

Elettrodotto di grande trasporto dalle Alpi piemontesi all'Italia centrale

Dopo avere accennato ai vantaggi che derivano dall'interconnessione fra impianti elettrici con particolare riferimento alla situazione italiana, si illustrano origine e scopi dell'elettrodotto a 220.000 Volt Valle Aosta - Valle Orco - Torino - Italia Centrale. Segue una breve descrizione delle caratteristiche costruttive dei quattro tronchi costituenti tale elettrodotto.

La produzione di energia elettrica in Italia, come in ogni altro Paese, è andata continuamente aumentando e, dopo la pausa imposta dagli eventi dolorosi degli ultimi anni di guerra, ha ripreso l'andamento crescente, con incrementi annui anche superiori a quelli che si verificarono negli anni ante-guerra. I valori annuali di produzione nazionale, che avevano toccato una punta massima all'inizio della guerra, sono stati negli ultimi anni largamente superati. Nello scorso 1951, la produzione complessiva italiana ha quasi raggiunto infatti i 30 miliardi di kWh.

La massima parte di questa produzione proviene, come ognuno sa, dai corsi d'acqua delle vallate alpine ed appenniniche, preziosa sorgente di energia per il nostro Paese scarsamente dotato di altre risorse basilari per la vita e l'attività di una nazione moderna. Anno per anno vengono costruiti nuovi impianti e, a poco a poco, tutte le vallate e persino

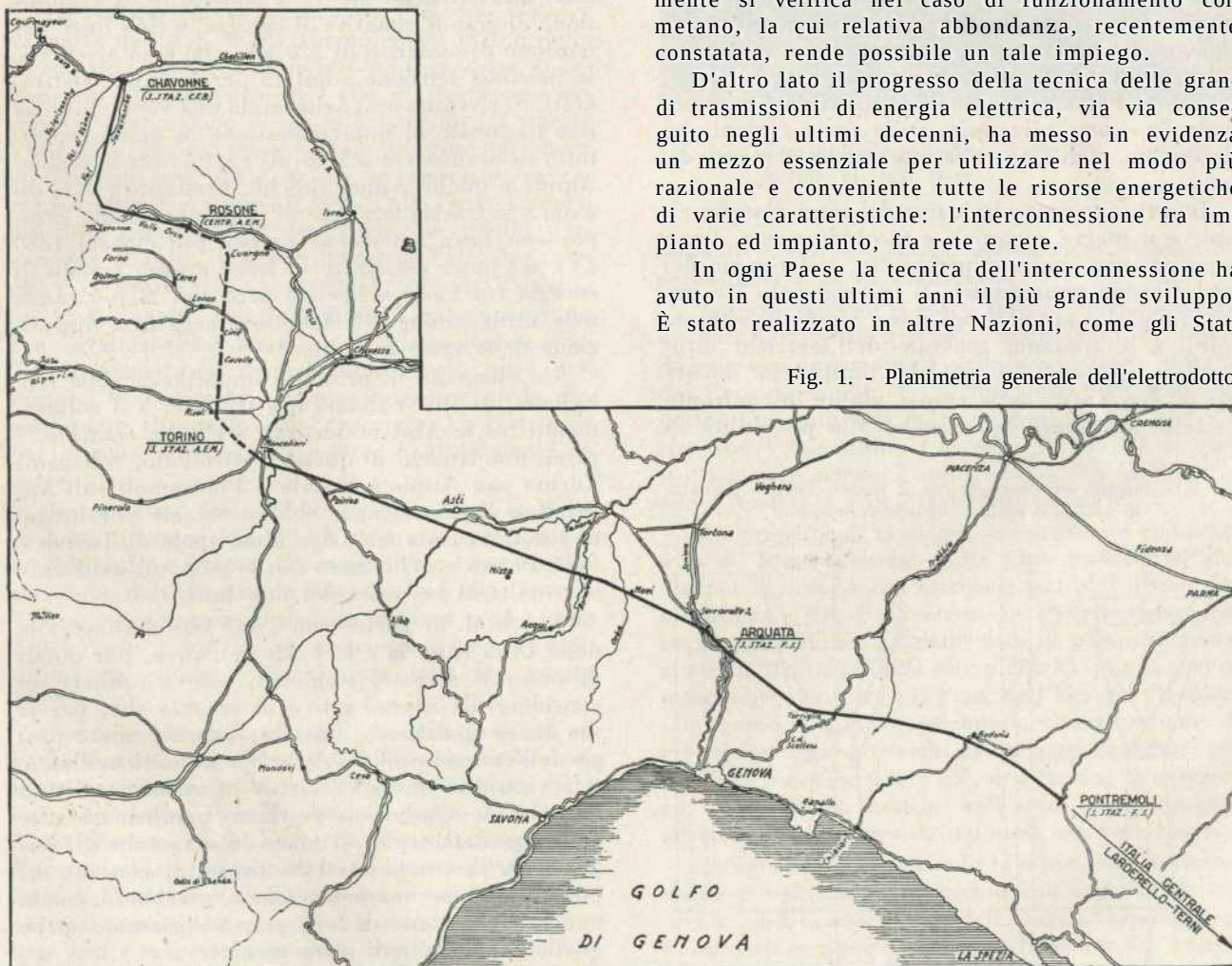
i grandi corsi d'acqua in pianura, vengono attrezzati con le opere idrauliche e gli impianti elettrici necessari per la produzione dell'energia. Ma, evidentemente, esistono limiti tecnici ed economici alle possibilità di utilizzare nuove derivazioni. I primi impianti realizzati furono quelli che, per le circostanze naturali, si presentavano massimamente convenienti e di più facile costruzione. Il costo e le difficoltà tecniche di quelli successivamente affrontati furono e sono sempre maggiori.

