

IN RICORDO DEL WORLD TRADE CENTER E DELLE TWIN TOWERS

DIEGO DANIELI

Studio Associato Vio – Venezia

A quasi otto mesi dal tragico evento, che ha cambiato la vita di noi tutti, anche se sembrerà retorica, su quasi tutte le riviste tecniche sono state pubblicate molte memorie che vanno dalla costruzione del Torri Gemelle, fino alla dinamica del loro crollo. Le stesse memorie hanno diviso le parti in chi provava sdegno nel ricercare a tutti i costi una giustificazione scientifica dell'evento e chi, come chi scrive, ha accettato e ha letto gli articoli anche se con amarezza in quanto ogni volta il pensiero si riporta a quelle terrificanti immagini dell'undici settembre. Tutto questo per dire che al di là dello sdegno e del profondo rispetto per le vittime e per la tragedia che il mondo americano ha vissuto, e nel ricordare che l'America stessa è un pò la patria del mondo del condizionamento, di seguito è riportata una breve memoria degli impianti che servivano il World Trade Center.

Premessa

Il World Trade Center era il cuore finanziario di New York. Il complesso era un' autentica città nella città: ospitava quattro borse centinaia di uffici commerciali, bancari e governativi. Eppoi alberghi, ristoranti, negozi, un centro medico, una stazione di polizia. Vi lavoravano 60 mila persone.

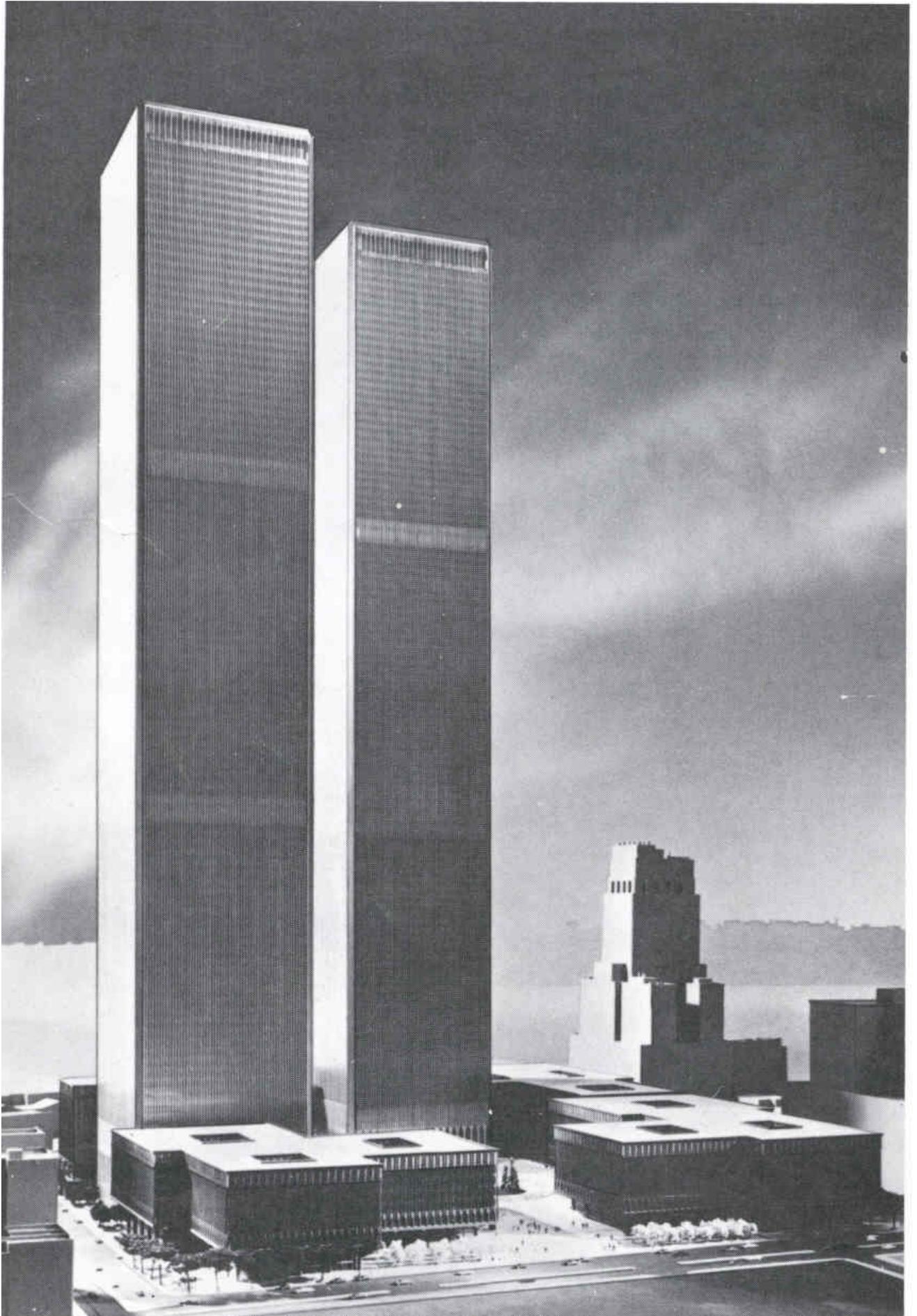
I due edifici più famosi del complesso erano le Torri Gemelle, due grattacieli alti 110 piani, tra le mete preferite dai turisti di New York. Le Torri sono state per alcuni anni il complesso più alto del mondo, primato poi conquistato dal grattacielo Sears a Chicago.

