Un approccio energetico innovativo = Ein eigenwilliger energetischer Ansatz = Une approche énergétique innovante

Autor(en): **Rusconi, Andrea**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning**

Band (Jahr): **- (2015)**

Heft (6): **La centrale di esercizio sud di Pollegio = Die Betriebszentrale Süd in Pollegio = Le centre d'exploitation sud de Pollegio**

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-594399

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Un approccio energetico innovativo

Ein eigenwilliger energetischer Ansatz

Une approche énergétique innovante

Andrea Rusconi

I concetti degli impianti che trovano applicazione presso la CE-Sud si basano sui fondamenti dell'analisi RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety) dove la disponibilità degli impianti gioca un ruolo predominante. Interesse prevalente è quello di garantire che i locali tecnici possano essere raffreddati e che nella sala di comando siano garantite accettabili condizioni di lavoro. L'uso parsimonioso dell'energia nel contesto della protezione dell'ambiente è pure un presupposto per la definizione deil'impianto.

Produzione di calore

Come è stato dimostrato da un'analisi, lo sfruttamento termico dell'acqua che fuoriesce dal tunnel di AlpTransit non può essere preso in considerazione per motivazioni economiche e ambientali. È indispensabile far capo alle energie già dissipate dagli impianti della CE-Sud e integrare il calore recuperato dagli impianti stessi. Le macchine frigorifere previste, sono dimensionate anche per un esercizio a pompe di calore (aria-acqua). Il riscaldamento d'emergenza è garantito dalle stesse macchine che sono alimentate anche con la corrente d'emergenza fornita dai generatori No-Break.

Distribuzione e resa del calore

La distribuzione del calore avviene tramite una rete di condotte convenzionali, mentre la sua resa è garantita da corpi riscaldanti e dagli impianti di ventilazione e condizionamento. Tutti gli impianti di resa calore

Die in der Betriebszentrale umgesetzten Anlagenkonzepte beruhen auf der Grundlage der RAMS-Analyse (Reliability, Availability, Maintainability and Safety), bei der die Verfügbarkeit der Anlagen prioritär ist. Das Hauptziel liegt darin, dass die Technikräume gekühlt werden können und dass im Kommandoraum annehmbare Arbeitsbedingungen herrschen. Der sparsame Umgang mit der Energie zum Schutz der Umwelt spielt ebenfalls eine wichtige Rolle für das Konzept der Anlagentechnik.

Wärmeerzeugung

Aus einer Analyse geht hervor, dass die Wärmenutzung des Wassers, das aus dem AlpTransit-Tunnel austritt, aufgrund von wirtschaftlichen und ökologischen Gründen nicht in Betracht gezogen werden kann. Es ist unentbehrlich, dass die von den Anlagen der Betriebszentrale bereits eingesetzte Energie wiederverwertet und die aus den Anlagen selbst gewonnene Wärme integriert werden. Die geplanten Kühlanlagen sind auch für einen Betrieb mit Wärmepumpen (Luft/Wasser) ausgelegt. Die Notheizung wird durch die gleichen Anlagen gewährleistet, die auch mit dem von No-Break-Notstromaggregaten erzeugten Strom betrieben werden.

Wärmeverteilung und -abgabe

Die Verteilung der Wärme erfolgt über ein Netz herkömmlicher Rohrleitungen, ihre Abgabe durch Heizkörper sowie Lüftungs- und Klimaanlagen. Alle Wärmeabgabeanlagen wurden für den Niedrigtemperaturbe-

Les concepts des installations mis en application auprès du CE-Sud se basent sur les fondamentaux de l'analyse RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety), où la disponibilité des installations joue un rôle prédominant. L'intérêt principal est celui de garantir que les locaux techniques puissent être rafraîchis et que des conditions de travail acceptables soient garanties dans la salle de commande. L'usage parcimonieux de l'énergie dans le contexte de la protection de l'environnement a aussi été une condition préalable pour la définition des installations.

Production de chaleur

Une analyse spécifique a démontré que l'exploitation thermique de l'eau s'écoulant du tunnel de l'AlpTransit ne peut être envisagée pour des motifs économiques et environnementaux. Il est donc indispensable de s'appuyer sur les énergies déjà échappées des installations du CE-Sud et d'intégrer la chaleur récupérée par les installations elles-mêmes. Les machines frigorifiques prévues sont aussi dimensionnées pour un fonctionnement en pompe à chaleur (air-eau). Le chauffage de secours est assuré par les mêmes machines qui sont également raccordées au courant de secours fourni par les générateurs No-Break.

Distribution et restitution de la chaleur

La distribution de la chaleur se fait par un réseau de conduites conventionnelles, alors que sa restitution est assurée par des corps

sono stati dimensionati per il funzionamento a bassa temperatura, per poter sfruttare al meglio il calore di condensazione delle pompe di calore.

Impianti di ventilazione e condizionamento
Gli impianti di ventilazione sono muniti di un sistema di trattamento dell'aria (monoblocchi) che, su richiesta del committente non è ridondante. Per i locali situati tra il piano terreno e il 3° piano è previsto un impianto di climatizzazione dedicato, che tratta le due tipologie di trattamento. Un secondo impianto serve i locali situati tra il 4° e il 6° piano, principalmente la sala di comando. Semplici impianti d'aspirazione sono previsti per i locali secondari, di pulizia e sanitari. Tutti gli impianti sono muniti di recupero del calore e dimensionati, per funzionamento invernale, secondo il principio del *free cooling,* mediante l'immissione di aria fresca esterna (il raffrescamento invernale è giustificato dai carichi termici importanti delle apparecchiature). Per le due trombe delle scale sono posati, conformemente al rapporto antincendio, impianti di ventilazione in sovrapressione controllata.

Produzione e distribuzione di acqua refrigerata
Per motivi legati alla sicurezza d'esercizio, la produzione di acqua refrigerata avviene con macchine frigorifere raffreddate ad aria. La situazione idrogeologica locale e la generalizzata diminuzione delle precipitazioni non garantirebbero la necessaria portata di acqua di falda. Le due macchine ridondanti sono alimentate anche con la corrente d'emergenza fornita dai generatori No-Break. La distribuzione dell'acqua refrigerata avviene attraverso due reti di condotte separate, inserite nei vani verticali (a sinistra e a destra dell'edificio). La commutazione ridondante della produzione e distribuzione di acqua refrigerata da un sistema all'altro avviene automaticamente. L'asportazione del calore è garantita da impianti di condizionamento parziale e tramite armadi di condizionamento. Gli schermi informatici presenti nel locale di comando sono raffreddati direttamente al posto di lavoro con apparecchi tipo Cool Top.

