

"Proyecto piloto sobre la calidad del aire en espacios interiores universitarios" - implementación en el TFM  
*"Nekazaritza Eskola Jaizubian"* del Máster Universitario en  
Arquitectura



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

Jorge Otaegi De Arce (alumno)  
Iñigo Rodríguez Vidal (PDI-IP)  
Alex Martín Garín (PDI)





Universidad del País Vasco  
Euskal Herriko Unibertsitatea

# Integration of Indoor Air Quality concerns in educational community through collaborative

## framework of Campus Bizia Lab of the University of the Basque Country

Dr. Iñigo Rodríguez Vidal, Dr. Xabat Oregi, Mr. Jorge Otaegi, Mr. Gaizka Vallespir-Etxebarria

Dr. José Antonio Millán-García Dr. Alexander Martín-Garín

**CBL**  
CAMPUS BIZIA LAB.

## INDEX

### 1.INTRODUCTION

1.0.PROJECT GOALS

1.1.VENTILATION IN SPANISH SCHOOLS AND COLLEGE CAMPUSES

1.2.UPV/EHU COVID PLAN

1.3.UPV/EHU CAMPUS

1.4.CAMPUS BIZIA LAB

### 2.METHODOLOGY

2.1.MONITORING AND REAL TIME DATA VISUALIZATION

2.2.CASE STUDY

### 3.RESULTS

3.1.COMMERCIAL SYSTEMS (T&D Corp)

3.2.OPEN SOURCE PLATFORM ALTERNATIVE

### 4.DISCUSSION AND CONCLUSIONS

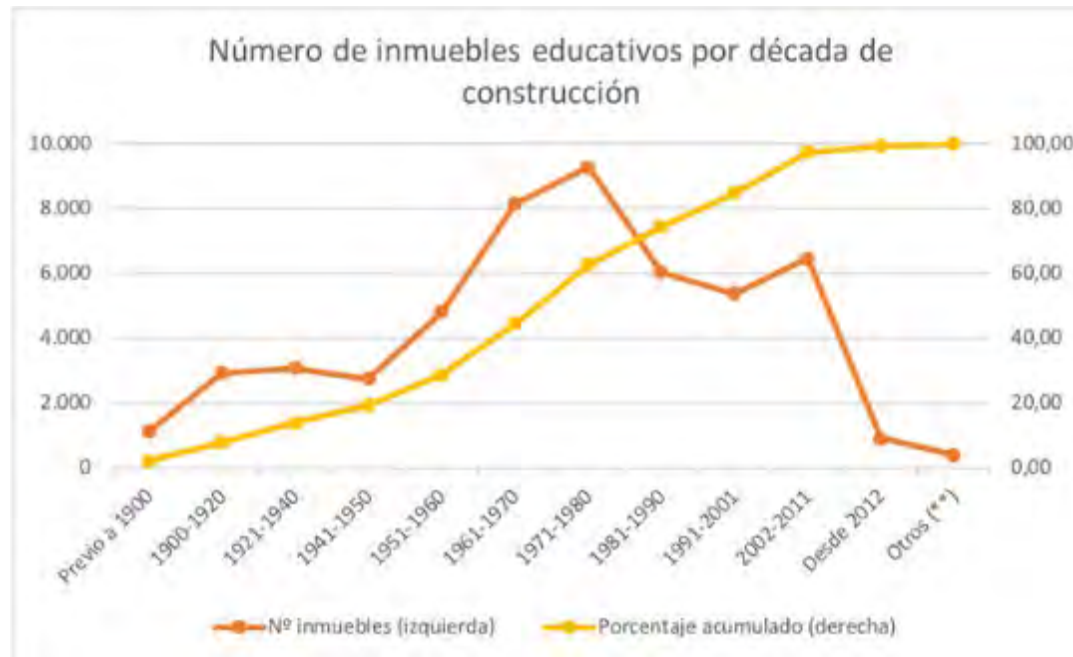


## 1.0.OBJETIVOS

Many educational buildings are older than the entry into force of the current regulations (In Spain, between 90 and 95 % of educational buildings were built before the Technical Building Code 2006, which promoted effective requirements on ventilation, air quality and indoor comfort. Some 60 % of these centres were built before any related regulations existed, before 1980). From the recently issued Strategy for Energy Rehabilitation in the Spanish Building Sector (ERESEE, 2020) the lack of controlled ventilation in these buildings is evident.

In practice, this means that they are buildings that are generally not equipped with mechanical ventilation systems, i.e. they manage the air renewals of their spaces and therefore the IAC by means of basic natural ventilation systems, windows to the outside or light courtyards. This has a few important effects:

1. Air renewal is not always adequate. Current regulations require for school buildings a renewal rate of 12 litres/second per occupant, high values that cannot always be guaranteed with natural ventilation with a more irregular operation and dependent on the operations of the users;
2. Natural ventilation contradicts energy savings. Natural ventilation systems involve huge energy losses, which is in contradiction with the European Energy Saving Directives.
3. Deficits in air renewal have proven implications for student learning and work performance in general.
4. Poor IAQ encourages the development of airborne diseases.



Number of educational buildings by decade of construction. Prepared by the authors based on data from the Energy Rehabilitation Strategy in the Spanish Building Sector (ERESEE, 2020), according to the Cadastre Database 2017.