Quando nel 1973 furono edificate, le torri come detto erano le più alte del mondo e per questo destarono molte perplessità. Quando all'architetto dell'opera Yamasaki Minoru fu posta la domanda "perché due torri di 110 piani ciascuna e non una di 220 piani?", rispose con ironia "volevo un progetto a misura d'uomo..."

Le dimensioni delle Torri Gemelle erano strabilianti se si pensa l'epoca della loro costruzione, composte da 110 piani sopra terra con una altezza di 417m e 415 m con un perimetro di 600x600 metri coprivano circa 418.600 m² di area per uffici, si pensi solo che al loro interno c'erano 23 ascensori express e 72 ascensori locali in ogni torre, il tutto assieme agli edifici minori che circondavano le torri a formare il World Trade Center trovava posto la Piazza Austin J. Tobin Piazza, 21,500 m² (la più grande in NYC). Iniziate nel 1966 e finite di costruire nel 1973, vennero inaugurate nel 1975 .

L'architetto giapponese Yamasaki, morto 15 anni fa all'età di 73 anni, fu scelto dalla Port Authority di New York, per studiare un progetto di forte impatto visivo. Aveva già progettato le torri Century Plaza di Los Angeles, delineando un'idea progettuale che seguiva le tendenze portate avanti da predecessori illustri come l'architetto tedesco Mies Van Der Rohe e il francese Le Corbusier. A Yamasaki fu successivamente associato l'architetto Emery Roth.

In ricordo del World Trade Center e delle Twin Towers



Cenno alla Struttura

Inizialmente il progetto prevedeva che le Torri Gemelle fossero meno alte, ma il parametro cambiò su pressione dei committenti che pensavano soprattutto all'utilizzo commerciale del centro. Per le fondazioni fu eseguito uno scavo di 23 m. di profondità; la terra sottratta fu utilizzata per il riempimento del vicino Battery Park City. Gli elementi prefabbricati di acciaio, prodotti sulla West -Coast, furono mandati a New York via mare. I prospetti sembravano essere formati completamente dalle 43.600 finestre, ma il vetro in realtà costituiva soltanto il 30% della superficie delle facciate; il resto era composto da colonne placcate di alluminio. Le finestre degli ultimi piani avevano un'ampiezza maggiore per offrire una migliore visuale del paesaggio; una macchina speciale per la pulizia dei vetri fu appositamente realizzata per salire lungo le strisce esterne. Per la costruzione delle torri fu utilizzato il sistema di struttura tubolare, oggi giorno molto diffuso. Gli architetti dovevano risolvere il problema della stabilità della costruzione, soggetta al carico eccessivo del vento; usando questo sistema tubolare, poterono effettuare un notevole risparmio nell'utilizzo dell'acciaio. L'integrità strutturale del World Trade Center dipendeva da due sistemi di pilastri verticali collegati fra di loro. Un nucleo interno di cemento armato trasmetteva soltanto carichi verticali, mentre, pilastri d'acciaio, con sezione rettangolare cava, erano disposti lungo il perimetro. Insieme a travi reticolari orizzontali, i pilastri d'acciaio creavano un sistema che assorbiva i carichi orizzontali soprattutto del vento. Le travi orizzontali sopportavano le lastre di cemento di ogni piano, e collegavano i due sistemi verticali evitando che i pilastri perimetrali cascassero esternamente. La distanza tra la struttura al perimetro e quella centrale arrivava a 20 metri. Con questo sistema, le torri Gemelle arrivavano ad essere gli edifici con una struttura di muri portanti più alta del mondo.