Impianti sanitari
Per i locali igienico-sanitari sono previsti apparecchi del tipo usato per edifici pub-

Lüftungs- und Klimaanlagen
Die Lüftungsanlagen sind mit einer Luftaufbereitungsanlage (Monoblock) ausgestattet, die auf Wunsch des Bauherrn nicht redundant ist. Für die Räume zwischen dem Erdgeschoss und dem dritten Stockwerk ist eine eigene Klimaanlage vorgesehen, die die Funktionen Klimatisierung und Lüftung bietet. Eine zweite Anlage ist für die Räume zwischen dem vierten und dem sechsten Stockwerk geplant, insbesondere für den Kommandoraum. Für die sekundären Räume (Reinigung, Sanitärräume) sind einfache Absauganlagen vorgesehen. Alle Anlagen sind mit Wärmerückgewinnung ausgestattet und für den Winterbetrieb nach dem Prinzip des «free cooling» durch Einleitung von Frischluft von aussen ausgelegt (die Winterkühlung ist aufgrund der hohen Wärmelasten der Anlagen erforderlich). Für die beiden Treppenhäuser wurden gemäss Brandschutzbericht Lüftungsanlagen mit kontrolliertem Überdruck installiert.

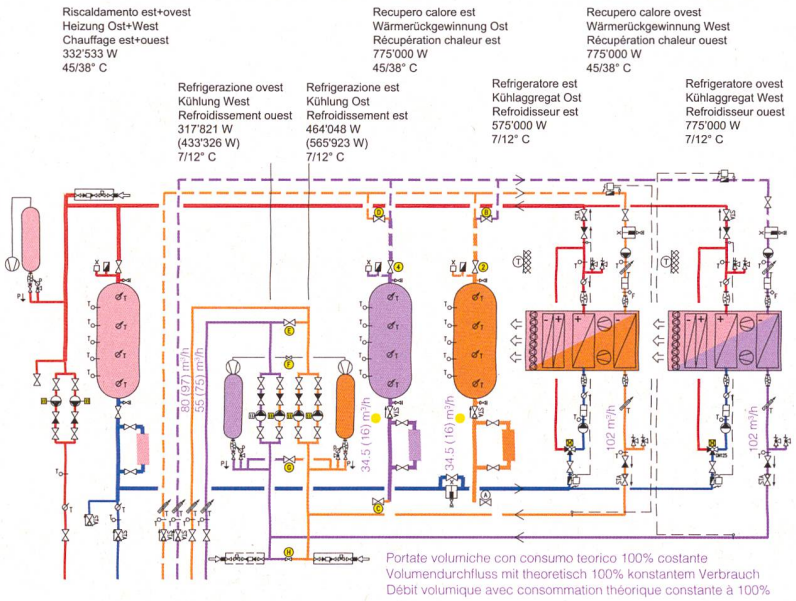
Kühlwassererzeugung und -verteilung
Aus Gründen der Betriebssicherheit wird das Kühlwasser durch luftgekühlte Kältemaschinen erzeugt. Angesichts der hydrogeologischen Situation vor Ort und dem allgemeinen Rückgang des Niederschlags wäre der notwendige Durchfluss im Grundwasser nicht gewährleistet. Die zwei redundanten Maschinen werden auch mit dem durch die No-Break-Stromaggregate erzeugten Notstrom betrieben. Verteilt wird das Wasser durch zwei getrennte Rohrleitungsnetze, die in den vertikalen Leitungsräume links und rechts des Gebäudes untergebracht sind. Das redundante Umschalten der Erzeugung und Verteilung von Kühlwasser von einem System zum anderen erfolgt automatisch. Die Wärme wird durch Teilklimaanlagen und Klimageräte abgeführt. Die Bildschirme im Kommandoraum werden direkt am Arbeitsplatz durch «Cool Top»-Vorrichtungen gekühlt.

Sanitäranlagen
Für Sanitärräume sind Anlagen geplant, wie sie normalerweise in öffentlichen Gebäuden eingesetzt werden. In der Betriebs-

de chauffe et les appareils de ventilation et de climatisation. Toutes les installations de restitution de chaleur ont été dimensionnées pour un fonctionnement à basse température, afin de pouvoir exploiter au mieux la chaleur de condensation des pompes à chaleur.

Installations de ventilation et de climatisation
Les installations de ventilation sont munies d'un système de traitement de l'air (monobloc) qui, à la demande du maître d'ouvrage, n'est pas redondant. Pour les locaux situés entre le rez-de-chaussée et le troisème étage, une installation spécifique offrant la double fonction de climatisation et de ventilation est prévue. Un deuxième réseau distribue les locaux situés entre les quatrième et sixième étages et notamment la salle de commande. Des systèmes d'aspiration simples sont prévus pour les locaux secondaires (nettoyage et sanitaires). Toutes les installations sont équipées de systèmes de récupération de chaleur et dimensionnées, pour le fonctionnement hivernal, suivant le principe du *free cooling,* par le biais de l'insufflation d'air frais extérieur (le rafraîchissement hivernal se justifie par les charges thermiques importantes des appareils). Les deux cages d'escalier, conformément aux prescriptions de protection incendie, sont équipées de systèmes de ventilation en surpression.

Production et distribution d'eau réfrigérée
Pour des motifs liés à la sécurité d'exploitation, la production d'eau réfrigérée est assurée par des machines frigorifiques refroidies à l'air. La situation hydrogéologique locale et la diminution généralisée des précipitations ne permettraient pas de garantir l'apport nécessaire d'eau souterraine. Les deux machines redondantes sont aussi raccordées au courant de secours fournis par les générateurs No-Break. La distribution d'eau réfrigérée se fait par deux réseaux de conduites séparés, insérés dans les gaines verticales (à gauche et à droite du bâtiment). La commutation redondante de la production et de la distribution d'eau réfrigérée d'un système à l'autre est automatisée. La captation de chaleur est réalisée par des appareils de climatisation partielle et par le biais d'armoires de climatisation. Les écrans informatiques présents dans la salle de commande sont rafraîchis directe-



Funzioni Funktionen Fonctions	Valvole Ventile Valves				BY - PASS							
	①	②	③	④	Ⓐ	Ⓑ	Ⓒ	Ⓓ	Ⓔ	Ⓕ	Ⓖ	Ⓗ
1. Funzionamento con impianti indipendenti (emergenza) | Betrieb mit unabhängigen Anlagen (Notfall) | Fonctionnement avec appareils indépendants (urgence)	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
2. Funzionamento con accumulatori in parallelo | Paralleler Betrieb der Anlagen | Fonctionnement avec accumulateurs en parallèle	○	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○
3. Funzionamento con accumulatore est (ovest escluso) | Betrieb mit Ostakkumulator (West ausgeschlossen) | Fonctionnement avec accumulateur est (ouest non compris)	○	○	●	●	○	○	●	●	●	○	○	○
4. Funzionamento con accumulatore ovest (est escluso) | Betrieb mit Westakkumulator (Ost ausgeschlossen) | Fonctionnement avec accumulateur ouest (est non compris)	●	●	○	○	○	●	○	○	●	○	○	○

● = Valvola chiusa | geschlossenes Ventil | Ventil Valve fermée
○ = Valvola aperta | geöffnetes Ventil | Valve ouverte

01

blici. Nell'edificio è distribuita solo l'acqua fredda per gli apparecchi sanitari e gli umidificatori. L'acqua calda è generata in loco attraverso piccoli bollitori elettrici. Colonne verticali provvedono all'evacuazione delle acque luride e meteoriche.

