

8. - Alternatore ad alta frequenza.

L'impianto dell'alternatore ad alta frequenza fu previsto dapprima secondo uno studio fatto appositamente ex novo e una ditta costruttrice nazionale aveva assunto l'impegno di fornirlo, dopo avere con successo costruito e fornito un alternatore di prova da 6 kW. Per ragioni di opportunità l'Amministrazione della Marina ritenne a suo tempo conveniente rinunciare alla diretta esecuzione anche di questa parte dell'impianto e di affidarla alla « Marconi's Wireless », la quale a sua volta acquistò il gruppo presso la Société Française Radio Electricque. Il gruppo, ora in corso di montaggio, appartiene al tipo ben noto degli alternatori Latour-Bethenod (costruiti dalla Société Alsacienne di Belfort), che si sono diffusi nelle molte stazioni, di cui l'abile iniziativa della Compagnie Générale Radiotélégraphique ha saputo accaparrarsi la fornitura e l'esercizio non solo nella metropoli e nelle colonie francesi, ma anche all'estero. Trattasi, come è noto, di un alternatore a ferro rotante, con dentatura

fra loro nel modo indicato dallo schema (fig. 13). Raggruppate a 2 a 2 esse alimentano i 4 primari di un trasformatore di oscillazioni, di cui l'unico secondario è in serie con l'antenna. La manipolazione è fatta per chiusura in corto circuito. Nella linea di terra sono inseriti un dispositivo per la misura dell'intensità e della frequenza ed un interruttore con motorino di comando, per il passaggio dell'antenna su un circuito di ricezione. Anche l'alternatore ha bisogno di essere refrigerato, sebbene, per diminuire le perdite, il rotore sia fatto girare in un'atmosfera rarefatta, tenendo chiusa la carcassa e facendo agire una pompa a vuoto. (Il vuoto non deve essere troppo spinto per evitare l'innescamento di scariche attraverso l'aria, troppo facilmente ionizzabile). La refrigerazione si ottiene mediante circolazione d'olio così nello statore come nel rotore. Altro olio sotto pressione viene inviato a provvedere di lubrificazione forzata i cuscinetti. Le pompe di circolazione dell'olio, coi relativi motori, filtri e refrigeratori per l'olio stesso, la pompa del vuoto col suo motore, le condotte di circolazione dell'acqua e dell'aria, fredde e calde, e le canalizzazioni

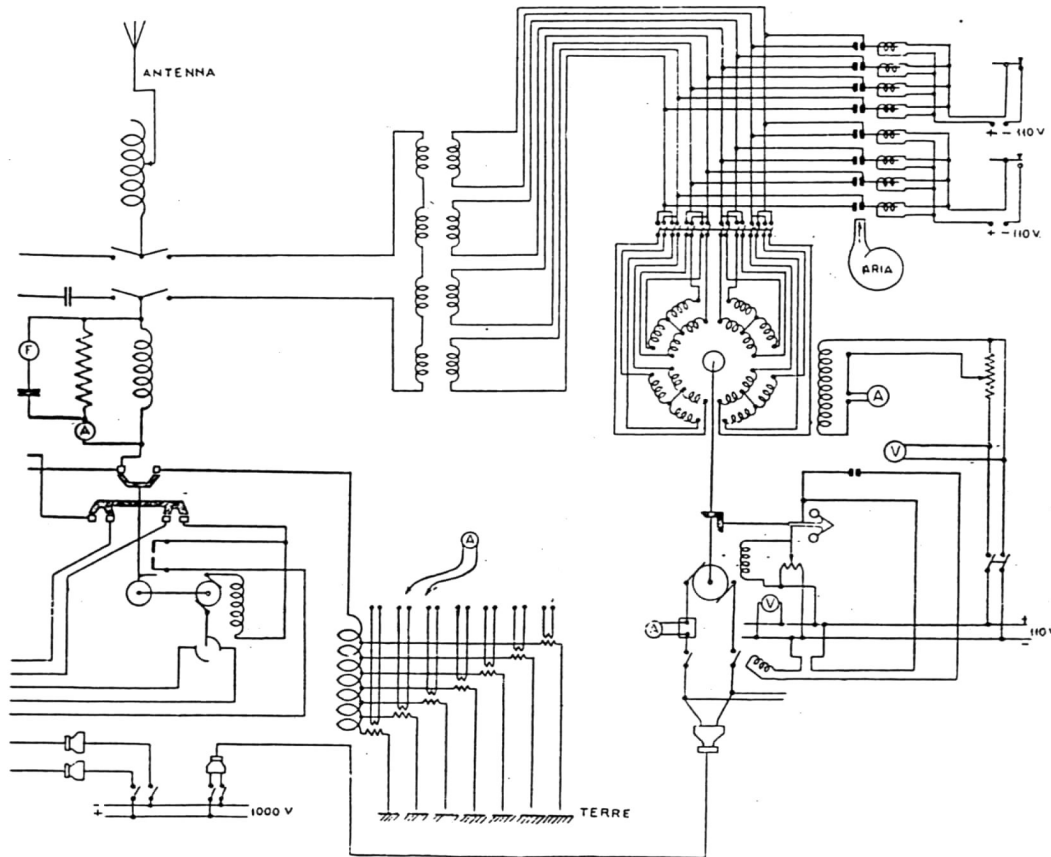


Fig. 13. — Schema dell'impianto dell'alternatore ad alta frequenza.

laminata così nello statore come nel rotore. Il tipo di Coltano è quello da 200 kW che negli ultimi esemplari è stato portato, con qualche perfezionamento fino a 250 kW. Esso è costruito per frequenza di 18 750 periodi al secondo, ossia per lunghezza d'onda di 16 000 m, con velocità di rotazione di 2700 giri al minuto; ma può essere regolato anche per velocità e quindi per frequenze alquanto diverse. Il problema dell'eliminazione del calore che si svolge nel gruppo è particolarmente difficile.