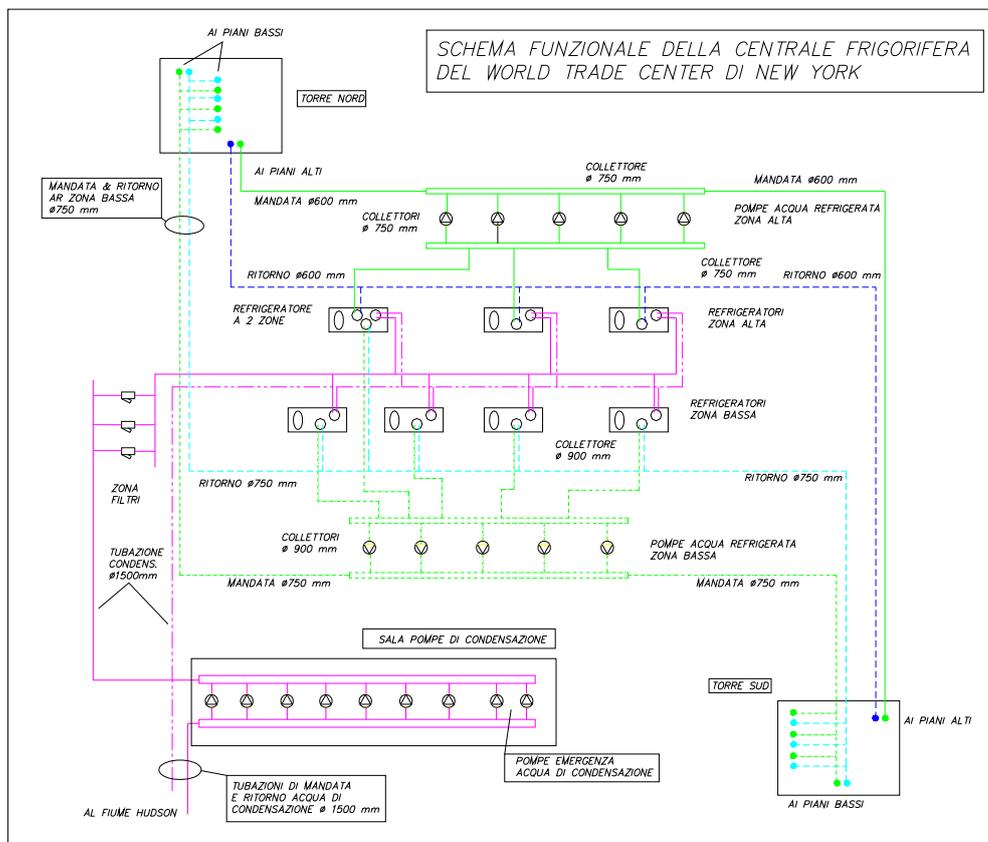
Gli Impianti di Climatizzazione

Nell'analizzare l'impianto di condizionamento che alimentava il World Trade Center e quindi le torri gemelle, conviene porre l'attenzione sui quattro punti principali e sicuramente innovativi per l'epoca a cui i tecnici hanno dovuto fronteggiare e risolvere.