Concetti di gestione degli impianti RCVS

La centrale CE-Sud è caratterizzata dalla presenza di diverse tipologie di locali che si differenziano in base al loro reale utilizzo: uffici, sala comando, locali tecnici con piccole potenze (con ricambio d'aria costante), locali tecnici di grande potenza (con ricambio d'aria costante e armadio raffreddante a ricircolo).

Gli impianti di ventilazione centralizzati (monoblocco al 1° piano e monoblocco al 6° piano), che forniscono aria fresca e aspirano aria nei vari ambienti, sono muniti di recupero di calore (per il risparmio di energia) e variatori di frequenza (portate variabili in base al reale utilizzo).

La cucina al 4° piano è munita di una cappa a ricircolo con filtro ai carboni attivi per trattenere eventuali odori.

Uffici

L'immissione dell'aria di ventilazione (funzionamento caldo e freddo) avviene tramite bocchette a pavimento del tipo speciale Drall che permettono di immettere aria con un ottimo livello di miscelazione con l'aria ambiente. L'aspirazione è realizzata a livello di plafone per ottenere un livello di lavaggio igienico dell'aria ottimale.

Sala comando

Il locale è caratterizzato da un forte carico termico dovuto agli schermi e agli apparecchi. Nel locale è presente un solo elemento di riscaldamento. La ventilazione di base funziona tramite bocchette d'immissione a pavimento (tipo Drall), aspirazione a plafone e immissione nei pressi delle grandi ve-

zentrale wird nur kaltes Wasser für die Sanitär- und Befeuchtungsanlagen verteilt. Warmwasser wird über kleine Elektroboiler vor Ort erzeugt. Abwässer und Regenwasser werden über Vertikalträger abgeleitet.

Managementkonzepte der HLKS-Anlagen

Die verschiedenen Räume der Betriebszentrale unterscheiden sich primär durch ihre Nutzung: Büros, Kommandoraum, Technikräume mit geringer Leistung (mit konstanter Luftzufuhr), Technikräume mit hoher Leistung (mit konstanter Luftzufuhr und Umluft-Kälteschrank).

Die zentralen Lüftungsanlagen (Monoblock im ersten und im sechsten Geschoss), die Frischluft zuführen und Abluft aus den verschiedenen Räumen absaugen, sind mit Wärmerückgewinnungssystemen (zum Energiesparen) und Frequenzumwandlern (variabler Durchsatz je nach Auslastung) ausgestattet.

Die Küche im vierten Stockwerk ist mit einer Umluft-Dunstabzugshaube mit Aktivkohlefilter ausgestattet, die mögliche Gerüche aufnimmt.

Büros

Die Luftzufuhr aus der Lüftungsanlage (warm oder kalt) erfolgt durch Dralldüsen im Fussboden, die für eine optimale Vermischung der zugeführten Luft mit der Raumluft sorgen. Das Absaugen findet im Deckenbereich statt, um eine optimale hygienische Aufbereitung der Luft sicherzustellen.

Kommandoraum

Aufgrund der Bildschirme und Geräte fällt in diesem Raum eine starke Wärmelast an. Es ist daher nur ein Heizelement vorhanden. Die Basislüftung erfolgt durch Dralldüsen im Fussboden, Absaugen an der Decke und Zufuhr im Bereich der grossen Verglasungen. Durch die Luftzufuhr im ver-

ment à chaque poste de travail grâce à des appareils de type Cool Top.

Installations sanitaires

Pour les locaux sanitaires et d'hygiène, des appareils usuels pour des bâtiments publics sont prévue. Seule une distribution d'eau froide pour les appareils sanitaires et les humidificateurs dessert le bâtiment. L'eau chaude est produite ponctuellement in situ par des petits chauffe-eaux électriques. Des colonnes verticales se chargent de l'évacuation des eaux usées et pluviales.

Concepts de gestion des installations CVCS

Le CE-Sud est caractérisé par la présence de différents types de locaux qui se distinguent par leur utilisation effective: bureaux, salle de commande, locaux techniques de petite puissance (avec renouvellement d'air permanent), locaux techniques de grande puissance (avec renouvellement d'air permanent et armoire de refroidissement à recirculation).

Les réseaux de ventilation centralisés (monobloc au premier étage et monobloc au sixième étage), qui fournissent de l'air frais et aspirent l'air vicié des différents espaces, sont munis de systèmes de récupération de chaleur (permettant des économies d'énergie) et de variateurs de fréquence (débits variables en fonction de l'utilisation effective).

La cuisine du quatrième étage est équipée d'une hotte à recyclage avec un filtre à charbon actif pour capter les éventuelles odeurs.

Bureaux

L'amenée d'air de ventilation (fonctionnement chaud et froid) est assurée par des diffuseurs de sol de type spécial à pulsion giratoire qui permettent d'insuffler l'air avec une haute capacité de mélange avec l'air

01 Schema di principio centrale con funzionamenti | Zentrales Schema mit Funktionsweisen | Schéma de principe central avec fonctionnements

trate. L'immissione presso le superfici vetrate evitarà la caduta d'aria fredda. Il raffreddamento è garantito con la ventilazione di base e dei Cool Top. L'immissione di aria fresca (T_{zul} max= ca. 23°C) verso le superfici vetrate evitarà il surriscaldamento delle stesse e garantisce un buon confort agli utenti.

Spazi tecnici

Nei locali tecnici è presente un solo elemento di raffreddamento: la ventilazione di base, mentre in quelli grandi si utilizza anche l'armadio di raffredamento dedicato. Durante il funzionamento la ventilazione assicura il raffreddamento di base (ricambio d'aria igienico), (m^3/h costanti, T_{zul}= ca. 18°C). L'armadio opera invece in modo dinamico mediante la valvola di passaggio collegata alla sonda di temperatura ambiente (rispetto al valore T_{soll}).

Produzione freddo

Per motivi di RAMS l'impianto è concepito per funzionare in modo normale (con due macchine del freddo collegate in parallelo a due accumulatori in parallelo) e in modo emergenza (due impianti indipendenti con accumulatore singolo). Durante il funzionamento in modalità normale le due macchine del freddo funzionano in parallelo. Una delle due macchine è prioritaria, la seconda di supporto. Ogni tanto viene invertita la priorità delle macchine (una sonda sul ritorno regola il funzionamento del sistema). Durante il funzionamento in modalità di emergenza l'impianto si divide. Gli apparecchi che operano diventano due in parallelo. Quindi la macchina ovest lavorerà con l'accumulatore Ovest indipendentemente, e analogamente si comporterà quella Est. Le macchine frigorifere si auto-regolerano in base alla temperatura di ritorno.

Concetti specifici Cool Top

L'idea del sistema Cool Top si basa sul principio *Hot Spot:* l'obiettivo è quello di asportare il calore in prossimità della fonte per impedire che vada ad alterare gli equilibri termici della zona. La figura mostra il concetto di funzionamento del Cool Top, che aspira direttamente alla fonte il calore degli schermi (sotto forma di aria calda a temperatura fino 30-45°C) e lo neutralizza mediante la batteria di raffrescamento del

glasten Bereich wird kalte Fallluft vermieden. Die Kühlung wird durch die Basislüftung und die Cool Tops gewährleistet. Die Frischluftzufuhr (T_{zul} max= ca. 23 °C) in Richtung Verglasung verhindert eine Überhitzung derselben und sorgt für ein angenehmes Raumklima.