Il motore, a corrente continua, 1000 V, è comandato dalla dinamo principale attraverso due regolatori automatici, uno per l'avviamento, l'altro per il funzionamento normale, ed il suo schema di inserzione comprende anche i reostati di regolazione automatica di velocità, i dispositivi di blocco e di sicurezza contro il pericolo di velocità eccessiva e quelli per frenamento elettrico. Esso abbisogna di una energica ventilazione; l'aria fresca viene aspirata dall'esterno attraverso una batteria di filtri sistemati in apposito casotto, l'aria calda è spinta in una condotta che sbocca all'esterno.

L'alternatore ha l'avvolgimento frazionato in 8 sezioni, collegate

elettriche formano un'insieme così complesso, che si ritiene conveniente dividere i locali destinati a questa parte dell'impianto in due piani distinti e collocare in quello superiore il gruppo e i quadri di comando e di manipolazione e il trasformatore di oscillazioni, lasciando al piano inferiore tutto il resto del macchinario e delle condutture.

9. - Distribuzione dei locali della nuova Radio.

L'insieme dei macchinari e degli apparecchi descritti è stato collocato nei vari locali del fabbricato nel modo di cui si è già dato cenno nel § 3 e che risulta dalle fig. 4, 5 e 6. L'ingresso, il corridoio, la sala macchine, la sala archi, la cabina, il magazzino, l'officina, le latrine hanno il pavimento a quota 3,75 sul mare. L'altezza dei vani maggiori è di 8 m e permette i lavori di montaggio e di smontamento dei macchinari, agevolati anche dalla presenza di grandi porte di accesso e di due carri-ponte della portata di 8 tonn, sistemati uno nella sala macchine, l'altro nella sala dell'alternatore. Il locale destinato a quest'ultimo impianto è diviso, come si è detto, in due

piani da un solaio con pavimento a quota 5,90. L'ampio vano è stato progettato in maniera da riservare il posto per un'altra installazione

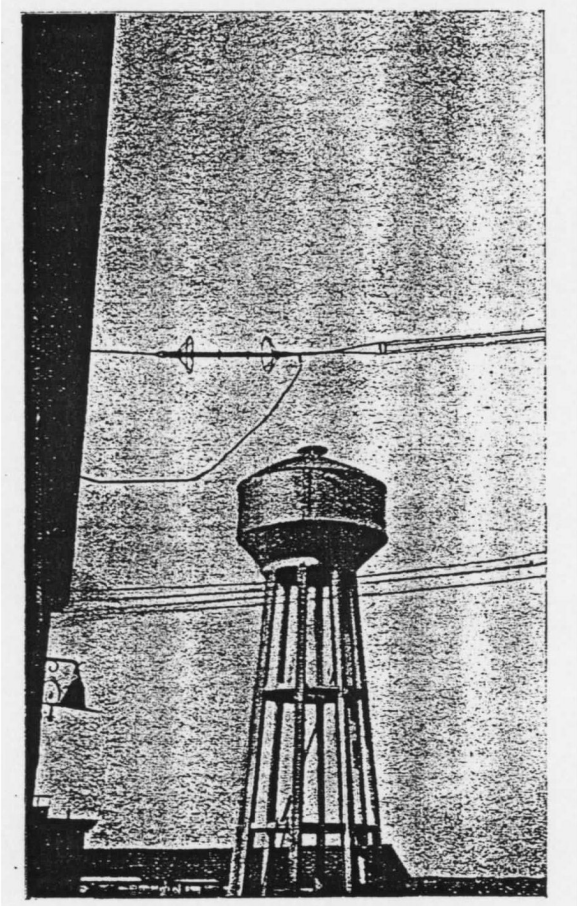
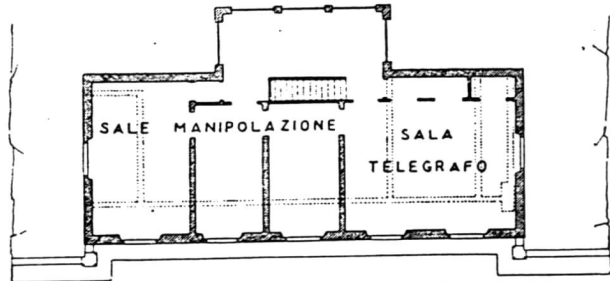


Fig. 14. — Serbatoio idraulico da 60 tonn. e iscatore di ritenuta della coda.

identica o anche di maggior potenza; e ciò allo scopo di permettere in avvenire sia di passare tutto il servizio normale sugli alternatori,

un apparecchio convertitore a triodi, quando questo sistema si dimostrasse maturo per un tale impianto.