“COVID-19: La ventilación en centros educativos, una asignatura pendiente.” María Teresa Cuerdo Vilches, Dra. Arquitecta. Personal de investigación, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc – CSIC)



	CO2 media diaria (ppm)	TVOCs (µg/m3)	PM <sub>4</sub> (µg/m3)	PPD (%)	Categoría (prEN 13779:2003)
<b>CASO 1</b>	<b>1093</b>	< 1.000	<b>450</b>	<b>23</b>	<b>IDA 4</b>
<b>CASO 2</b>	<b>1372</b>	< 1.000	105	-	<b>IDA 4</b>
<b>CASO 3</b>	792	<b>3.961</b>	<b>488</b>	<b>17</b>	<b>IDA 3</b>

Indoor air quality classification in the Spanish RITE Standard



# Integration of Indoor Air Quality concerns in educational community through collaborative

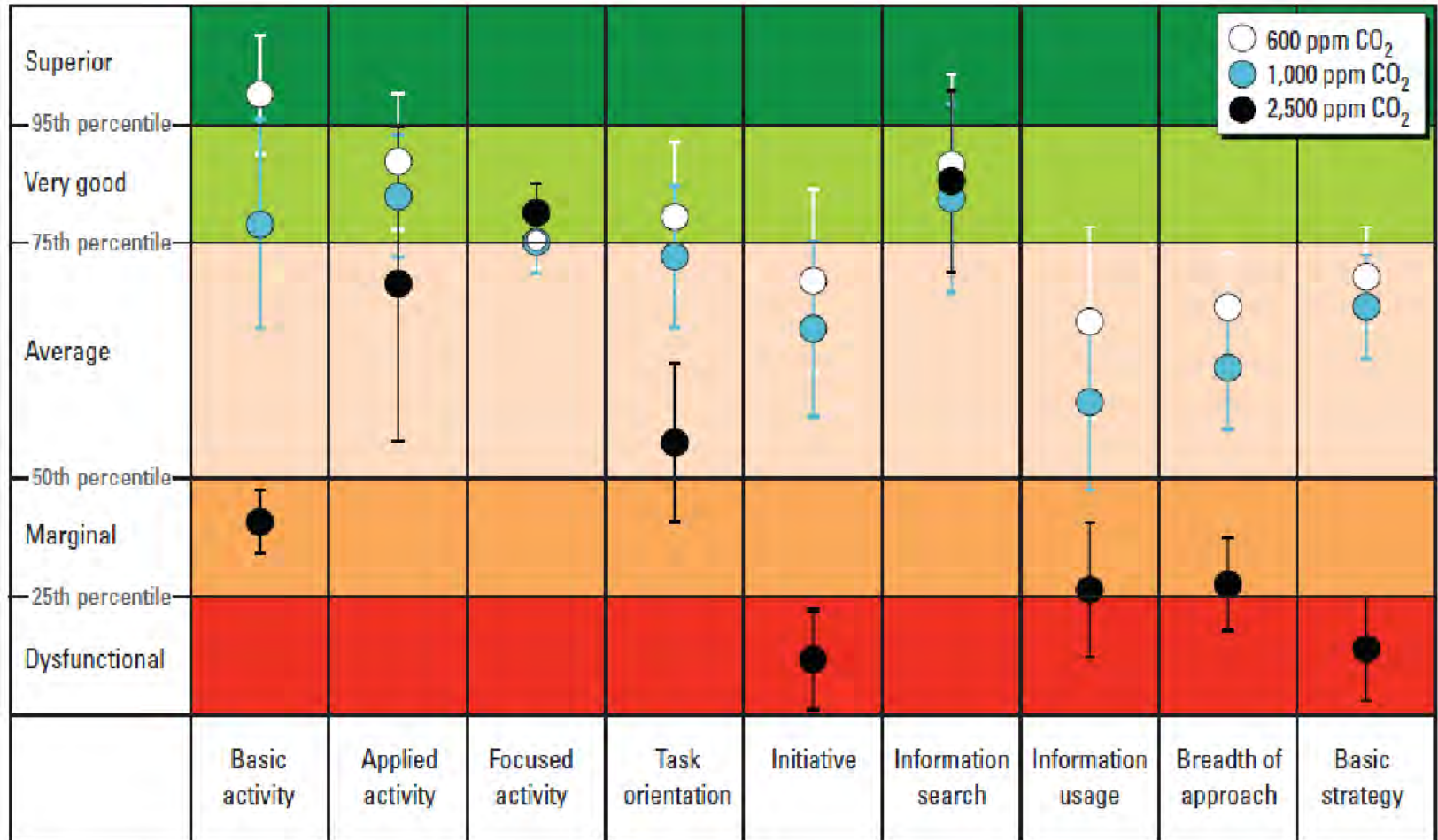
## framework of Campus Bizia Lab of the University of the Basque Country

Dr. Iñigo Rodríguez Vidal, Dr. Xabat Oregi, Mr. Jorge Otaegi, Mr. Gaizka Vallespir-Etxebarria