Technikräume

In den Technikräumen befindet sich nur ein Kühlelement, die Basislüftung. In den grösseren Räumen wird zusätzlich ein eigener Kälteschrank verwendet. Während des Betriebs sorgt die Lüftung für die Basiskühlung (hygienischer Luftwechsel; konstante m^3/h, T_{zul}= ca. 18 °C). Der Kälteschrank arbeitet dagegen durch ein mit der Raumtemperatursonde verbundenes Luftzufuhrventil dynamisch (im Verhältnis zum Wert T_{soll}).

Kälteerzeugung

Gemäss RAMS ist die Anlage so konzipiert, dass sie im Normalbetrieb (mit zwei Kältemaschinen, die parallel an zwei parallele Akkumulatoren angeschlossen sind) und im Notbetrieb (mit zwei unabhängigen Anlagen mit Einzelakkumulator) funktionieren kann. Im Normalbetrieb laufen die beiden Kältemaschinen parallel; eine ist dabei vorrangig, die zweite dient zur Unterstützung. Von Zeit zu Zeit wird der Vorrang der Maschinen umgekehrt (eine Sonde auf dem Rückfluss reguliert den Betrieb des Systems). Während des Notbetriebs hingegen wird die Anlage geteilt. Die funktionierenden Anlagen werden zu zwei Einheiten, die parallel betrieben werden. Die Westmaschine wird also unabhängig mit dem Westakkumulator betrieben, Gleiches gilt für die Ostmaschine. Die Kältemaschinen regulieren sich anhand der Rückflusstemperatur selbst.

Das Cool-Top-Prinzip

Das Cool-Top-System basiert auf dem Hotspot-Prinzip. Das Ziel liegt darin, die Wärme in der Nähe der Quelle abzuführen, bevor sie das Wärmegleichgewicht der Umgebung stört. Die Abbildung S. 31 oben erläutert die Betriebsweise von Cool Top. Das Gerät saugt Luft direkt an der Wärmequelle unter den Bildschirmen ab (Warmluft mit einer Temperatur von 30 bis 45 °C und gleicht diese durch die Kühleinheit des Gebläsekonvektors aus. Die behandelte Luft

ambiant. L'aspiration est réalisée au niveau du plafond afin d'obtenir un renouvellement optimal de l'air.

Salle de commande

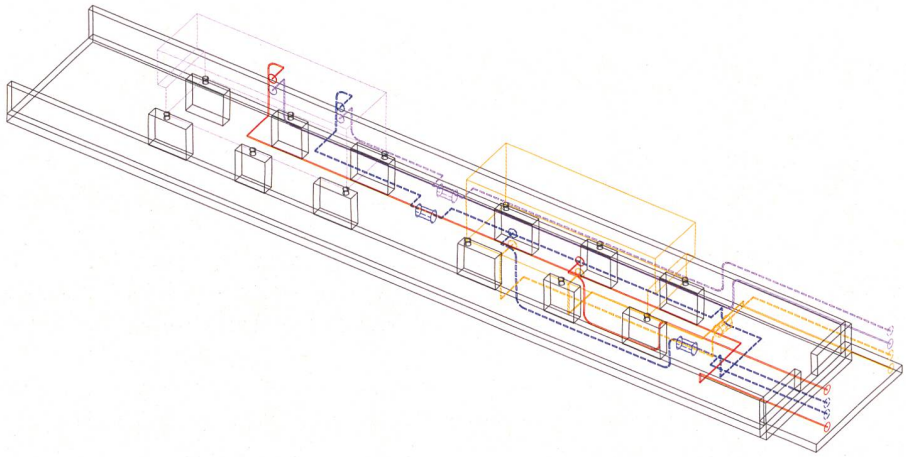
L'espace est caractérisé par une forte charge thermique due aux écrans et aux appareils. La salle de commande ne contient qu'une seule source de chaleur: la ventilation de base acheminée par des diffuseurs de sol de type spécial à pulsion giratoire, aspiration au plafond et insufflation à proximité des grandes baies vitrées. Cette dernière permet d'éviter la chute d'air froid. Le rafraichissement est assuré par la ventilation de base et les Cool Top. Le soufflage d'air frais (T_{zul} max=env.23°C) vers les surfaces vitrées limite la surchauffe de celles-ci et garantit un bon confort aux usagers.

Espaces techniques

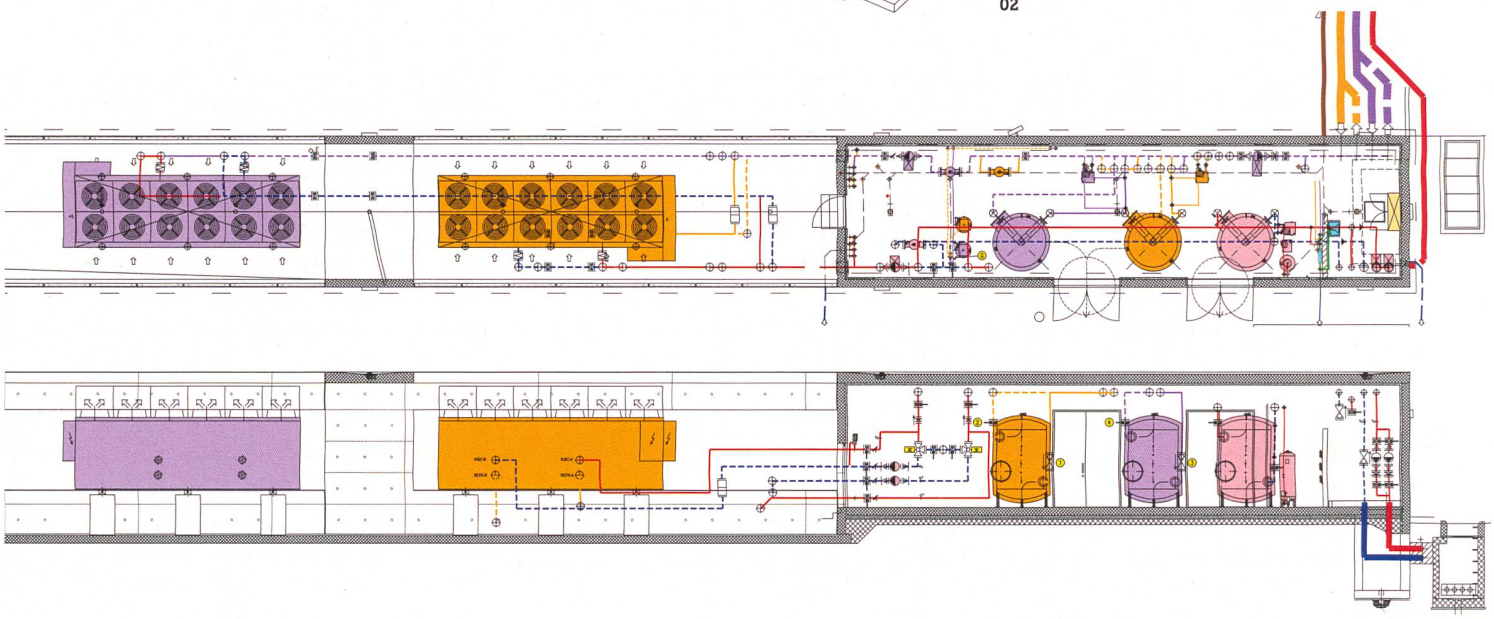
Les locaux techniques de petite taille ne sont équipés que d'un élément de rafraichissement: la ventilation de base, alors que dans ceux de dimension plus importante est également utilisé une armoire de refroidissement dédiée. Pendant le fonctionnement, la ventilation assure le refroidissement de base (renouvellement d'air), (m^3/h constants, T= env. 18°C). L'armoire par contre opère de manière dynamique par le biais de la valve de passage reliée à la sonde de température ambiante (par rapport à la température de consigne).