Alla stessa quota di 5,90, a cui si trova il piano sopraelevato nel locale alternatori, sono i tre ambienti nell'angolo sud est del fabbricato, l'uno destinato a servire come sala per conferenze ed esperimenti, gli altri due per uffici. I locali sottostanti al piano di quota 5,90 sono a quota 3,25 e comprendono i locali dei meccanismi ausiliari dell'alternatore e le sale per gli accumulatori. Si può accennare che il solaio al di sotto del trasformatore di oscillazioni ed in tutta la zona invasa da campi oscillatori intensi è stato costruito mediante un sistema di pilastri e di volte in muratura, per evitare l'impiego di membrature metalliche. Sopra il magazzino, l'officina, l'ingresso e le latrine, per le quali l'altezza di 8 m era superflua, è stato rica-



SCALA 0 1 2 3 4 5 METRI

Fig. 15. — Pianta del primo piano.

vato un ammezzato che contiene uffici di segreteria e locali di deposito.

Tutte le connessioni elettriche, all'infuori di quella parte del circuito luce che si svolge nei locali più lontani dai campi oscillatori, sono in cavo sotto piombo. Le canalizzazioni, per la parte più importante del fabbricato, corrono in cunicoli praticabili, che accolgono anche tutte le altre condutture di acqua, aria, gas, ecc. e servono altresì, per mezzo di sbocchi esterni, a scopi di ventilazione.

10. - Impianto idraulico.

L'impianto idraulico doveva innanzi tutto soddisfare alle esigenze imposte dal fabbisogno di acqua di circolazione così per i convertitori ad arco, come per il macchinario ad alta frequenza. Il fabbisogno massimo previsto è di circa 200 litri al minuto. A ciò si è provveduto con l'acqua del vicino palude e precisamente con quella di una antica grande vasca esistente a sud-est del fabbricato principale, verso cui convergono alcuni canali e che non si è mai prosciugata neppure

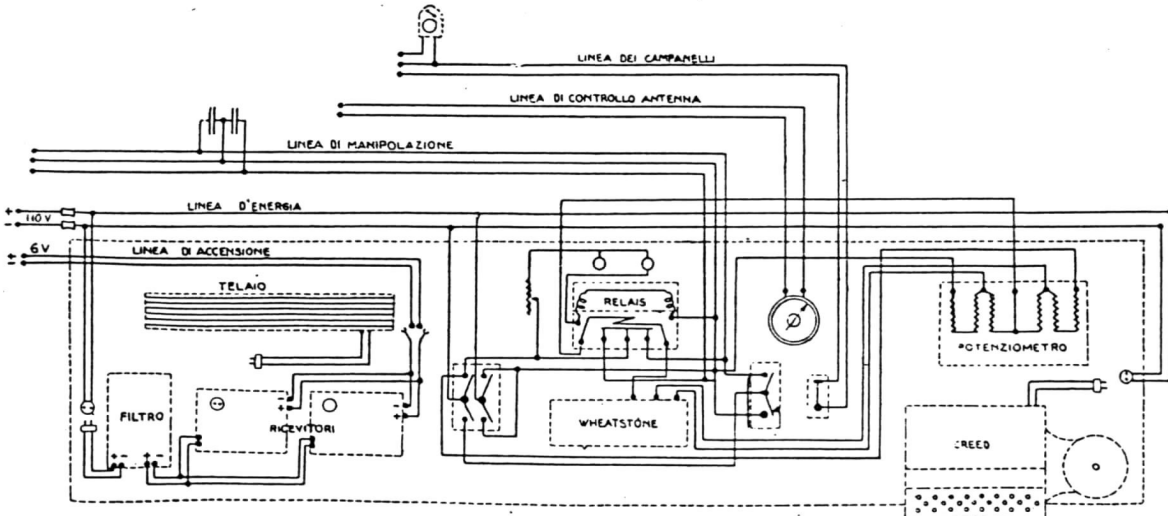


Fig. 16. — Tavolo di manipolazione della radio continentale ICI.

sta di accrescere la potenza dell'impianto proporzionalmente ad un eventuale aumento dell'estensione dell'antenna, sia infine di sistemare

nei più lunghi periodi di siccità. Di là, attraverso a un breve canale e ad un filtro a ghiaia, l'acqua perviene in una vasca di decantazione di