Pur sussistendo ancora numerose, interessanti e convenienti possibilità di costruire impianti idroelettrici, si è tuttavia cominciato a fare ricorso, anche nel nostro Paese, ad altre fonti di energia, e ciò sia per impianti aventi essenzialmente carattere di riserva, come avviene per le centrali termoelettriche destinate a funzionare con combustibili di importazione, sia anche per le centrali destinate ad effettuare produzione continua, come essenzialmente si verifica nel caso di funzionamento con metano, la cui relativa abbondanza, recentemente constatata, rende possibile un tale impiego.

D'altro lato il progresso della tecnica delle grandi trasmissioni di energia elettrica, via via conseguito negli ultimi decenni, ha messo in evidenza un mezzo essenziale per utilizzare nel modo più razionale e conveniente tutte le risorse energetiche di varie caratteristiche: l'interconnessione fra impianto ed impianto, fra rete e rete.

In ogni Paese la tecnica dell'interconnessione ha avuto in questi ultimi anni il più grande sviluppo. È stato realizzato in altre Nazioni, come gli Stati

Fig. 1. - Planimetria generale dell'elettrodotto.



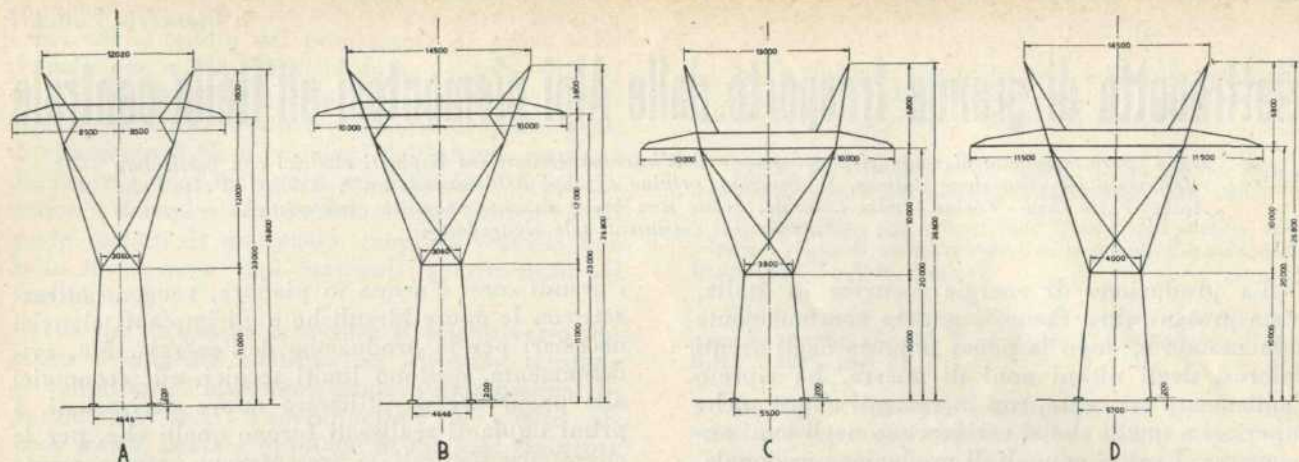


Fig. 2. - Schemi dei sostegni per il tronco Valle d'Aosta - Valle Orco.

A) tipo di media montagna: rettililo; B) tipo di alta montagna: rettililo; C) tipo di media montagna: amaro; D) tipo di alta montagna: amaro.

Uniti d'America, il funzionamento interconnesso di reti vastissime, corrispondenti talora per caratteristiche elettriche a più Stati Europei raggruppati.

I vantaggi sono evidenti: la potenza complessiva da prevedersi a disposizione come riserva può risultare notevolmente ridotta; la garanzia di continuità nell'esercizio diviene quasi assoluta; possono venire utilizzati per il massimo numero di ore gli impianti di produzione maggiormente economica facendo funzionare al minimo quelli di minore rendimento o comunque di produzione più costosa.