Production de froid

Pour des motifs de RAMS, l'installation est conçue pour fonctionner en mode normal (avec deux machines frigorifiques reliées en parallèle à deux accumulateurs en parallèle) et en mode de secours (deux installations indépendantes avec un seul accumulateur). Pendant le fonctionnement normal, les deux machines frigorifiques travaillent en parallèle. Une des deux machines est prioritaire; l'autre sert d'appoint. Une sonde sur le retour assure le changement régulier de la priorité des machines. Pendant le fonctionnement de secours, l'installation se scinde en deux groupes parallèles. Ainsi, la machine ouest travaillera avec l'accumulateur ouest et la machine est avec l'accumulateur est. Les machines frigorifiques s'autoréguleront en fonction de la température de retour.



02

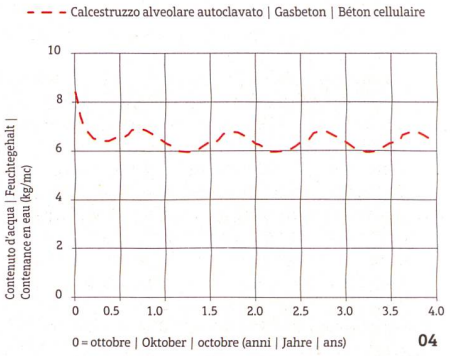


03

Energia e fisica della costruzione | Energie und Bauphysik | Energie et physique de la construction

Il Centro Comando rispetta le esigenze minime fissate nel Decreto cantonale sul risparmio energetico (DEPREn, 2002). L'edificio è suddiviso in due parti termicamente distinte: i piani superiori, con i locali amministrativi attivamente climatizzati e con esigenze elevate; i piani inferiori destinati a locali tecnici con un'occupazione saltuaria del personale e con isolamento termico dimensionato per evitare fenomeni di condensazione e surriscaldamento.
La scelta di una struttura con calcestruzzo a vista ha richiesto l'elaborazione di un concetto di isolamento termico ad hoc per i diversi elementi costruttivi, principalmente operando dall'interno, a eccezione della copertura, che è realizzata con un sistema di tetto caldo tradizionale (isolamento in lana minerale). Per ragioni energetiche è stato comunque adottato anche un isolamento interno in calcestruzzo autoclavato alveolare (AAC), il quale contribuisce alla protezione termica, compresa la riduzione dei ponti termici. Per le pareti si è scelto di utilizzare un isolamento termico interno costituito da pannelli in idrati di silicato di calce porizzati, rivestiti in malta e intonacati, di spessore pari a 20-22 cm. Sono sfruttate le proprietà di inerzia termica e capacità di stoccaggio dell'umidità del prodotto, così da garantire il rispetto delle condizioni ottimali di isolamento termico e di diffusione del vapore. Le verifiche mediante modelli teorici hanno dimostrato la corretta gestione dei processi di trasporto del vapore acqueo negli elementi edili. La struttura porosa e la regolazione igroscopica dei pannelli di grande spessore di tipo AAC, permette lo stoccaggio del vapore acqueo prodotto all'interno dei locali, così da non rendere necessaria la posa di una barriera vapore. La soluzione adottata è stata verificata mediante il software di simulazione termodinamica della condensa interstiziale WUFIpro (Wärme Und Feuchte Instationär).
Il grafico mostra come l'elemento «parete esterna» (30 cm calcestruzzo esterno + 22 cm calcestruzzo alveolare autoclavato + intonaco) tenda a mantenere un comportamento costante nel tempo accumulando umidità d'inverno (picchi superiori) e scaricandosi d'estate (minimi della curva). La percentuale massima d'acqua in massa risulta essere intorno al valore di 1,7 M% con tendenza a diminuire nel tempo.
L'obiettivo di garantire un'adeguata tenuta all'aria è stato affrontato con uno studio approfondito dei differenti dettagli costruttivi relativi a serramenti e porte.

Die Kommandozentrale entspricht den in den kantonalen Vorschriften (DEPREn, 2002). festgelegten Mindestanforderungen. Das Gebäude ist in thermischer Hinsicht in zwei Bereiche unterteilt: einerseits die oberen Stockwerke mit den Verwaltungsbüros, die für hohe Anforderungen aktiv klimatisiert werden, andererseits die unteren Stockwerke, die als Technikräume genutzt werden und in denen nur gelegent-



04

04 Andamento nel tempo nel contenuto d'acqua in uno strato di calcestruzzo autoclavato alveolare, (località Locarno Monti, condizioni interne: Ti=20..26°C e URi controllata =30...60%) | Verlauf des Feuchtegehalts in einer Schicht Gasbeton bei Aussenklima Locarno-Monti und bei Raumklima Ti=20…26°C und URi=30-60% (anlagengesteuert) | Evolution dans le temps du contenu en eau dans une couche de béton cellulaire, climat extérieur Locarno-Monti, conditions intérieures Ti (Température intérieure)=20…26°C et Uri (humidité relative intérieure)=30-60% (contrôlé par l'installation)

ventilconvettore. L'aria neutra sarà restituita dalle bocchette di immisione aria presenti nel pavimento tecnico. Evidentemente migliori schermi, con minore cessione di calore, renderanno minore la necessità di sistemi di raffreddamento puntuali Cool Top.

Nella sala comando ci sono due sistemi di raffreddamento: la ventilazione, che mira a fornire un raffreddamento di base e il Cool-Top che ha come obiettivo l'asportazione del calore dinamico generato dagli schermi presenti sulle postazioni lavoro. Quattro sono le zone di regolazione per il sistema Cool Top, per garantire una gestione reale e dinamica dei reali carichi termici. Il sistema Cool Top subentra in cascata se la temperatura desiderata ($q_{a,soll}$) non è garantita. ≡

wird durch die Luftzufuhrdüsen im Blindboden wieder an den Raum abgegeben. Der Bedarf an Cool-Top-Systemen kann durch hochwertige Bildschirme mit geringer Wärmeabgabe reduziert werden.