Dr. José Antonio Millán-García Dr. Alexander Martín-Garín



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea



Impact of CO2 on human decision-making performance. Error bars indicate 1 SD

Is CO2 an Indoor Pollutant? Direct Effects of Low-to-Moderate CO2 Concentrations on Human Decision-Making Performance. Usha Satish,<sup>1</sup> Mark J. Mendell,<sup>2</sup> Krishnamurthy Shekhar,<sup>1</sup> Toshifumi Hotchi,<sup>2</sup> Douglas Sullivan,<sup>2</sup> Siegfried Streufert,<sup>1</sup> and William J. Fisk<sup>2</sup>



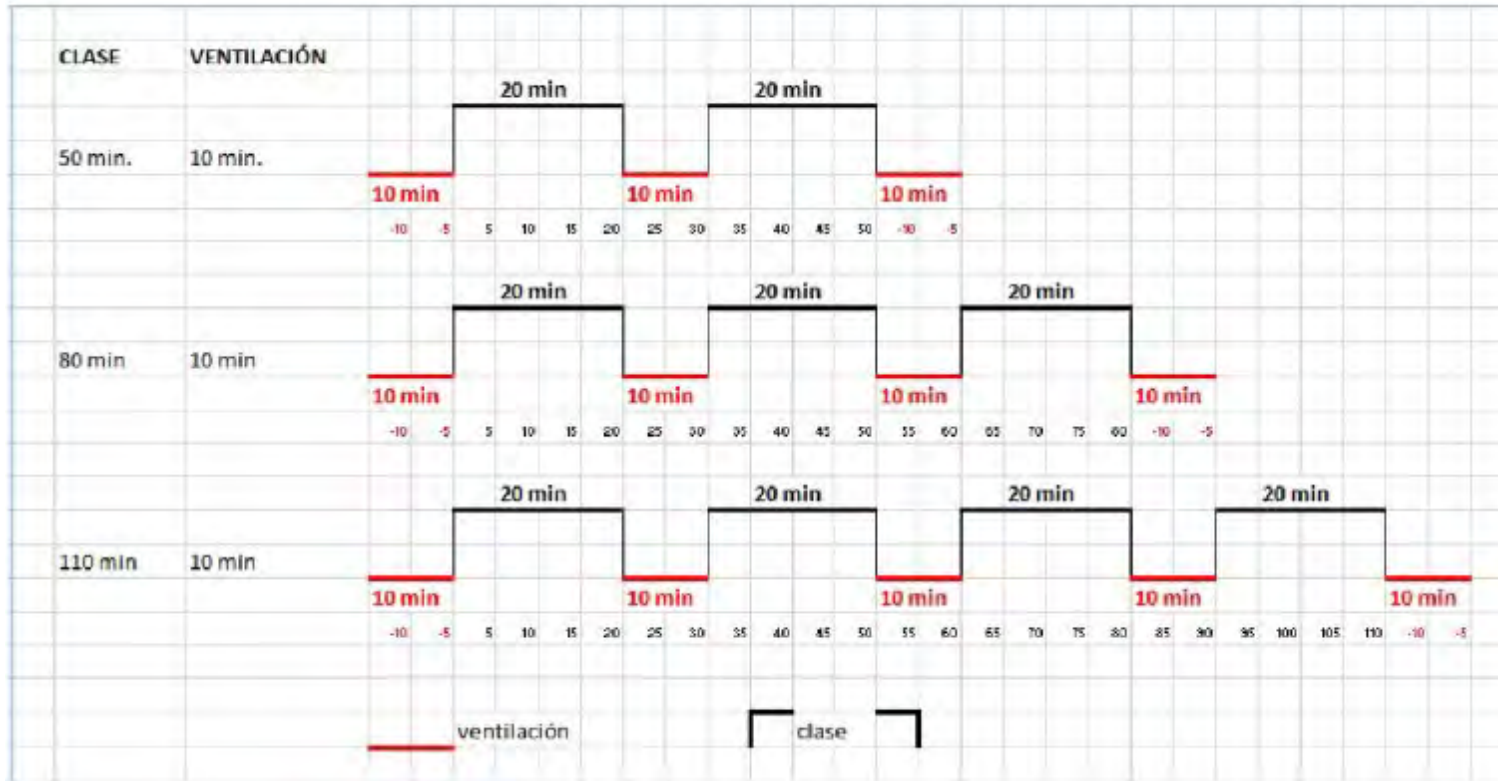
Categoría	Concentración de CO <sub>2</sub> (ppm)	
	Rango	Valores por defecto
IDA 1	≤ 400	350
IDA 2	400 ... 600	500
IDA 3	600 ... 1.000	800
IDA 4	> 1.000	1.200

Localización	Concentraciones en aire exterior					
	CO <sub>2</sub> (ppm)	CO (mg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	total PM (µg/m <sup>3</sup> )	PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
Zona rural	350	< 1	5...35	< 5	< 100	< 20
Pueblo pequeño	375	1 ... 3	15 ... 40	5 ... 15	100 ... 300	10...30
Ciudad	400	2 ... 6	30 ... 80	10 ... 50	200 ... 1000	20 ... 50