Oltre a tutti questi vantaggi, l'interconnessione, nel nostro Paese, consente di utilizzare nel migliore modo le risorse idrauliche delle varie regioni che presentano, com'è noto, caratteristiche alquanto diverse.

Infatti il regime idrologico dei corsi d'acqua alpini, con magre invernali e morbide estive, trova riscontro, con andamento inverso, nel regime dei corsi d'acqua appenninici. Il collegamento fra impianti alpini e appenninici riesce perciò di estrema utilità nell'economia generale dell'esercizio idroelettrico, sia pure con qualche limitazione dovuta alla diversa entità delle risorse alpine in confronto a quelle appenniniche e anche alla possibilità di

parziale sfasamento e sovrapposizione dei periodi di caratteristiche opposte. In ogni caso tale interconnessione costituisce un'ottima e valida integrazione delle funzioni espletate dai serbatoi stagionali, esistenti tanto nelle regioni alpine quanto in quelle appenniniche.

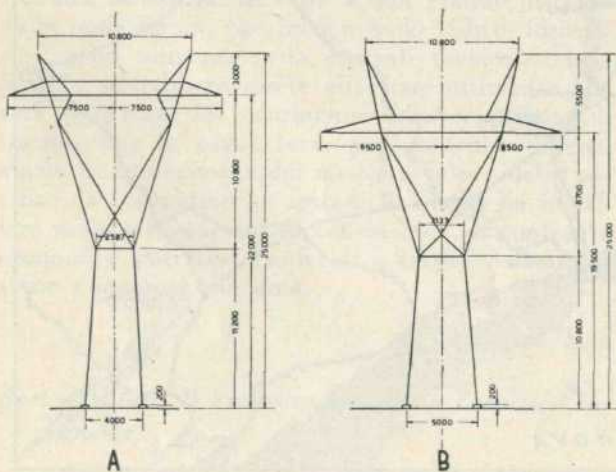
Tutte queste ragioni hanno gradatamente dato origine, anche in Italia, alla costruzione di linee con caratteristiche adatte a consentire la trasmissione di grandi quantità di energia, e cioè linee per tensione di esercizio di 220 kV, che sino a ieri era la massima tensione adottata per i grandi elettrodotti. Si è venuta così delineando una vera e propria rete nazionale di interconnessione in grado soprattutto di permettere scambi di energia fra le regioni Alpine e quelle Appenniniche. Frattanto già si discute e si traccia una rete di interconnessione europea con linee a tensione ancora più elevata (380 kV) per poter realizzare in larga misura scambi di energia fra Paesi e Paesi e dare così la più razionale utilizzazione alle fonti energetiche a disposizione delle varie nazioni.

