Morandini, Luca Cicchelli. Speciali grazie presentiamo a Flavio Luciani, Mauro Angiolillo e Angelo Broccoli per averci aiutato a migliorare il questionario.

References

- [1] AIIP. Presenza TIM negli IXP bene per il paese. <https://www.aiip.it/aiip-presenza-tim-negli-ixp-bene-paese/>, 2020. Accessed on 19-05-2020.
- [2] Artur Bergman and Jana Iyengar. How COVID-19 is affecting internet performance. <https://www.fastly.com/blog/how-covid-19-is-affecting-internet-performance>, 2020. Accessed on 19-05-2020.
- [3] Timm Böttger, Ghida Ibrahim, and Ben Vallis. How the Internet reacted to COVID-19: A perspective from Facebook’s edge network. In *Proceedings of the ACM Internet Measurement Conference*, pages 34–41, 2020.
- [4] Massimo Candela, Valerio Luconi, and Alessio Vecchio. Impact of the COVID-19 pandemic on the Internet latency: A large-scale study. *Computer Networks*, 182:107495, 2020.
- [5] Massimo Candela and Antonio Prado. Italian operators’ response to the covid-19 pandemic. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 51(1):26–31, 2021.
- [6] CDC. How COVID-19 Spreads. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/how-covid-spreads.html>, 2020.
- [7] CNBC. The Internet is under huge strain because of the coronavirus. experts say it can cope — for now. <https://www.cnbc.com/2020/03/27/coronavirus-can-the-internet-handle-unprecedented-surge-in-traffic.html>. Accessed on 16-12-2020.
- [8] ECDC. Q & A on COVID-19. <https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/questions-answers>, 2020.

- [9] Thomas Favale, Francesca Soro, Martino Trevisan, Idilio Drago, and Marco Mellia. Campus traffic and e-Learning during COVID-19 pandemic. *Computer Networks*, 176:107290, 2020.
- [10] Anja Feldmann, Oliver Gasser, Franziska Lichtblau, Enric Pujol, Ingmar Poese, Christoph Dietzel, Daniel Wagner, Matthias Wichtlhuber, Juan Tapiador, Narseo Vallina-Rodriguez, et al. The lockdown effect: Implications of the covid-19 pandemic on internet traffic. In *Proceedings of the ACM Internet Measurement Conference*, pages 1–18, 2020.
- [11] Italian Government. Art. 82 - decreto-legge 17 marzo 2020, n. 18 - misure di potenziamento del servizio sanitario nazionale e di sostegno economico per famiglie, lavoratori e imprese connesse all'emergenza epidemiologica da covid-19. <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/03/17/20G00034/sg>, 2020.
- [12] John Graham-Cumming. COVID-19 impacts on Internet traffic: Seattle, Northern Italy and South Korea. <https://blog.cloudflare.com/covid-19-impacts-on-internet-traffic-seattle-italy-and-south-korea/>, 2020. Accessed on 19-05-2020.
- [13] Andra Lutu, Diego Perino, Marcelo Bagnulo, Enrique Frias-Martinez, and Javad Khangosstar. A characterization of the covid-19 pandemic impact on a mobile network operator traffic. In *Proceedings of the ACM Internet Measurement Conference*, pages 19–33, 2020.
- [14] Sebastian Moss. DE-CIX experiences record traffic amid coronavirus and Call of Duty. <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/de-cix-experiences-record-traffic-amid-coronavirus-and-call-duty>, 2020.
- [15] OECD. Keeping the Internet up and running in times of crisis. https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=130_130768-5vgoglwsy&title=Keeping-the-Internet-up-and-running-in-times-of-crisis, 2020. Accessed on 19-05-2020.
- [16] RIPE NCC. Local internet registries offering service in italy. <https://www.ripe.net/membership/indices/IT.html>, 2020.
- [17] The Guardian. Italy records its deadliest day of coronavirus outbreak with 475 deaths. <https://www.theguardian.com/world/2020/mar/18/coronavirus-lockdown-eu-belgium-germany-adopt-measures>, 2020.
- [18] The New York Times. So we're working from home. can the Internet handle it? <https://www.nytimes.com/2020/03/16/technology/coronavirus-working-from-home-internet.html>. Accessed on 16-12-2020.
- [19] The Verge. Youtube joins netflix in reducing video quality in europe. <https://www.theverge.com/2020/3/20/21187930/youtube-reduces->

streaming-quality-european-union-coronavirus-bandwidth-internet-traffic. Accessed on 16-12-2020.

- [20] M. Trevisan, A. Finamore, M. Mellia, M. Munafo, and D. Rossi. Traffic Analysis with Off-the-Shelf Hardware: Challenges and Lessons Learned. *IEEE Communications Magazine*, 55(3):163–169, 2017.
- [21] World Economic Forum. Netflix is reducing its streaming quality in europe to avoid straining the internet during covid-19. <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/netflix-is-reducing-the-quality-of-its-streams-in-europe-to-avoid-straining-the-internet-during-the-coronavirus-outbreak/>. Accessed on 16-12-2020.
- [22] World Economic Forum. Will the coronavirus break the internet? <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/will-coronavirus-break-the-internet/>. Accessed on 16-12-2020.