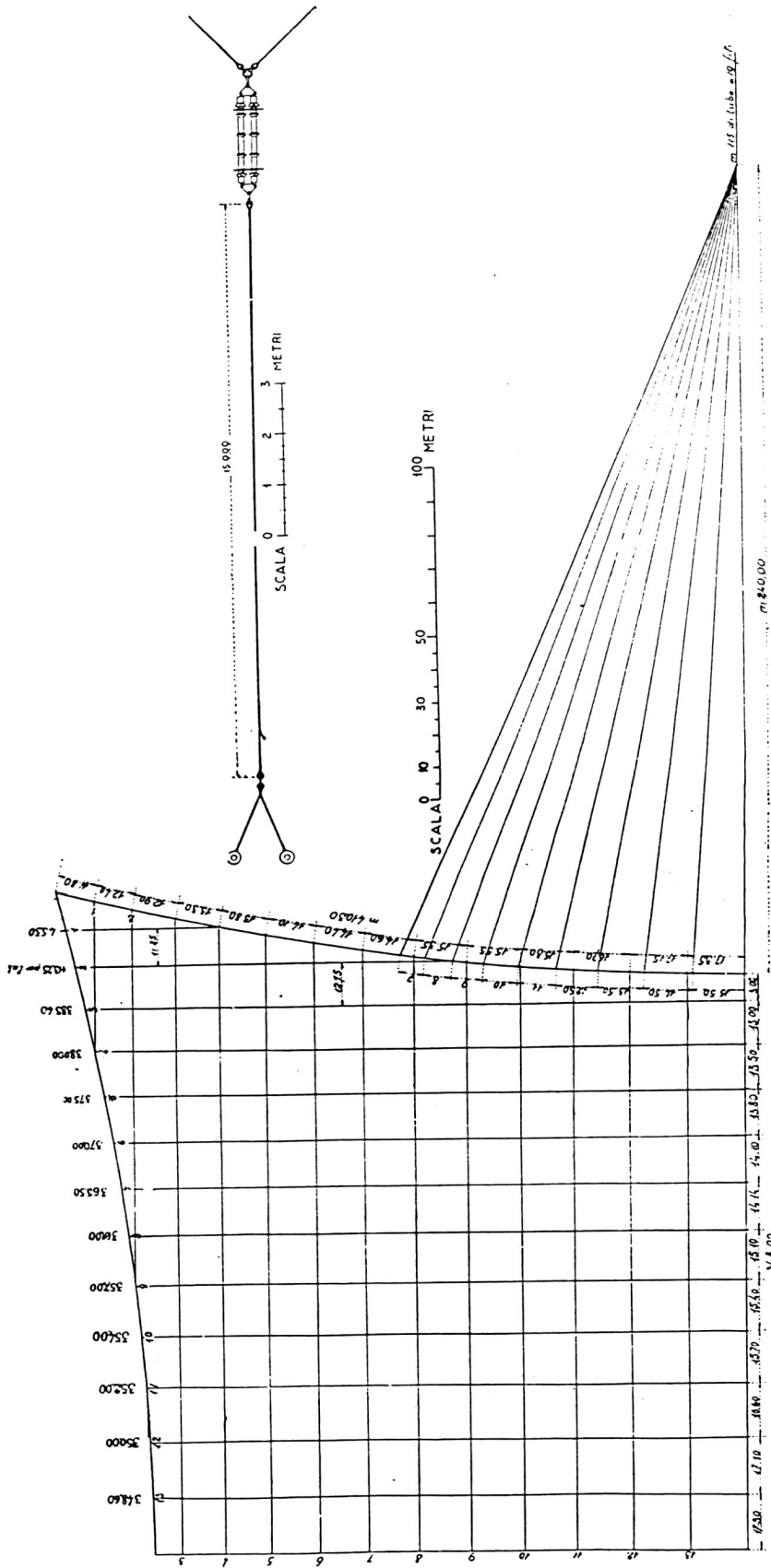


Fig. 17. — Reticolato della grande antenna e penzolo di attacco al pilone.

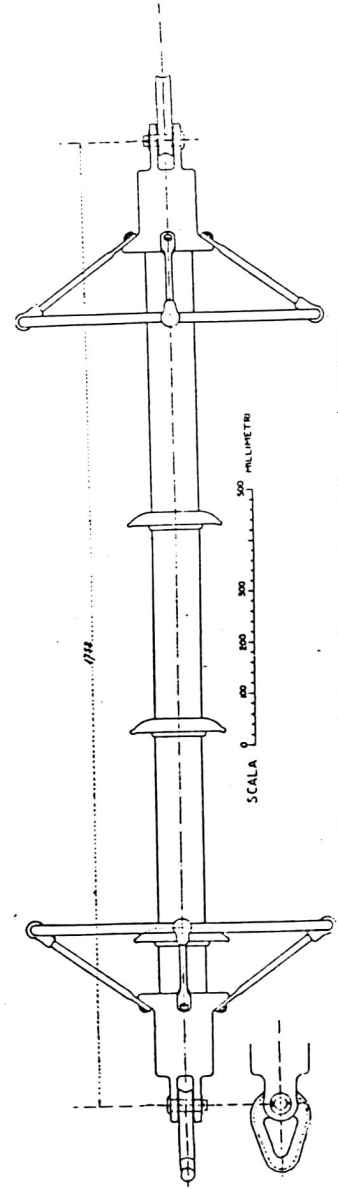


Fig. 18. — Isolatore di sospensione della grande antenna.

m 23 x 12.80 (coperta da una leggera tettoia in cemento armato), che immette in un canale coperto e nel pozzo di aspirazione delle pompe. Queste sono due, eguali, con motore trifase 220 V 50 periodi e sono capaci di erogare 1000 litri al minuto con una prevalenza di 25 m. Esse sono sistemate nella sala macchine in un vano a quota più bassa (da cui si accede ai cunicoli), allo scopo di meglio garantire l'innescamento. Normalmente la mandata delle pompe immette nella