Un elemento di primaria importanza nella rete italiana, di cui vogliamo qui trattare, è il collegamento fra le Alpi occidentali e l'Italia centrale. I primi due tronchi di questo elettrodotto, colleganti Torino con Arquata Scrivia e Pontremoli sull'Appennino ligure-toscano, ebbero origine per iniziativa dell'Azienda Elettrica Municipale di Torino e delle Ferrovie dello Stato con lo scopo di soddisfare concomitanti necessità dei due Enti.

L'A.E.M. di Torino con i suoi impianti in Valle della Dora Riparia e in Valle dell'Orco, pur dotati di notevoli serbatoi stagionali, aveva tuttavia un considerevole supero estivo di energia che, per la sua discontinuità, aveva necessariamente minor pregio dell'energia producibile con continuità nell'anno e trovava difficile collocamento in utenze stagionali locali. Tale supero era destinato peraltro ad attenuarsi gradatamente, di mano in mano che gli impianti in costruzione ed in progetto, con ingenti possibilità di accumulo stagionale, avrebbero, con la nuova produzione di energia, valorizzato anche quella degli impianti meno recenti.

Fig. 3. - Schemi dei sostegni per il tronco Torino-Arquata.

A) sostegno di rettililo; B) sostegno di amaro.



Le F.S., per l'incrementarsi dei traffici e l'estendersi dell'elettrificazione, avevano necessità di predisporre nuove possibilità di alimentazione della regione piemontese e ciò soprattutto in vista della futura adozione della trazione elettrica sulla linea ferroviaria padana (Torino-Milano-Venezia) su quella verso Aosta e su altre ancora. Questa necessità non aveva carattere immediato, ma era, per contro, destinata ad avere, con il passare del tempo, sempre maggior rilievo.

Risultava pertanto una concomitanza di interessi fra l'A.E.M. di Torino e le F.S., alla costruzione della linea Torino-Arquata-Pontremoli con possibilità di massima utilizzazione iniziale da parte dell'A.E.M. e di graduale sostituzione dell'utilizzazione delle Ferrovie a quella dell'A.E.M., ferma restando, in ogni momento, la funzione di interconnessione per scambi di energia e di riserva a vantaggio delle due reti, A.E.M. e F.S., e dell'intero sistema elettrico nazionale.

I due tratti Torino-Arquata ed Arquata-Pontremoli, di 112 e 92 km, vennero costruiti quasi per intero rispettivamente da parte dell'A.E.M. e delle F.S. Nei primi mesi del 1951 il collegamento entrò in esercizio, connesso a Torino con la rete dell'A.E.M. ed a Pontremoli con la rete delle F.S., per attuare scambi di energia fra l'A.E.M. e gli impianti della Società Terni nell'Appennino centrale.

La costituzione del Consorzio Elettrico Buthier da parte dell'A.E.M. di Torino, delle F.S. e della Nazionale Cogne con un notevole programma di costruzioni idroelettriche in Valle di Aosta rese necessaria l'attuazione di un collegamento fra questa Valle e Torino con percorso tale da connettere pure gli impianti che l'A.E.M. ha in esercizio, in co-costruzione ed in progetto nella Valle Orco. L'unico possibile tracciato era evidentemente quello percorrente in tutto il loro sviluppo la Valle Savaranche e la Valle Orco valicando il Colle del Nivolet.