GOAL CO2 max CONCENTRATION RANGE: 800 – 1,000 ppm

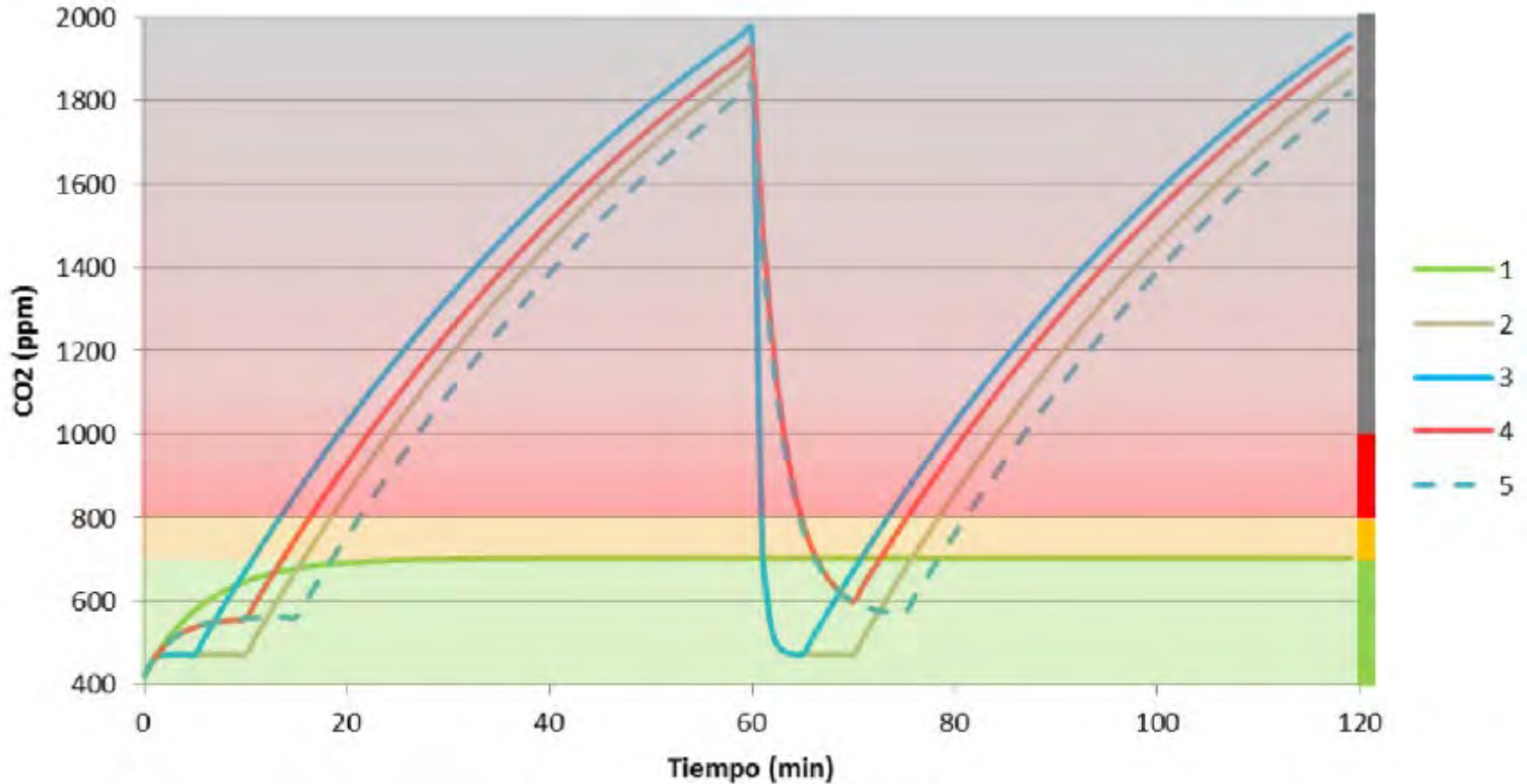
$$400 + 400 = 800 \text{ ppm}$$

$$400 + 600 = 1,000 \text{ ppm}$$



EHU/UPV COVID-19 window opening protocol CLASSROOMS

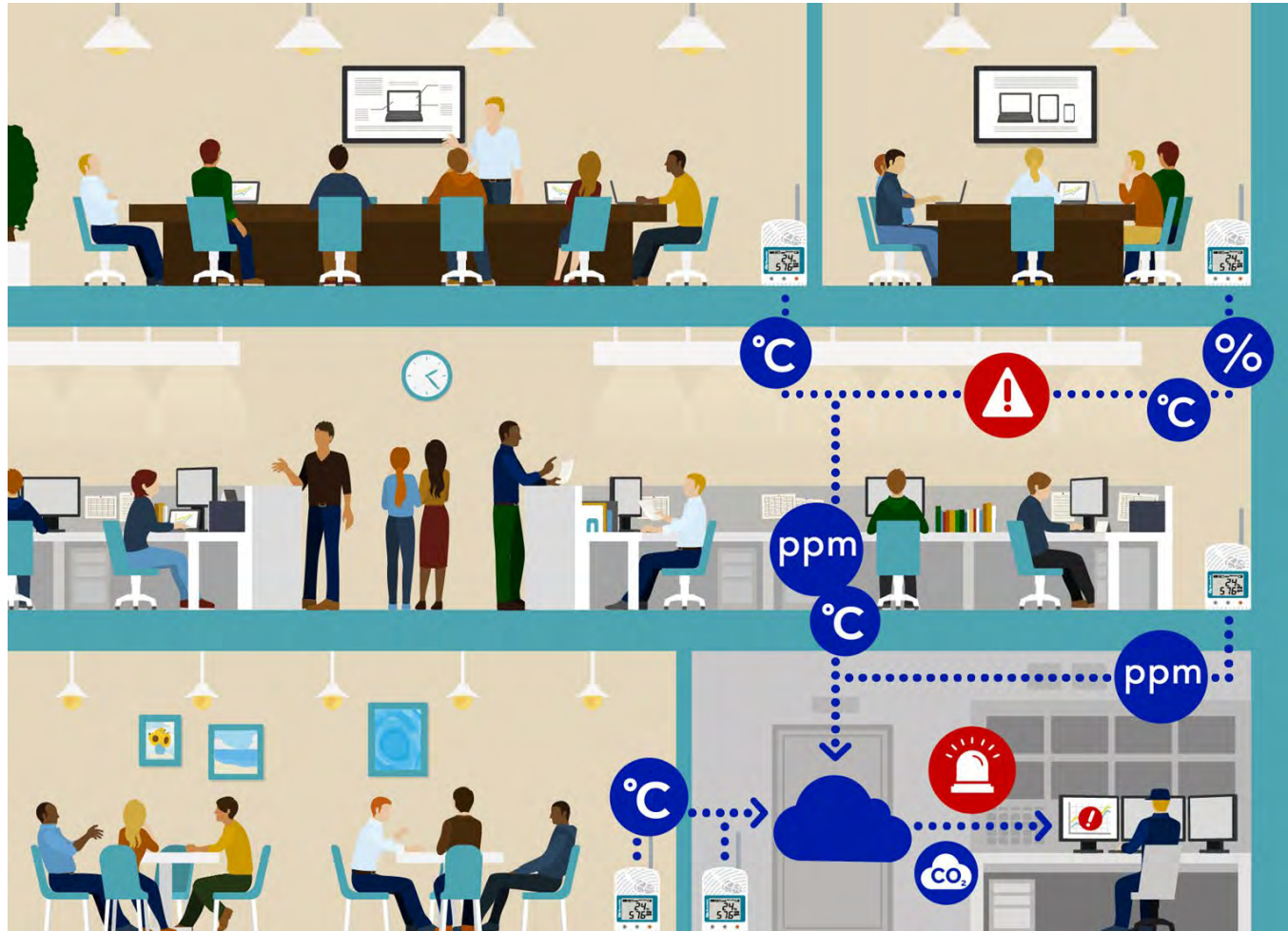




Effects of intermittent and constant ventilation protocols in classrooms



## 2.1. MONITORING AND REAL TIME DATA VISUALIZATION



Esquema de lectura y transmisión de datos T&D



# Integration of Indoor Air Quality concerns in educational community through collaborative

**framework of Campus Bizia Lab of the University of the Basque