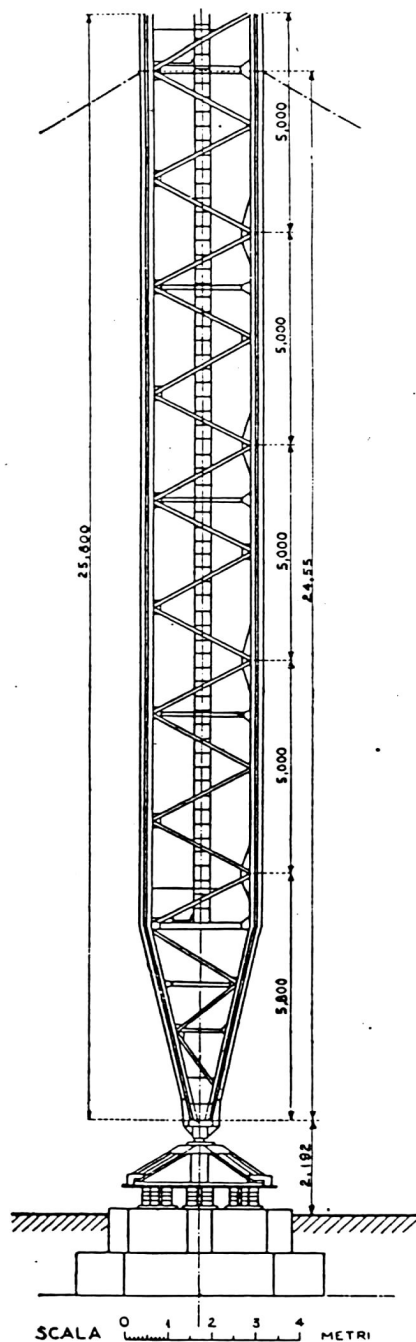


Fig. 19. — Basamento, reppiede, cerniera e tronco inferiore di traliccio

tubazione che carica il serbatoio in cemento armato (fig. 14) della capacità di 60 m³ e con quota di fondo m 16,50. Dal serbatoio parte una tubazione di erogazione (in cui si può immettere direttamente, all'occorrenza, la mandata delle pompe), che alimenta, non solo le derivazioni principali per la circolazione negli archi e nei macchinari dell'alternatore, ma anche le prese per incendio in prossimità del fab-

bricato principale. Essa può essere collegata attraverso una saracinesca, con la tubazione generale dell'acqua di lavanda, che corre lungo la strada centrale da un estremo all'altro dell'impianto e si dirama a ciascuno dei fabbricati, alle prese di incendio e ai circuiti refrigeranti degli apparati della vecchia radio. Di regola la saracinesca è chiusa e questa tubazione è alimentata a parte da un altro serbatoio della capacità di 35 m³ costruito sul tetto della casermetta con quota di fondo 16. Esso viene rifornito da due pompe a comando automatico, collegate con un pozzo appositamente scavato (§ 17).

All'acqua potabile si è provveduto, in seguito ad opportuni accordi, prolungando la diramazione eseguita dall'Opera dei Combattenti per i Palazzi di Coltano ed alimentata dall'Acquedotto del Comune di Livorno, proveniente da Filetote.

11. - Sala telegrafica e sale di manipolazione.

Il piano superiore del fabbricato principale è destinato all'ufficio telegrafico e agli apparati di manipolazione radio (fig. 15). È costituito

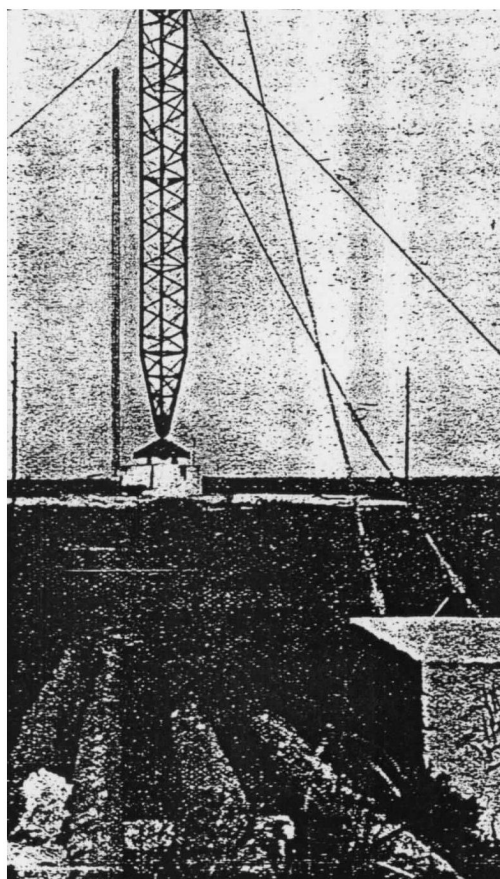


Fig. 20. — Tratto inferiore del pilone N. 4 e pilone N. 2.

da un ingresso a vetrate, per mezzo del quale si accede anche alla terrazza, e da quattro locali distinti e comunicanti, forniti di un sistema di piccoli cunicoli nel pavimento per le connessioni elettriche. In questi locali si è voluto riunire tutto il personale telegrafista e radiotelegrafista e tutta la condotta del traffico, non solo della radio transcontinentale, ma anche della radio continentale e di quella coloniale, i cui apparati si trovano nel fabbricato del vecchio impianto. Il capo della stazione (o per esso il capoturno di servizio) deve poter dirigere e seguire tutto l'andamento dell'impianto, senza allontanarsi dal suo posto. Presso il macchinario deve restare il solo personale elettricista, avvertito per mezzo di segnalazioni elettriche delle manovre da eseguire per l'avviamento, l'arresto e la regolazione degli organi e degli apparati ad esso affidati. L'ufficio centrale, anziché nel fabbricato stesso della radio, si sarebbe anche potuto costituire, con le stesse funzioni, in luogo relativamente lontano, per es. a Pisa, nell'immediata vicinanza di quell'ufficio telegrafico. Tale soluzione, sotto parecchi aspetti più razionale e conveniente, non fu adottata per le notevoli spese che i collegamenti e l'ufficio avrebbero ri-

chiesto, e che non sarebbero state giustificate a cagione dell'incertezza sull'assetto definitivo dell'impianto.