Anche questo tronco di linea è stato progettato con caratteristiche analoghe a quelle dei tronchi Torino-Arquata ed Arquata-Pontremoli, salve, beninteso, le particolari esigenze connesse con le elevate quote altimetriche del tracciato. La costruzione, iniziata nella scorsa estate, è attualmente in corso.

In un primo tempo il collegamento con la Valle di Aosta funzionerà a 130 kV, come del resto, quello Torino-Pontremoli. Di conseguenza, per la trasmissione dell'energia da Rosone, in Valle Orco, a Torino, potrà venire utilizzata la linea a due terne 130 kV che l'A.E.M. ha costruito nel corso degli ultimi mesi e che è in esercizio dalla fine agosto 1952.

Sono peraltro già in corso gli studi, i rilievi ed i tracciamenti del tronco a 220 kV Rosone-Torino, la cui costruzione verrà quanto prima iniziata. Sarà così completato il collegamento a 220 kV fra la Valle d'Aosta, la Valle Orco, Torino, Arquata e Pontremoli, con lunghezza complessiva di oltre 300 km. A Pontremoli l'elettrodotto si inserisce in un vasto sistema di linee a 130 kV ed a 220 kV collegate con i maggiori impianti idroelettrici dell'Ap-

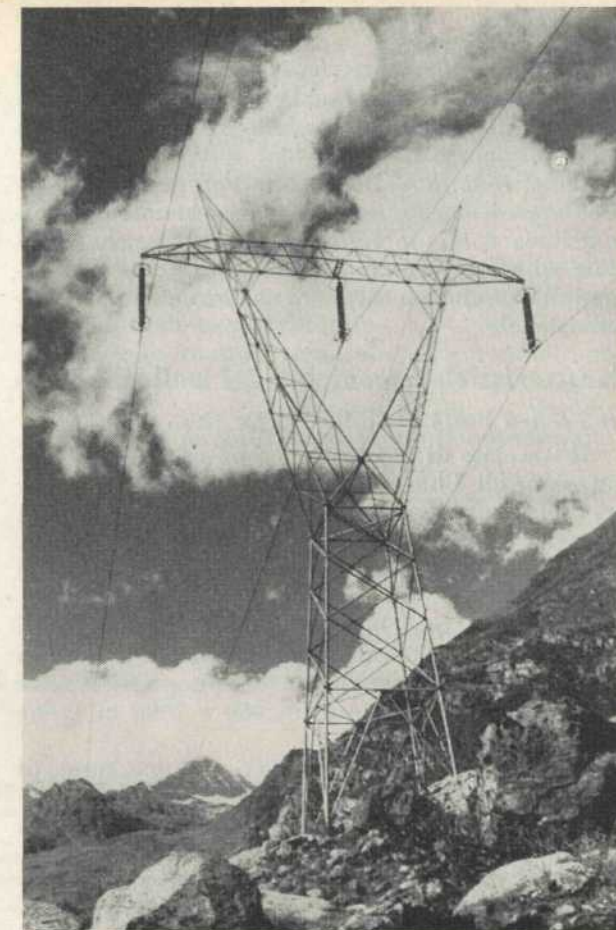


Fig. 4. - Tronco Valle d'Aosta - Valle Orco: sostegno di rettililo in Valle Orco.

pennino e con le centrali geo-termo-elettriche toscane nella zona di Larderello.

Nel suo insieme il collegamento costituisce uno dei lati dell'ideale triangolo, completato dal fascio di linee con andamento longitudinale lungo la Valle del Po e da quelle che in direzione nord-sud connettono gli impianti della regione Veneta e Trentina con l'Appennino Centrale. Ai vertici di questo triangolo stanno i collegamenti con la Francia, con l'Austria e con l'Italia meridionale.

Un progetto di massima recentemente elaborato in sede internazionale dalla Commissione di studio per le connessioni internazionali dell'Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique, ha delineato, in prima impostazione, la struttura della rete a 380 kV per la grande interconnessione tra gli Stati dell'Europa Occidentale, come si è sopra accennato. Questo schema di rete si appoggia a tronchi di linea già realizzati per il futuro esercizio a 380 kV, in Francia, in Svizzera ed in Germania, nonchè agli studi ed ai progetti attualmente in corso di sviluppo nei vari Paesi.