Country**  
Dr. Iñigo Rodríguez Vidal, Dr. Xabat Oregi, Mr. Jorge Otaegi, Mr. Gaizka Vallespir-Etxebarria  
Dr. José Antonio Millán-García Dr. Alexander Martín-Garín



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea





# Integration of Indoor Air Quality concerns in educational community through collaborative

## framework of Campus Bizia Lab of the University of the Basque Country

Dr. Iñigo Rodríguez Vidal, Dr. Xabat Oregi, Mr. Jorge Otaegi, Mr. Gaizka Vallespir-Etxebarria

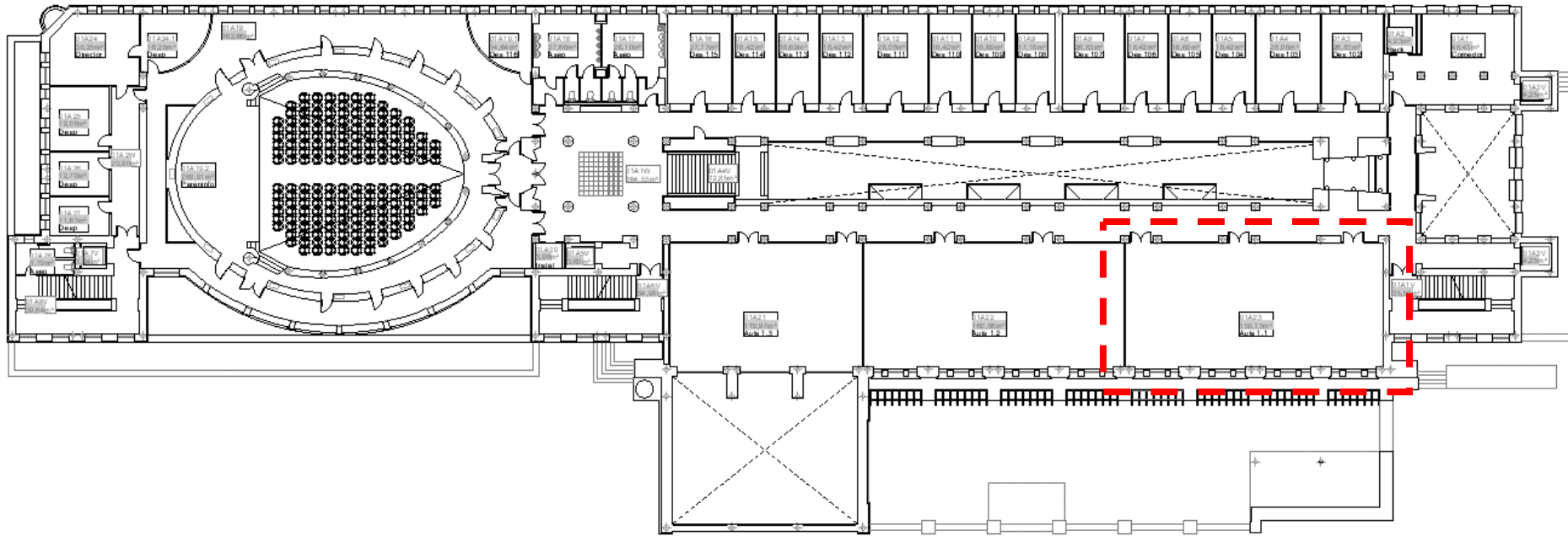
Dr. José Antonio Millán-García Dr. Alexander Martín-Garín