I quattro punti consistevano nel fatto che: l'elevata potenza frigorifera in gioco ha portato ad eliminare le torri evaporative ed usare l'acqua del fiume Hudson, nell'uso di un gruppo refrigeratore speciale con due evaporatori per servire due zone a pressione diverse, nella

costruzione modulare di quasi tutte le condotte dell'aria ottenendo un sistema flessibile nonostante la notevole dimensione dell'opera, ed infine l'aspetto più importante nel fatto di aver dimensionato e progettato tutta la rete dell'acqua refrigerata e della distribuzione dell'aria capace di poter lavorare ad altezze elevatissime fuori dal comune.

La centrale frigorifera pensata dai progettisti a servizio del WTC è stata costruita sotto terra a -20 metri dal suolo e copriva un'area di circa 80 mila metri quadrati.



Le soluzioni dell'epoca portavano ad una tipologia di impianto di tipo frammentario con più centrali frigorifere a servizio delle torri gemelle in quanto non si rendeva tecnicamente fattibile l'uso di torri evaporative da installare in copertura. Tuttavia la razionalità di creare un'unica centrale di produzione dell'acqua refrigerata ha spinto i progettisti a creare un

sistema centralizzato a servizio del WTC creando una centrale in mezzo alle torri gemelle posta nel sottosuolo a -20 metri di profondità.

La potenza totale per il condizionamento dell'intero sistema era di 147 milioni di frig/h (170 MW) tale da rendere all'epoca il più grande impianto di condizionamento del mondo. Vista l'entità in gioco della potenza frigorifera le stesse torri evaporative risultavano di grandezza superlativa, il che ha portato i tecnici a pensare di utilizzare per la condensazione l'acqua del vicino fiume Hudson. Fatta questa scelta, che avvantaggiava anche l'aspetto esteriore delle torri gemelle, la scelta dei gruppi frigoriferi fu subito eseguita.

La potenza frigorifera delle Twin Towers era fornita da sette gruppi refrigeratori con compressori centrifughi della potenzialità di 21 milioni di frig/h (24 MW) .

Nello schema semplificato della centrale si nota come la linea di distribuzione dell'acqua refrigerata è stata suddivisa in due zone una di alta pressione per alimentare i piani più alti e una a bassa pressione per alimentare i primi piani delle torri gemelle. In questo modo vista la notevole altezza degli edifici si è evitato di pressurizzare l'intera linea di distribuzione.

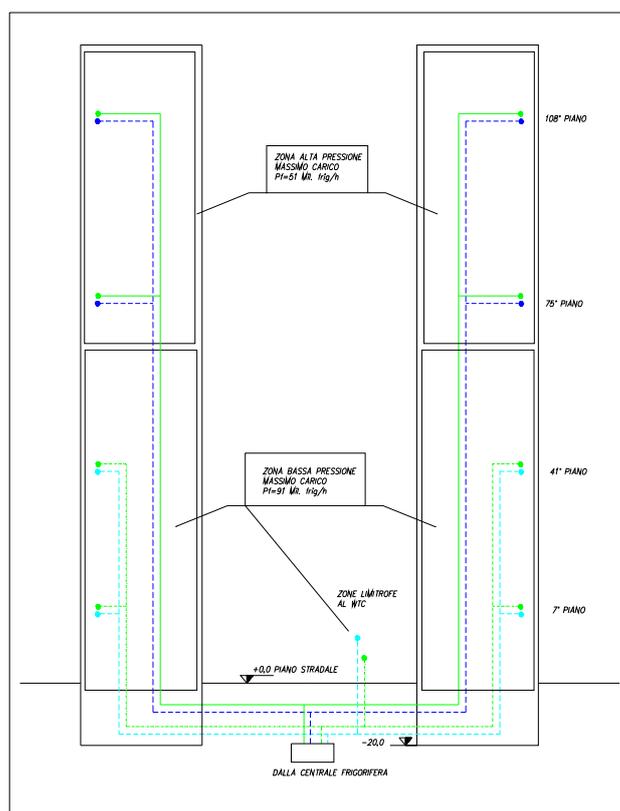
La potenza per coprire i primi piani e gli edifici attorno al WTC era di 96 milioni di frig/h (111.6 MW) mentre per alimentare i piani più alti servivano 51 milioni di frig/h (59.3 MW). Per poter suddividere come detto la potenza in gioco per le torri si è dovuto costruire un gruppo con due evaporatori in modo da garantire 9 milioni di frigorifici per la zona ad alta pressione e 12 milioni per quella a bassa.