La rete europea, secondo tale progetto, terminerebbe a sud con un elemento con andamento est-ovest posto a meridione della catena alpina, connesso nella regione Veneta con linee verso l'Austria

e la Germania, nella regione Lombarda con le linee svizzere già costruite per futuro funzionamento a 380 kV ed in Piemonte con la rete francese; Venezia, Milano e Torino sarebbero i centri di smistamento e di collegamento della rete europea con quella nazionale italiana.

L'elettrodotto Valle d'Aosta-Pontremoli si inserisce organicamente nello schema generale che così si delinea e la sua funzione acquista anche maggiore rilievo in vista di sempre più intense trasmissioni di energia con carattere nazionale ed anche internazionale.

Caratteristiche tecniche del collegamento

A) Tronco Valle d'Aosta - Valle Orco.

Il tracciato di questo tronco ha origine alla Sottostazione di Chavonne del C.E.B. in costruzione presso la centrale omonima della Nazionale Cogne; risale la Valsavaranche e, per il Colle del Nivolet, entra in Valle Orco ove fa capo alla centrale di Rosone dell'A.E.M.

La lunghezza complessiva della linea è di 56 km, di cui circa 10 km a quota superiore ai 2000 m (zona di alta montagna), con massimo a 2726 m, e 46 km a quote comprese fra 650 e 2000 m (zona di media montagna).

I sostegni sono del tipo a Y con una terna di conduttori in un piano orizzontale e due funi di guardia. La struttura dei sostegni è costituita da elementi tubolari in acciaio, connessi mediante flange ovvero mediante schiacciamento dei tubi e bullonatura, come verrà più avanti accennato a proposito del tronco Torino-Arquata.

Le fondazioni sono in calcestruzzo a piedini separati, salvo fondazioni speciali per terreni allagabili.

Il calcolo dei sostegni è stato effettuato con le ipotesi delle norme in vigore, maggiorando la velocità massima del vento fino a 150 km all'ora, considerando una temperatura minima di -35°C e tenendo conto di un sovraccarico massimo di neve sui conduttori di energia pari a 8 kg/m nella zona di alta montagna e 6 kg/m nelle zone di media montagna. Per la fune di guardia il sovraccarico massimo di neve è stato valutato a 5 kg/m in alta montagna e 4,5 kg/m in media montagna.

L'isolamento nella zona di alta montagna è costituito da catene con 19 elementi in sospensione e 2 x 20 elementi in amarro. Nelle zone di media montagna vengono montati 18 elementi in sospensione e 2 x 20 in amarro. Il tipo degli isolatori in amarro è, in tutte le zone, quello con carico critico di 9000 kg. Gli isolatori in sospensione sono del tipo con carico critico di 7000 kg in alta montagna e di 5500 kg in media montagna.

I conduttori sono trecce di alluminio-acciaio con sezione di 349,25 alluminio + 78,94 acciaio = 428,19 mm², costituite di 30 fili in alluminio aventi il diametro di 3,85 mm e 19 fili di acciaio con diametro di 2,3 mm.

Le due funi di guardia sono previste in acciaio con sezione e formazione uguale a quella dell'anima in acciaio dei conduttori di energia.

Speciali avvertenze vennero seguite perchè il

paesaggio nelle zone attraversate non avesse a risultare danneggiato e ciò in modo particolare per il tratto di linea entro il Parco del Gran Paradiso.

B) Tronco Valle Orco - Torino.

Il tracciato, partendo dalla Centrale di Rosone in Valle Orco, si sviluppa sul fondo valle da Rosone fino a qualche kilometro a valle della centrale di Bardonetto; indi piega verso sud valicando una zona montuosa con quote fino a 1550 m e ne discende verso Torino con andamento pressochè parallelo a quello della linea 130 kV a due terne Rosone-Torino recentemente ultimata. Il tronco si allaccia alla esistente linea Torino-Arquata in regione Borgaretto a sud-ovest dell'abitato di Torino.