**CBL**  
CAMPUS BIZIA LAB.



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea





TYPICAL CLASSROOM 1.1



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

Integration of Indoor Air Quality concerns in educational community through collaborative

framework of Campus Bizia Lab of the University of the Basque Country

Dr. Iñigo Rodríguez Vidal, Dr. Xabat Oregi, Mr. Jorge Otaegi, Mr. Gaizka Vallespir-Etxebarria

Dr. José Antonio Millán-García Dr. Alexander Martín-Garín

**CBL**  
CAMPUS BIZIA LAB.





Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

Integration of Indoor Air Quality concerns in educational community through collaborative

framework of Campus Bizia Lab of the University of the Basque Country

Dr. Iñigo Rodríguez Vidal, Dr. Xabat Oregi, Mr. Jorge Otaegi, Mr. Gaizka Vallespir-Etxebarria

Dr. José Antonio Millán-García Dr. Alexander Martín-Garín

**CBL**  
CAMPUS BIZIA LAB.





# Integration of Indoor Air Quality concerns in educational community through collaborative

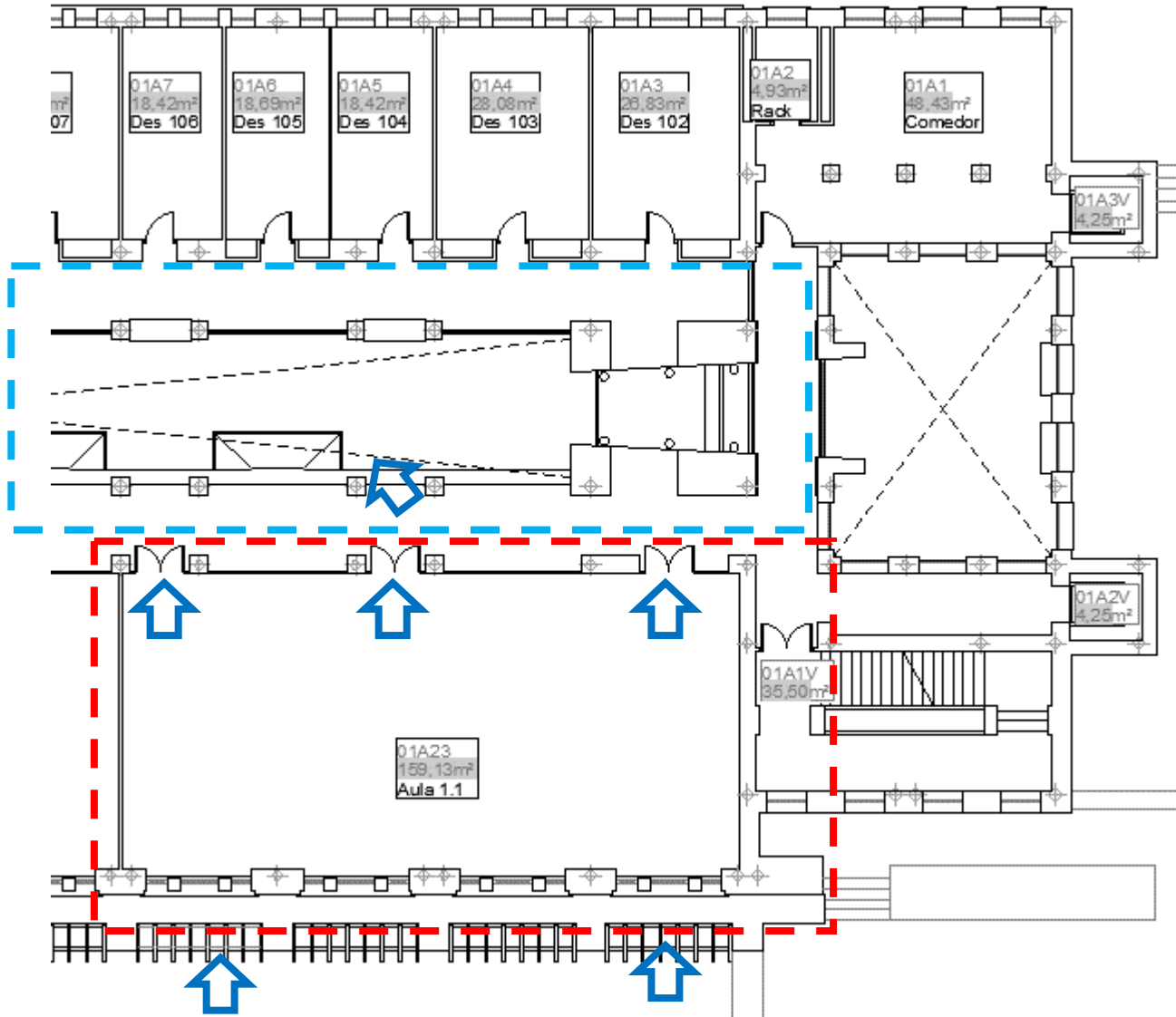
## framework of Campus Bizia Lab of the University of the Basque Country