Il sistema di pompaggio alimentava fino a 20 sottocentrali comprendenti anche parte degli edifici attorno alle torri gemelle, per le torri c'erano le sottocentrali al piano interrato, settimo e quarantunesimo per le zone a bassa pressione e le sottocentrali ai piani settantacinquesimo e centottesimo per quello ad alta pressione.

Ovviamente le pompe costruite dovevano essere di particolare tecnologia in quanto dovevano raggiungere altezze di oltre 400 metri, le caratteristiche delle pompe della centrale frigorifera, cinque per entrambe le zone di pompaggio, erano per la zona ad alta pressione di: 1130 m³/h di portata con 100 mca di prevalenza e con una pressione statica di 56 kg/cm² con un motore da 600 cavalli; mentre per la bassa pressione : 2270 m³/h di portata con 105 mca di prevalenza e con una pressione statica di 32 kg/cm² e con un motore da 1250 cavalli.

L'acqua refrigerata veniva prodotta a bassa temperatura, attorno ai 3°C in modo da garantire un incremento di temperatura fino ai 9°C per i terminali più lontani e sfavoriti. Per

quanto riguarda la potenzialità termica si accenna solo al fatto che anche per il WTC si faceva uso della rete di vapore generale di New York a circa 9 kg/cm^2 che si distribuiva dalla centrale frigorifera alle varie sottocentrali ad alta pressione e da qui ridotte a bassa pressione fino a 1 kg/cm^2 .

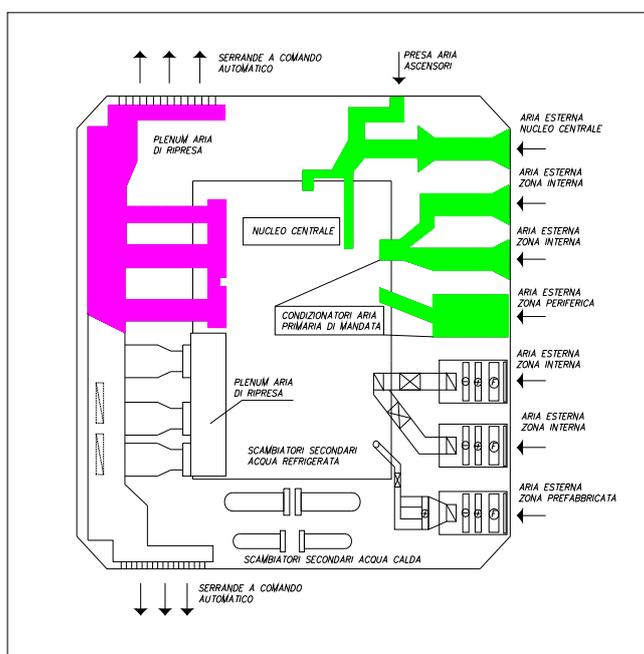


La centrale di pompaggio per l'acqua di condensazione dei gruppi era posta lontana qualche centinaio di metri dal WTC e come detto sfruttava l'acqua del fiume Hudson che presenta una temperatura variabile da 24°C in estate ai pochi gradi sopra lo zero negli inverni gelidi di New York. Ovviamente era stato pensato un efficiente sistema di filtraggio dell'acqua prima di arrivare ai gruppi frigoriferi. Di notevole dimensione risultavano le tubazioni usate, con diametro di 1500 mm (un metro e mezzo!!) capaci di pompare quasi 20.000 mc/h.

Sebbene di dimensioni eccezionali, come del resto l'intera opera, l'impianto di condizionamento delle Torri Gemelle era di tipo tradizionale ad aria primaria distribuito da sottocentrali.

Come detto le elevate pressioni in gioco, soprattutto per le zone ai piani più alti ha comportato l'uso di tubazioni e di batterie ad alta resistenza meccanica capaci di resistere fino a quasi 30 kg/cmq.