Im Kommandoraum kommen zwei Kältesysteme zum Einsatz: einerseits die Lüftung, durch die die Basiskühlung bereitgestellt wird, und andererseits das Cool-Top-System, mit dem die von den Bildschirmen an den Arbeitsplätzen erzeugte dynamische Wärme abgeleitet wird. Das Cool-Top-System arbeitet mit vier Regelzonen, um eine effektive und dynamische Reaktion auf die Wärmelasten zu gewährleisten. Das Cool-Top-System schaltet sich im Kaskadenverfahren ein, wenn die gewünschte Temperatur ($q_{a,soll}$) nicht gegeben ist. ≡

Concepts spécifiques Cool Top

L'idée derrière le système Cool Top se base sur le principe Hot Spot: l'objectif est de prélever la chaleur à proximité de la source afin d'empêcher qu'elle n'aille altérer les équilibres thermiques de la zone. La figure illustre le concept de fonctionnement du Cool Top, qui aspire directement à sa source la chaleur des écrans (air chaud jusqu'à une température de 30-45°C) et la neutralise grâce à la batterie de refroidissement du ventilo-convecteur. L'air neutre sera restitué par les diffuseurs installés dans le plancher technique. De meilleurs écrans, avec des déperditions de chaleur plus restreintes, limiteraient la nécessité de systèmes de rafraichissement ponctuels Cool Top. Dans la salle de commande coexistent deux systèmes: la ventilation, qui vise à fournir un rafraichissement de base, et le Cool Top, dont l'objectif est l'extraction de la chaleur dynamique générée par les écrans. Celui-ci possède quatre zones de régulation afin de garantir une gestion réelle et dynamique des charges thermiques effectives. Le système se déclenche en cascade en cas d'écart avec la température désirée. ≡

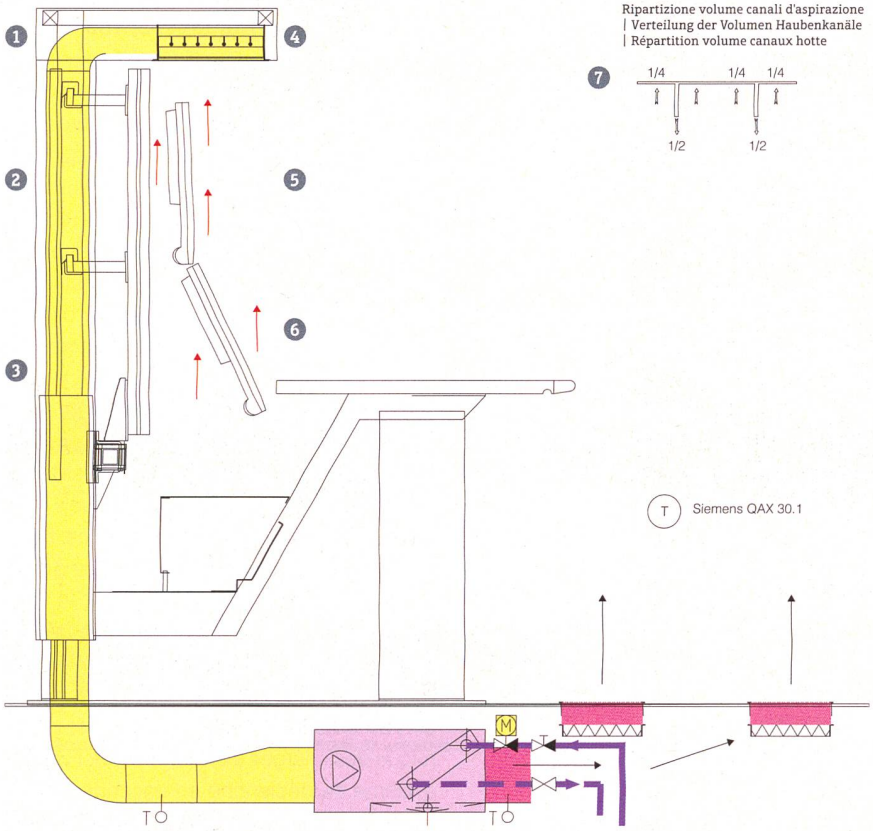
02 Concetto di generazione e distribuzione calore e raffreddamento | Konzept der Wärme- und Kälteerzeugung und -verteilung | Concept de production et distribution de chaleur et refroidissement

03 Grafici impiantistica centrale termica | Abbildung des zentralen Heizungasanlage | Graphiques installations centrales thermique

lich Personal tätig ist. Dort die Wärmedämmung so ausgelegt, dass Kondensation und Überhitzung vermieden werden.
Da die Fassade mit Sichtbeton ausgeführt ist, mussten für die einzelnen Bauteile eigene Wärmedämmungskonzepte erarbeitet werden. Dabei wird in erster Linie von innen gedämmt. Eine Ausnahme bildet das Dach, das als traditionelles Warmdach (Mineralwolldämmung) ausgeführt ist. Zur Reduzierung des Energieverbrauchs wird auch eine Innendämmung aus Porenbeton (AAC) eingesetzt, die zum Wärmeschutz beiträgt und Wärmebrücken reduziert.
Die Wände werden von innen mit Poren-Kalziumsilikathydra platten mit einer Dicke von 20-22 cm gedämmt, die mit Mörtel verkleidet und verputzt werden. Die dem Produkt eigene Wärmeträgheit und Feuchtigkeitsaufnahmefähigkeit gewährleisten die Einhaltung optimaler Bedingungen für die Wärmedämmung und die Dampfdiffusion. Anhand von theoretischen Modellen konnte der richtige Ablauf der Wasserdampfdiffusions in den Bauteilen nachgewiesen werden. Die poröse Struktur und das hygroskopische Verhalten der grossformatigen Porenbetonplatten ermöglichen die Speicherung des in den Räumen entstandenen Dampfs. Dadurch wird eine Dampfbremse überflüssig. Die gewählte Lösung wurde durch eine thermodynamische Simulation des interstitiellen Kondenswassers geprüft (WUFIpro – Wärme Und Feuchte Instationär).
Das Diagramm zeigt, dass das Bauteil «Aussenwand» (30 cm Aussenbeton + 22 cm Porenbeton und Putz) im Lauf der Zeit ein gleichbleibendes Verhalten zeigt. Im Winter wird Feuchte aufgenommen (Spitzenwerte) und im Sommer abgegeben (Kurvenminima). Der Feuchtegehalt der Masse liegt bei etwa 1,7 M% und geht mit der Zeit zurück. Das Ziel ist eine angemessene Luftdichtheit. Dazu wurden einzelne Baudetails im Zusammenhang mit Fenstern und Türen vertieft untersucht.