Dr. Iñigo Rodríguez Vidal, Dr. Xabat Oregi, Mr. Jorge Otaegi, Mr. Gaizka Vallespir-Etxebarria

Dr. José Antonio Millán-García Dr. Alexander Martín-Garín



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea







# Integration of Indoor Air Quality concerns in educational community through collaborative

**framework of Campus Bizia Lab of the University of the Basque Country**  
Dr. Iñigo Rodríguez Vidal, Dr. Xabat Oregi, Mr. Jorge Otaegi, Mr. Gaizka Vallespir-Etxebarria  
Dr. José Antonio Millán-García Dr. Alexander Martín-Garín



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea



## FACULTY OF ENGINEERING OF GIPUZKOA



## HIGHER TECHNICAL SCHOOL ARCHITECTURE





# Integration of Indoor Air Quality concerns in educational community through collaborative

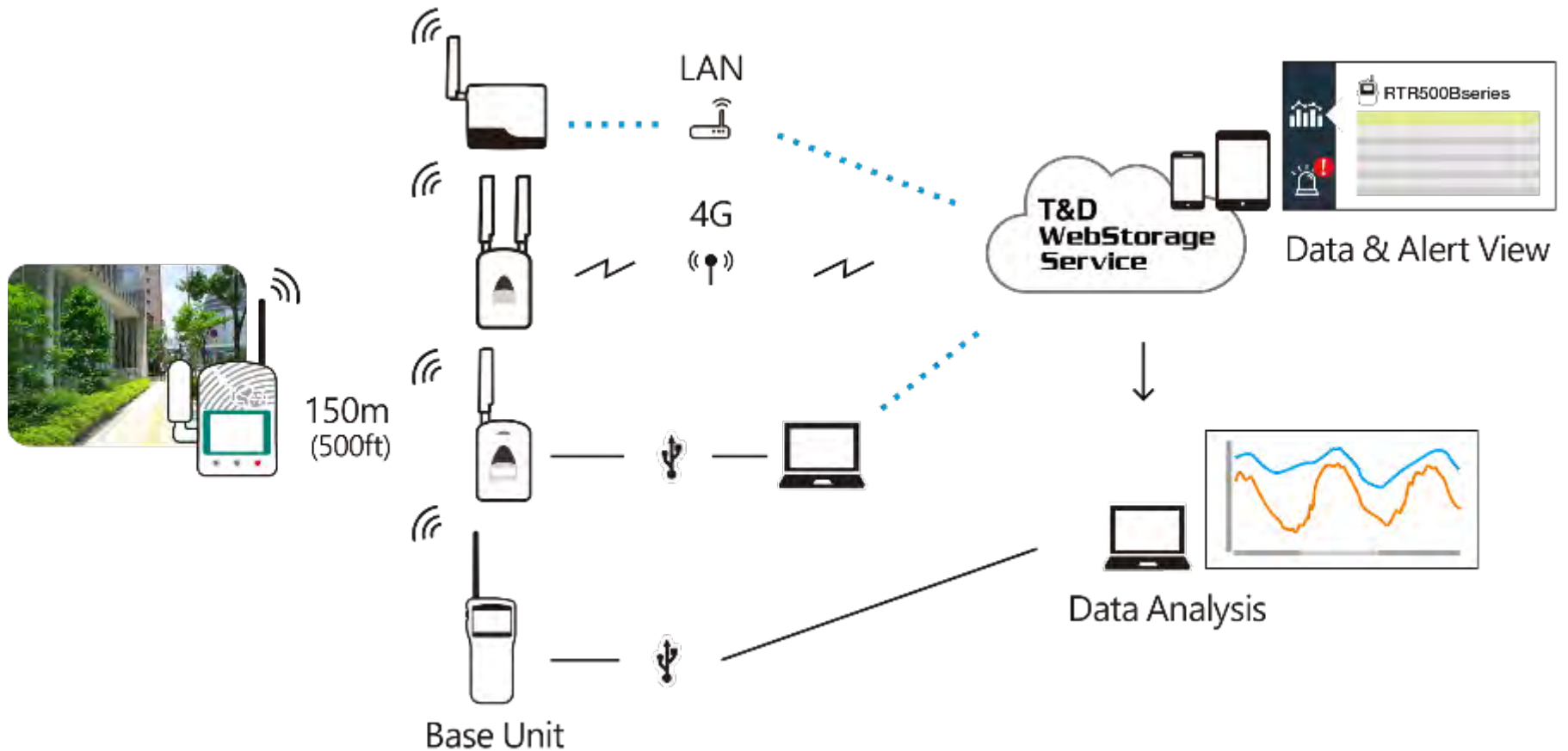
## framework of Campus Bizia Lab of the University of the Basque Country