La sala telegrafica comprende un quadro principale a caviglie, tre apparati Hughes e due Morse, e comunica con due piccoli locali attigui per le batterie di pile e di accumulatori. In essa sboccano, oltre alle linee di energia a corrente continua e alternata per i vari servizi, anche un cavo telegrafico per il collegamento colla rete nazionale dei telegrafi, due cavi telegrafici e di segnalazione per il collegamento con la radio coloniale e continentale e il cavo di manipolazione della radio transcontinentale. Il cavo telegrafico è un cavo aereo sotto piombo a 10 coppie; esso è disteso dalla Radio verso levante fino alla strada del Caligi (fig. 1), al di là della quale si prolunga in una linea telegrafica ordinaria che si ricollega al fascio principale presso Vicarello. Erano stati progettati numerosi collegamenti (in proporzione col numero di coppie del cavo) per agevolare il rapido inoltrato dei telegrammi da e per Coltano, ma in via provvisoria essi furono limitati a due linee dirette con Roma e Milano, servite da apparati Hughes, e a due linee con Livorno e col Centro ricevente per l'inoltrato delle note, servite da apparati Morse. I due cavi di segnalazione fra le due radio sono da otto coppie ciascuno. Essi servono per le comunicazioni di servizio col personale elettricista destinato agli apparati della vecchia radio, per le linee di manipolazione, per i campanelli di segnale, per le linee dell'apparecchio di controllo della corrente di antenna, ecc. L'esecuzione dell'impianto telefonico per le comunicazioni fra i vari locali e fabbricati di tutto il centro fu a suo tempo sospesa.

valore proposto. Messa a calcolo una tensione di 70 000 V con lunghezza d'onda di 16 000 m risulta necessaria una capacità di circa 25 m μ F.

Assunto questo valore per la capacità statica, fu studiata la forma dell'antenna. Se per valori più elevati di capacità, si sarebbe potuto discutere circa la convenienza di dare all'antenna una forma più o meno allungata, in questo caso, tenuto anche conto della disponibilità di terreno, s'imponeva quasi da sè la soluzione, che fu effettivamente prescelta. Essa consiste nell'adozione di un'antenna in forma di grande reticolato quadrilatero, sostenuto da quattro piloni eguali e collegato con la stazione per mezzo di una discesa a ventaglio, fissata ad uno dei lati. La forma prescelta è anche quella che meglio si presta, mediante l'aggiunta di successive coppie di piloni di seguito ai primi, ad effettuare quell'ulteriore eventuale ampliamento, di cui si volle mantener sempre libera ed agevole la possibilità. Uno studio preventivo, eseguito sulla scorta dei metodi proposti dal Howe (*), permise di prevedere che la voluta capacità si sarebbe raggiunta dando al quadrato delle basi dei piloni un lato di m 420, e ponendo la stazione a m 250 dal lato più prossimo. Nacque così la distribuzione in pianta rappresentata dalla fig. 1. Le misure eseguite nel 1923 hanno dato per la capacità statica di antenna il valore di 25,0 m μ F.

Per il tipo di reticolato di antenna si ritenne, in base all'esperienza raccolta nella Radio Roma, di poter continuare a servirsi della corda di bronzo fosforoso ad alta conducibilità, di diametro circa 3,5 mm, (7 fili di mm 1.2) rinforzando il reticolato con quattro

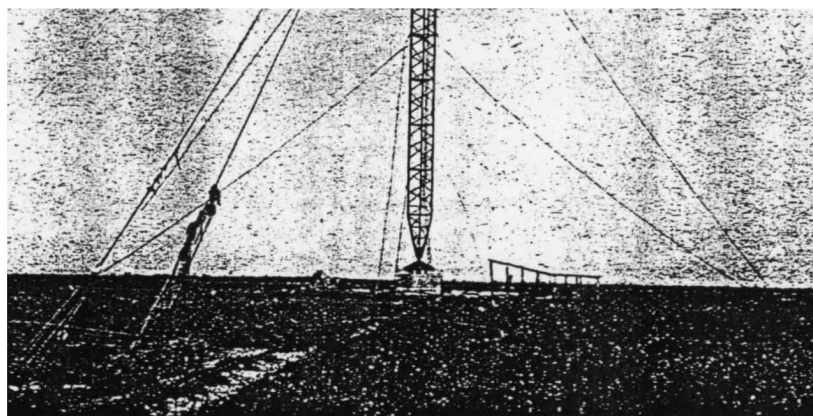


Fig. 21. — Tratto inferiore del pilone N. 2.

I tre rimanenti locali del primo piano, oltre la sala telegrafica, sono destinati alla manipolazione delle trasmissioni (simultanee) da parte delle tre antenne del Centro. La manipolazione è eseguita automaticamente mediante macchine Wheatstone. La preparazione delle striscie è fatta coll'aiuto di perforatrici Creed. L'operatore che sorveglia il funzionamento della Wheatstone, ha sott'occhio il testo del telegramma in corso di trasmissione e, coll'aiuto di un ricevitore e di una cuffia telefonica, verifica continuamente che la perforazione sia corretta e l'emissione e la manipolazione regolari. Per di più l'operatore può verificare continuamente che la corrente di antenna sia quella prescritta, mediante un apposito indicatore. In caso di avaria al relais o di irregolarità o errori nella striscia, si può passare immediatamente alla manipolazione a mano, mediante semplice inversione di un commutatore. Come esempio si riporta lo schema del tavolo di manipolazione per la stazione continentale ICI (fig. 16).