≡ Le centre d'exploitation respecte les exigences minimales fixées dans la réglementation cantonale (DEPREn, 2002).
Le bâtiment est divisé en deux parties thermiquement distinctes: les étages supérieurs, avec les locaux administratifs climatisés de manière active et des exigences élevées; les étages inférieurs destinés aux locaux techniques avec une occupation sporadique du personnel et une isolation thermique dimensionnée afin d'éviter les phénomènes de condensation et de surchauffe.
Le choix d'une structure en béton apparent a requis l'élaboration d'un concept d'isolation thermique ad hoc pour les différents éléments constructifs, principalement par des solutions par l'intérieur, à l'exception de la couverture, réalisée avec un système de toiture chaude traditionnel (isolation en laine minérale). Pour des raisons énergétiques, on a tout de même aussi opté pour une isolation intérieure en béton cellulaire (AAC), lequel contribue à la protection thermique, y compris la réduction des ponts thermiques.
Pour les murs, le choix s'est porté sur une isolation thermique intérieure constituée de plaques de silicate de calcium microporeux, revêtues de mortier et enduit, d'une épaisseur de 20 à 22 cm. Ce système exploite les propriétés d'inertie thermique et la capacité de stockage d'humidité du produit afin de garantir le respect des conditions optimales d'isolation thermique et de diffusion de la vapeur. Les vérifications par le biais de modèles théoriques ont montré la bonne gestion des processus de transport de la vapeur d'eau dans les éléments de construction. La structure poreuse et la régulation hygroscopique des plaques de grande épaisseur de type AAC permettent le stockage de la vapeur d'eau émanant de l'intérieur des locaux de manière à supprimer la nécessité de mettre en œuvre un pare-vapeur.
La solution adoptée a été vérifiée grâce à un logiciel de simulation thermodynamique de la condensation interstitielle WUFIpro (Wärme Und Feuchte Instationär).
Le graphique montre comment l'élément «paroi extérieure «(30 cm béton extérieur + 22 cm béton alvéolaire autoclave + enduit) tend à maintenir un comportement constant dans le temps, accumulant de l'humidité en hiver (les pointes supérieures) et se déchargeant en été (minimums de la courbe).
Le pourcentage maximal d'eau en masse se monte à une valeur d'environ 1,7 M% avec une tendance à diminuer dans le temps.
L'objectif de garantir une étanchéité à l'air appropriée a été atteint par une étude approfondie des différents détails constructifs des menuiseries extérieures et des portes.

Monica Bogatto, Dario Bozzolo



Ripartizione volume canali d'aspirazione | Verteilung der Volumen Haubenkanäle | Répartition volume canaux hotte

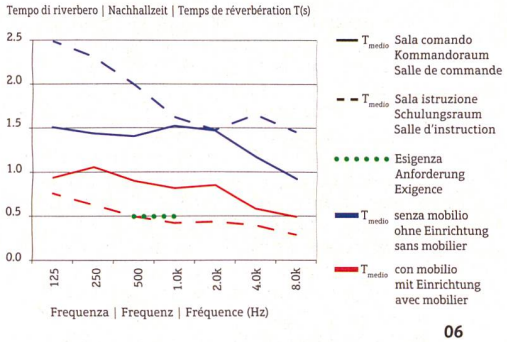
Schema riferito all'efficienza 100%, con il calore schermo disperso in ambiente l'efficienza scende al 50% | Schema für 100% Effizienz, wird Bildschirmwärme an die Luft abgegeben, sinkt die Effizienz auf 50% | Schéma rapporté à l'efficience 100%, avec la chaleur de l'écran dispersée dans l'environnement l'efficience descend à 50%

1. Canale orizzontale | Horizontaler Kanal | Canal horizontal 255/4 = 63.75 mc/h, vel. 1.5 m/s, 125 cmq
2. 50% calore prodotto dal lato posteriore/superiore schermo. Temperatura superficiale media ca 37–47°C | 50% Wärme auf der Hinter-/Oberseite des Bildschirms erzeugt | Durchschnittliche Oberflächen-Temperatur 37–47°C | 50% chaleur produite par le côté postérieur/supérieur de l'écran Température superficielle moyenne env. 37-47° C
3. 2 x canali verticali | 2 vertikale Kanäle | 2 x canaux verticaux 255/2 = 127.5 mc/h, vel. 1.5 m/s, 250 cmq
4. Intaglio per aspirazione | Ansaugschlitze | Rainure pour l'aspiration 255 mc/h, vel. 2 m/s, l 270 cm, h 1.3 cm
5. Temperatura superficiale media ca 53–55°C | Durchschnittliche Oberflächentemperatur ca. 53–55°C | Température superficielle moyenne env. 53-55° C
6. 50% calore prodotto dal lato anteriore schermo Temperatura superficiale media ca 48°C | 50% Wärme an der Vorderseite des Bildschirms erzeugt, Oberflächentemperatur durchschnittlich ca. 48°C | 50% chaleur produite par le côté antérieur de l'écran Température superficielle moyenne env. 48° C
7. Descrizione impianti: settore Ceneri = 3 ventilconvettori, settore Gottardo = 2 ventilconvettori, settore tecnica = 2 ventilconvettori, istruzione = 2 ventilconvettori | Beschreibung der Anlagen: Sektor Ceneri = 3 Gebläsekonvektoren, Sektor Gotthard = 2 Gebläsekonvektoren, Sektor Technik = 2 Gebläsekonvektoren, Schulungsraum = 2 Gebläsekonvektoren | Description des installations: Secteur Ceneri = 3 ventilo-convecteurs, Secteur Gothard = 2 ventilo-convecteurs, Secteur technique = 2 ventilo-convecteurs, instruction = 2 ventilo-convecteurs

05

Acustica di sala | Raumakustik | Acoustique de salle

≡ La verifica e il controllo della qualità acustica hanno interessato in particolare la sala di comando (4'400 metri cubi) e la sala istruzione (240 metri cubi), garantendo il rispetto dei limiti fissati nelle direttive interne delle FFS mediante l'utilizzo della stessa tipologia di interventi, ovvero: soffitto con alto grado di fonoassorbimento (nel caso della sala comando anche per le frequenze medio-basse); arredamento dei posti di lavoro con effetto fonoassorbente per le frequenze medio-alte e soprattutto diffondente sulle onde sonore, oltre che parzialmente schermante per i singoli operatori. Nella sala di comando un effetto di fonoassorbimento aggiuntivo, seppur modesto, è dato dalle tende alle finestre, ma è variabile a dipendenza del loro utilizzo. Particolarmente interessante è risultato l'effetto migliorativo apportato dall'arredamento che ha permesso di ridurre drasticamente il tempo di riverbero (Triv) portandolo da 1.4 s a 0.9 s nella sala di comando e addirittura da 1.8 s a 0.5 s nella sala istruzione. Ne è risultato, quale conseguenza diretta, un incremento importante nell'intelligibilità della parola (parametro finale ST-Speech Transmission Index, variabile da 0.75 a 0.79, che corrisponde ad una buona comprensione del parlato). Nelle misurazioni finali di controllo è stato verificato anche il rumore di fondo con le apparecchiature in funzione, in un caso senza gli operatori del centro attivi (34-35 dB(A)) e nell'altro con il centro completamente in esercizio (50-53 dB(A)). Nelle due situazioni i livelli sonori sono risultati inferiori alle soglie fissate nelle direttive interne delle FFS (40 dB(A), risp. 55 dB(A)).