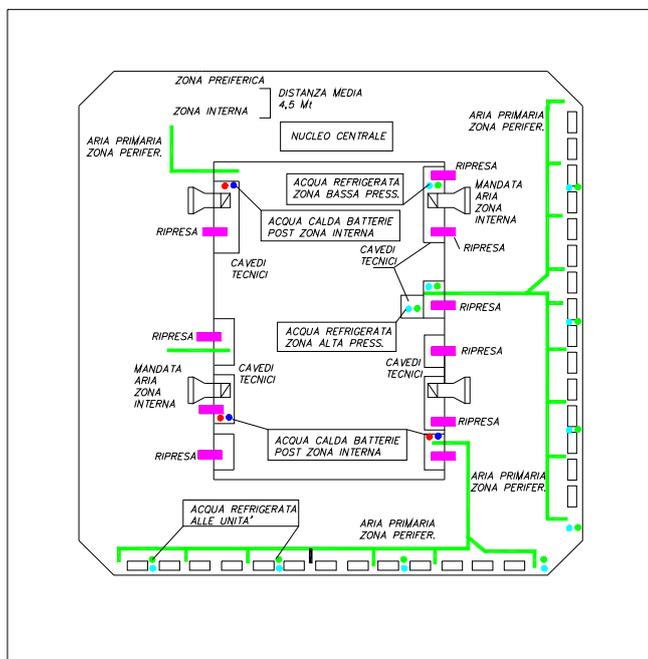
Nello schema di figura 3 si vede in forma schematica il sistema di distribuzione di una sottocentrale in cui l'acqua refrigerata è distribuita alle batterie delle unità di trattamento aria delle varie zone e a dei scambiatori di calore per alimentare dei mobiletti ad induzione. Come detto sopra il vapore veniva ridotto nelle sottocentrali e alimentava direttamente le batterie di riscaldamento delle centrali di trattamento aria, mentre con degli scambiatori vapore-acqua si alimentavano i mobiletti in inverno e le batterie di post riscaldamento delle zone interne dei piani. L'acqua di condensa del vapore veniva raccolta dalle batterie di riscaldamento e dagli scambiatori per il preriscaldamento dell'acqua sanitaria prima di essere pompata fuori dalle sottocentrali.



L'aria esterna opportunamente filtrata prelevata ai piani più alti veniva regolata in modo automatico da delle serrande speciali capaci di sopportare depressioni anche maggiori a mezzo metro di colonna d'acqua.

I ventilatori di tipo centrifughi usati per alimentare le zone perimetrali e interne presentavano portate e prevalenze di rilievo. Si avevano portate che variavano rispettivamente dai 93.500 mc/h ai 150.000 mc/h con prevalenze dai 250 ai 150 mmca . Viste le portate in gioco erano stati previsti a valle dei ventilatori dei silenziatori e trappole acustiche.

Da ogni sottocentrale si alimentavano una quindicina di piani sopra e sotto la stessa centrale, i canali della zona perimetrale erano di tipo circolare con dimensioni fino a 900mm, mentre ad ogni piano venivano trattati attorno ai 3000 mc/h, per la zona interna invece i canali arrivavano a dimensioni di 2,4x 1,2 metri con portate di 34.000 e 42.500 mc/h per piano (cfr fig.4). Per la distribuzione dell'aria si era usato un sistema tipo modulare in modo da poter concludere tutta l'opera senza che fossero designate tutte le zone interne, i collegamenti definitivi venivano poi demandati a sistemi con canali flessibili da collegare ai diffusori lineari collegati tra l'altro al sistema di illuminazione.



I mobiletti ad induzione del tipo a due tubi erano collegati al sistema ad aria primaria da condotti secondari che entravano all'interno dei mobiletti, su ogni piano nella zona perimetrale trovavano posto circa 120 mobiletti.

Infine l'aria di ripresa veniva aspirata da diffusori combinati al sistema di illuminazione, in questo modo venivano raffreddate le lampade usate nei piani, parte dell'aria di ripresa veniva ricircolata e parte espulsa dando circa il 30-35% di aria di rinnovo.