12. - Antenna.

La parte forse più interessante del centro di Coltano è quella che riguarda il padiglione aereo o antenna. Per il servizio col Nord America, posto a base dei calcoli, si ritenne necessario un coefficiente di efficacia di almeno 35 000 metri-ampere (*). Contrariamente alle tendenze che allora si manifestavano in America, ma concordemente con quelle seguite anche da altri in Europa, si ritenne conveniente adottare piloni di sostegno dell'altezza di 250 m. Presumendo un'altezza di radiazione di almeno 165 m, bastava allora una intensità efficace di 212 A di corrente di antenna per raggiungere il

corde terminali e con due interne in croce, tutte in cavo d'acciaio (draglie) (fig. 17). Tutti i fili di antenna sono assicurati alle draglie e fra loro mediante robuste legature in filo di bronzo. I fili della coda (a ventaglio) sono 19; di essi i due più esterni sono rinforzati, perchè costituiti da 4 fili ordinari legati insieme. L'apertura del ventaglio è limitata alla parte centrale della draglia sud per mantenere i fili della coda ben lontani dai controventi dei due piloni più prossimi. Sono tuttavia completate le connessioni in filo di bronzo dai fili della coda a tutti i conduttori che partono dalla draglia sud. La lunghezza del ventaglio è sufficiente per permettere di farne discendere il vertice fino a terra senza abbassare gli attacchi superiori. Dal vertice del ventaglio alla parete nord della stazione, la coda di antenna si prolunga (a questo riguardo il disegno da cui è stata ricavata la fig. 2 è inesatto) con un conduttore tubolare lungo m 115 e costituito da 19 fili di aereo tenuti a distanza da anelli di rame del diametro di 20 cm. I punti di attacco esterni dell'antenna sono perciò cinque, di cui quattro al vertice dei piloni ed uno alla ritenuta della coda contro il fabbricato. Il peso totale dell'antenna si avvicina a 4 tonnellate. Tenuto conto della tensione iniziale di montaggio (con atmosfera calma) calcolata in tonn 4 per ogni vertice, della superficie di reticolato esposta al vento e di una pressione massima di questo, pari a 300 kg/m² su superficie piane, si è calcolato lo sforzo massimo di tensione che l'antenna può esercitare sul vertice di un pilone. Questo sforzo risulta di 10 tonn circa.

L'isolamento dell'antenna dai sostegni è stato affidato ad isolatori del tipo cilindrico o a bastone, in cui cioè la porcellana è sollecitata a trazione. Il tipo di isolatore adoperato risulta dalla fig. 18; ogni

(*) *L'Elettrotecnica*, 25 settembre 1923, Vol. X, N. 27, pag. 650, e Pubblicazione N. 26 dell'Istituto E. e R. T.

(*) *The El.*, 28 agosto e 4 e 11 sett. 1914 vol. 73 pag. 829 e seg. e 17 sett. 1915 vol. 75 pag. 874.

esemplare fu sottoposto a una prova di trazione di 5 tonn. Per la sospensione dei vertici dell'antenna si prescelse un tipo di attacco binato con due isolatori collegati da traverse a snodo (fig. 17). Il sistema deve quindi reggere fino alle 10 tonn previste nel caso di vento massimo eccezionale; esso costituisce altresì una valvola di sicurezza

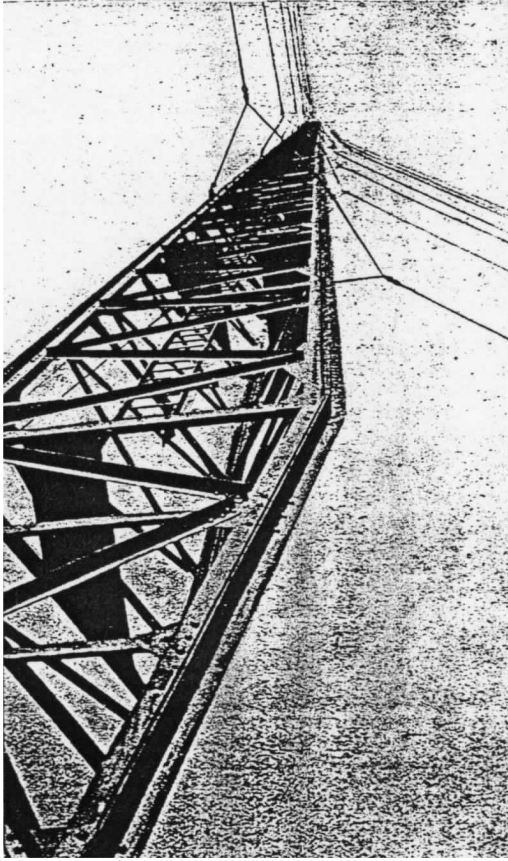


Fig. 22. — Un pilone visto dal basso.

meccanica, in quanto che, in caso di sollecitazioni anormali, dovrebbe essere il primo a rompersi, evitando i danni molto maggiori che le sollecitazioni stesse potrebbero produrre sui piloni. Sulla ritenuta della coda è stato sistemato un altro isolatore del medesimo tipo (fig. 14). A partire dall'attacco di esso l'antenna si prolunga in un fascio di fili e poi in un tubo e perviene all'isolatore di passaggio in porcellana, sostenuto da due ampie lastre di vetro, la cui intelaiatura è fissata nella parte più alta della grande apertura di accesso dall'esterno alla sala archi. Tutti gli isolatori di sospensione sono forniti di anelli di guardia per migliorare la distribuzione del potenziale elettrico.