06

06 Andamento del T_{medio} prima e dopo l'inserimento dell'arredamento | Hallzeit vor und nach der Innenausstattung | Evolution du temps de réverbération avant et après la mise en place du mobilier

≡ Die Prüfung und Kontrolle der akustischen Qualität spielten insbesondere für den Kommandoraum (4400 m^3) und den Konferenzraum (240 m^3) eine Rolle. Die Einhaltung der in den internen Bestimmungen der SBB vorgegebenen Grenzwerte musste durch die jeweils gleichen Massnahmen gewährleistet werden: durch eine Decke mit hoher Schallisolierung (im Fall des Kommandoraums auch für mittlere und niedrigere Frequenzen), und durch Büroeinrichtungen mit für mittlere und hohe Frequenzen schallabsorbierender Wirkung, die insbesondere Schallwellen diffundiert und darüber hinaus einzelne Arbeitsplätze partiell abschirmt. Im Kommandoraum wirken die Gardinen zusätzlich leicht schallabsorbierend. Diese Wirkung ist jedoch nutzungsabhängig. Besonders bemerkenswert ist die Verbesserung durch die Inneneinrichtung, durch die die Hallzeit im Kommandoraum von 1,4 s auf 0,9 s und im Konferenzraum sogar von 1,8 s auf 0,5 s reduziert werden konnte. Daraus resultiert als direkte Folge eine erhebliche Verbesserung der Sprachverständlichkeit (Endkriterium ist der Sprachübertragungsindex [STI], der zwischen 0,75 und 1,0 liegt, also ausgezeichnet ist). Bei den Abschlusskontrollmessungen wurden auch die Hintergrundgeräusche bei vollem Betrieb der Geräte gemessen. Eine Messung erfolgte bei leeren Räumen (34–35 dB[A]), die andere bei vollem Betrieb der Zentrale (50-53 dB[A]). In beiden Fällen lagen die Lärmpegel unter den in den internen SBB-Bestimmungen festgelegten Werten (40 dB[A] bzw. 55 dB[A]).

≡ La vérification et le contrôle de la qualité acoustique se sont concentrés notamment sur la salle de commande (4'400 mètres cubes) et la salle d'instruction (240 mètres cubes), garantissant le respect des limites

05 Schema regolazione impianti Cool Top sala comando | Regelkreisschema Cool-Top-Anlage Kommandoraum | Schéma régulation systèmes Cool Top salle de commande
07 Scorcio interno della sala di comando | Teilansicht des Kommandoraums | Vue intérieure de la salle de commande



07 Foto: Hélène Binet

fixées par les directives internes des CFF grâce au même type de dispositif, à savoir: plafond avec un haut niveau d'absorption acoustique (y compris pour les fréquences moyennes basses dans le cas de la salle de commande); ameublement des postes de travail avec effet d'absorption acoustique pour les fréquences moyennes hautes et surtout un effet de diffusion sur les ondes sonores, mais aussi partiellement filtrant pour chaque opérateur. Dans la salle de commande, un effet d'absorption acoustique supplémentaire, bien que modeste et variable en fonction de leur usage, est procuré par la toile des stores sur les fenêtres. L'impact très positif du mobilier a été particulièrement intéressant: il a permis de réduire drastiquement le temps de réverbération (RT) le ramenant de 1,4 s à 0,9 s dans la salle de commande et même de 1,8 s à 0,5 s dans la salle d'instruction. La conséquence directe en est une amélioration importante de l'intelligibilité de la parole (paramètre final ST-Speech Transmission Index, variable de 0.75 a 0.79, qui correspond à une bonne compréhension d'une communication verbale). Pour les mesures de contrôle finales, a aussi été vérifié le bruit de fond avec les appareils en fonctionnement, dans un cas avec les opérateurs du centre en inactivité (34-35 dB(A)) et dans l'autre avec le centre en pleine activité (50-53 dB(A)). Dans les deux situations, les niveaux sonores ont été inférieurs aux seuils fixés par les directives internes des CFF (40 dB(A) et 55 dB(A) respectivement).

Monica Bogatto, Dario Bozzolo

Benessere visivo nella sala di comando | Gute Sicht im Kommandoraum | Bien-être visuel dans la salle de commande

≡ L'utilizzo di grandi schermi per un determinato periodo di tempo da parte dell'operatore può portare ad affaticamento se la differenza di luminanza fra la superficie dello schermo (in genere compresa fra 100 e 300 cd/m2) e le superfici situate attorno al proprio campo visivo è troppo accentuata. In particolare la situazione può essere critica se la superficie di fondo è quella di una vetrata con luce diretta. Prima di scegliere le tende antiabbaglianti da applicare alle finestre sono quindi stati effettuati dei test con diversi campioni, in combinazione con il tipo di vetratura già definito precedentemente. I risultati sperimentali hanno mostrato forti differenze, che non erano immediatamente percettibili a prima vista. Il rapporto fra la luminanza della tenda (in pieno sole) e quella dello schermo poteva variare da 6 a 17 per la tenda migliore e da 15 a 46 per quella peggiore (meno schermante).

≡ Die Nutzung von grossen Bildschirmen kann über einen längeren Zeitraum zur Ermüdung führen, wenn der Unterschied zwischen der Leuchtdichte des Bildschirms (normalerweise zwischen 100 und 300 cd/m2) und den Flächen in der Umgebung des Sichtfelds zu stark ist. Die Situation kann besonders kritisch sein, wenn der Hintergrund eine Verglasung mit direktem Lichteinfall ist. Vor Auswahl des Blendschutzes an den Fenstern wurden Tests mit verschiedenen Mustern in Kombination mit der bereits vorher festgelegten Verglasung durchgeführt. Aus den Ergebnissen der Versuche haben sich erhebliche Unterschiede ergeben, die auf den ersten Blick nicht wahrnehmbar waren. Das Verhältnis zwischen der Leuchtdichte des Blendschutzes (bei starker Sonneneinstrahlung) und der Leuchtdichte des Bildschirms lag bei dem besten Blendschutz zwischen 6 und 17 und bei dem schlechtesten zwischen 15 und 46 (geringere Abschirmung).

≡ L'utilisation de grands écrans pour un temps déterminé de la part d'un opérateur peut générer de la fatigue si la différence de luminance entre la surface de l'écran (généralement comprise entre 100 et 300 cd/m2) et les surfaces situées dans le même champ visuel est trop importante. La situation s'avère critique en particulier si le fond est constitué d'une baie vitrée donnant sur l'extérieur. Avant de choisir la toile anti-éblouissement à apposer aux fenêtres, des tests ont donc été effectués avec différents échantillons, en combinaison avec le type de vitrage déjà sélectionné. Les résultats expérimentaux ont montré de grandes différences, imperceptibles de prime abord. Le rapport entre la luminance de la toile (en plein soleil) et celle de l'écran pouvait varier de 6 à 17 pour la meilleure toile et de 15 à 46 pour la moins performante (la moins protectrice).

Monica Bogatto, Dario Bozzolo