Lo sviluppo complessivo di questo tronco è di 57 km.

Le caratteristiche tecniche dei sostegni e dei conduttori sono allo studio seguendo il criterio base della massima possibile uniformità con i rimanenti tronchi dell'elettrodotto.

In primo tempo il collegamento Valle d'Aosta-Pontremoli viene esercito a 130 kV e nel tronco Rosone-Torino viene utilizzata la linea a due terne 130 kV dell'A.E.M. entrata in servizio nell'agosto 1952.

Questa linea ha sostegni tronco-piramidali a traliccio di elementi tubolari, con due terne di conduttori in alluminio-acciaio di 308 mm² ed una fune di guardia di 50 mm².

Il tracciato segue la Valle Orco fino alla Centrale di Bardonetto, poi, dirigendosi verso sud, valica una zona montuosa a circa 1900 m e discende verso Torino, ove fa capo alla Sottostazione Sud-Ovest dell'A.E.M.

C) Tronco Torino-Arquata.

Ha origine dalla Sottostazione Sud-Ovest dell'A.E.M. e, con percorso pressochè rettilineo, attraversa dapprima terreni pianeggianti ed in seguito i terreni ondulati del Monferrato solcati dai fiumi Tanaro, Bormida ed Orba; fa capo alla Sottostazione di trasformazione delle F.S. presso l'abitato di Arquata Scrivia.

La lunghezza del tronco è di 112 km.

I sostegni sono di tipo analogo a quelli descritti per il tronco Chavonne-Rosone. Su questo tronco di linea venne adottato, per la prima volta, un tipo di struttura a traliccio con elementi tubolari deformati a caldo nella zona delle giunzioni per consentire il semplice collegamento mediante bulloni. Questa struttura, che associa ai vantaggi degli elementi con sezione tubolare la semplicità di giunzione propria dei ferri profilati a facce piane, ha dato, sia nelle prove preliminari e di collaudo, sia, sino ad ora, nell'esercizio, favorevoli risultati.

Le fondazioni dei sostegni normali sono del tipo a piedini separati in conglomerato cementizio nella regione Torino-Tanaro ed a piastre metalliche nella regione Tanaro-Arquata, ove il maggior pregio delle culture (vigneti) rendeva necessario ridurre al minimo i danni durante la posa in opera dei sostegni. I pali di attraversamento hanno ovunque fondazioni in conglomerato.

Il calcolo dei sostegni è stato eseguito in relazione alle ipotesi delle norme in vigore con temperatura minima di -20°C oltre ad una quinta ipotesi di temperatura di 0°C , sovraccarico di 2 kg per metro e un conduttore rotto.

Attualmente la linea è isolata per 130 kV, con catene di 9 elementi in sospensione e 2x11 elementi in amarro. Per il funzionamento a 220 kV l'isolamento verrà portato a 15 elementi in sospensione e 2 x 17 elementi in amarro. Gli isolatori sono del tipo per carico critico di 5500 kg nelle sospensioni e di 7500 kg negli amarri.

Conduttori e funi di guardia sono uguali a quelli adottati per il tronco Chavonne-Rosone.

D) Tronco Arquata-Pontremoli.

Questo tronco è stato costruito dalle F.S. contemporaneamente alla esecuzione da parte dell'A.E.M. di Torino del tronco Torino-Arquata.

Esso ha inizio dalla Sottostazione di Arquata delle F.S. e fa capo alla Sottostazione pure delle F.S. situata presso Pontremoli; il tracciato si svolge quasi interamente in zona montagnosa in quanto le

due località sono separate da un acrocoro appenninico notevolmente elevato, solcato da valli strette e profonde con andamento perpendicolare a quello della linea. Il tracciato si svolge a quote fino a 1400 m sul mare.