13. - Piloni di 250 metri.

I dati principali per il calcolo dei piloni sono costituiti, oltre che dalla tensione esercitata dall'antenna, sia in riposo, sia col massimo vento, anche dall'ipotesi della pressione del vento su tutto il pilone e sui suoi controventi e dallo spostamento che si ammette debba subire il vertice nella condizione di sollecitazione massima. Sono invece variabili entro certi limiti altri dati assai importanti, quali il numero dei controventi o stralli, il tipo di struttura metallica, la distanza degli ancoraggi dalla base, la creazione di cerniere intermedie, ecc. Si ammise che la pressione massima, che il vento avrebbe potuto esercitare sul pilone, variasse linearmente dalla base al vertice da 100 a 300 kg/m². Si ammise altresì che in queste condizioni il vertice del pilone dovesse spostarsi di 2 m dalla sua posizione di riposo. L'ipotesi di uno spostamento così ampio è naturalmente accompagnata dalla condizione che il pilone si sposti restando rettilineo (a meno che non vi siano cerniere intermedie, ciò che in questo caso si era escluso) e che il suo appoggio alla base

sia a cerniera. La scelta di questo appoggio, che è stato realizzato con un perno sferico e relativa calotta, ambedue in acciaio fuso, permise altresì di studiare il sistema in modo tale da consentire l'isolamento dei piloni da terra. La questione della convenienza o meno di tale isolamento è stata più volte discussa, e può considerarsi ancor oggi non del tutto risolta.

È da ritenersi che, ove non si incontrassero eccessive difficoltà tecniche ad effettuare un isolamento veramente buono della base dei piloni, esso sarebbe più conveniente che non la messa a terra diretta, ma che questa sia invece assai preferibile ad un isolamento imperfetto e mutevole con le condizioni atmosferiche. Il treppiede (figure 19, 20 e 21), che porta il perno sferico, può essere poggiate su tre gruppi composti ciascuno da quattro colonne di isolatori di porcellana del tipo a cilindro schiacciato e leggermente rigonfio (a forma di formaggio). Ogni colonna deve comprendere quattro di tali isolatori, separati da dischi di materiale plastico, quale il piombo o meglio (secondo i risultati delle prove effettuate e indipendentemente dalla questione della durata) il legno santo. Nell'attesa di avere una serie di isolatori provati meccanicamente in modo del tutto sicuro ed in ogni caso per non cimentarli durante il lavoro di montaggio, si misero inizialmente in opera, in luogo dei gruppi di quattro colonne di isolatori, altrettanti blocchi di granito di eguale altezza. Sono previsti appositi martinetti per sollevare di poco il treppiede ed eseguire la sostituzione degli isolatori ai blocchi di granito, i quali hanno dimostrato di non dare un isolamento elettrico abbastanza elevato e di richiedere quindi la connessione alla terra dei piloni. In queste condizioni l'altezza di radiazione, misurata sull'onda di m 10 750, è risultata di 165 m.

Quanto al tipo di struttura fu scelto quello triangolare, perchè, permettendo l'uso di tre sole famiglie di controventi (stralli), in tre piani distanti di 120° fra loro, consentiva (nel caso di quattro soli piloni) di tenere gli stralli ben lontani dalla proiezione dell'antenna sul piano orizzontale. Dopo vari studi di massima risultò più conveniente, come dimensione laterale della sezione a triangolo del trave a traliccio, quella di m 2,50 (fra i centri delle nervature) e ciò in relazione col numero di controventi prescelto. Per questo numero è stato adottato un valore abbastanza alto e cioè di 12 per ogni famiglia, ossia di 36 per ogni pilone, oltre uno speciale strallo suppletivo al vertice di ogni pilone per controbilanciare lo sforzo dell'antenna. Un

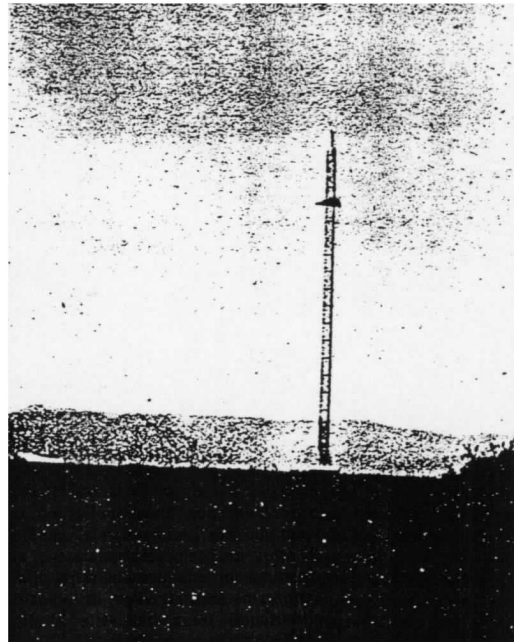


Fig. 23. — Il pilone N. 3 durante il montaggio.

numero rilevante di stralli permette di ridurre la lunghezza dei tronchi liberi e quindi di rendere più leggero ed economico il pilone, e permette altresì (insieme con la posizione degli ancoraggi relativamente lontana dalla base) di usare per gli stralli, cavi di acciaio di moderate dimensioni, più economici anch'essi, più maneggevoli e più adatti ad essere frazionati mediante isolatori. I tronchi liberi sono 12 e la