Il tipo di palo, sempre ad Y, è costituito da profilati zincati con aste tutte sciolte in modo da consentire il trasporto a dorso di mulo o anche a braccia.

Le fondazioni sono del tipo senza conglomerato cementizio anche a causa della deficienza di acqua e di materiali lapidei idonei.

Anche in questo tronco, oltre alle consuete ipotesi di calcolo, si è considerato un sovraccarico eccezionale di 2 kg/m. Nelle zone soggette a forti formazioni di ghiaccio si è aumentato tale sovraccarico fino ad un massimo di 12 kg/m.

Le caratteristiche dell'isolamento e dei conduttori sono uguali a quelle del tronco Torino-Arquata.

Mario Brunetti

Torino - Azienda Elettrica Municipale.

a Giancarlo Vallauri

Una pagina di storia dell'industria elettrica italiana

La rassegna della vita della SIP dall'inizio fino a tutto il 1951 mette in evidenza il periodo della rinascita (1933-1945), che va sotto il nome di « gestione Vallauri ».

Onorare Giancarlo Vallauri con una serie di memorie e di studi nella circostanza in cui deve lasciare l'insegnamento, il che è certamente di dolore per Lui e di grande rammarico per tutti quanti, amici e discepoli, Lo conobbero nella scuola Maestro di vita e di scienza, è iniziativa assai commendevole.

Per le persone di scienza che vi contribuiranno, detta collana di memorie e di studi riuscirà di elevato valore e, promosso dalla ammirazione e dalla riconoscenza, ne risulterà il doveroso omaggio all'Uomo, illustre per tutta una vita di studio, di opere e di insegnamento, oltre che di esempio e di guida.

Pur sapendo di non poter offrire un contributo meritevole di affiancarsi al coro maestoso degli altri, ho accettato di partecipare all'iniziativa sembrandomi che in questa occasione non dovesse essere dimenticato un aspetto particolare della personalità del Vallauri, che ad un certo momento e per un ciclo operoso di anni ha saputo eccellere nella guida di un organismo industriale uscito da una grave crisi e portarlo sulla via del consolidamento prima e di rinnovate e sempre più ampie affermazioni poi.

Si tratta della Società Idroelettrica Piemonte SIP, di cui il Vallauri fu messo a capo nel 1933.

E delle due alternative, tracciare un quadro dell'attività industriale di Giancarlo Vallauri oppure esporre la storia della SIP nelle varie fasi del suo sviluppo, comprendendovi nella continuità del tempo anche quella del Vallauri, mi sono attenuto alla seconda nel pensiero che possono fornire utili

insegnamenti anche le vicende di una azienda di oltre cinquant'anni di vita e la messa in luce delle difficoltà tecniche ed economiche da superare nella conduzione di un importante organismo industriale.

La storia della SIP risale al principio del secolo, ossia alle origini dell'industria elettrica che appunto negli anni immediatamente precedenti al 1900 cominciò a prendere consistenza per iniziativa di uomini lungimiranti, i quali videro nella nuova energia il mezzo per un più rapido e maggiore sviluppo dell'industria e del progresso civile.

L'Elettrochimica di Ponte San Martino.

Infatti nel 1899, con capitali nazionali e stranieri, si costituì la Società Elettrochimica di Ponte San Martino per derivare dalla Dora Baltea fino a 30 mc e generare una potenza di 4000 HP da utilizzare per produzione elettrochimica di carburo di calcio e della barite.

La centrale è quella di Carema, tuttora in servizio, che entrò in funzione il 21 settembre 1901.

Pur mantenendo le finalità elettrochimiche, fin dagli inizi si vide l'opportunità e l'importanza di estendere l'attività alla distribuzione dell'energia elettrica e per questo si conclusero accordi con la Amministrazione Comunale di Biella per un impianto capace di fornire l'illuminazione alla Città e ai privati, e con un Consorzio di Industriali per l'elettrificazione della Valle Mosso.

Le linee alla tensione di 15 kV furono subito costruite e già nel 1902 lo sviluppo dell'alimenta-