Dr. Iñigo Rodríguez Vidal, Dr. Xabat Oregi, Mr. Jorge Otaegi, Mr. Gaizka Vallespir-Etxebarria

Dr. José Antonio Millán-García Dr. Alexander Martín-Garín



### 3.1.COMMERCIAL SYSTEM (T&D Corp)





### 3.1. T&D System set-up





# Integration of Indoor Air Quality concerns in educational community through collaborative

framework of Campus Bizia Lab of the University of the Basque Country  
Dr. Iñigo Rodríguez Vidal, Dr. Xabat Oregi, Mr. Jorge Otaegi, Mr. Gaizka Vallespir-Etxebarria  
Dr. José Antonio Millán-García Dr. Alexander Martín-Garín

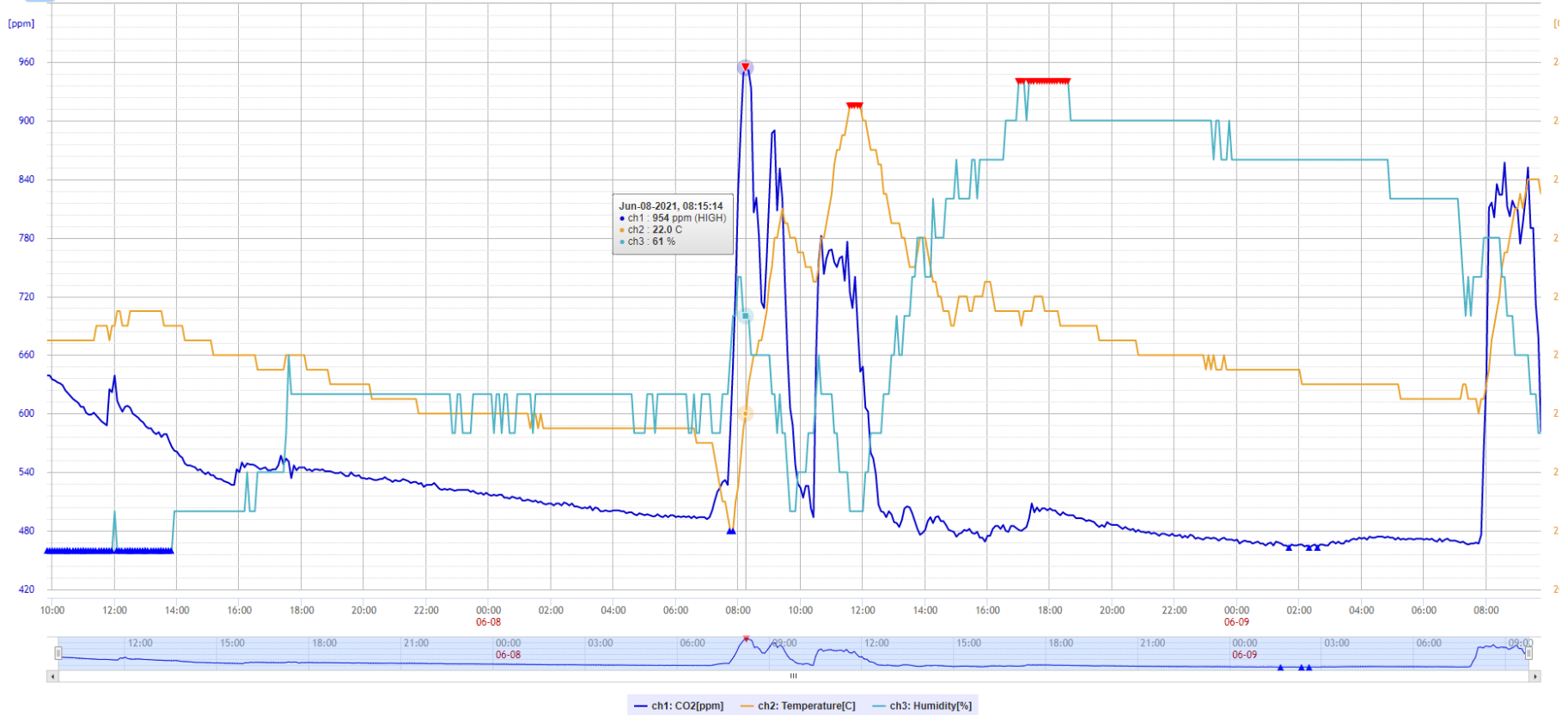


Device Name: AULA 1.1

Model: RTR-576 , Serial Number: 42C40055 , Number of Readings: 620

9 Refresh

Zoom 1H 6H 12H 1day 1w 1M All



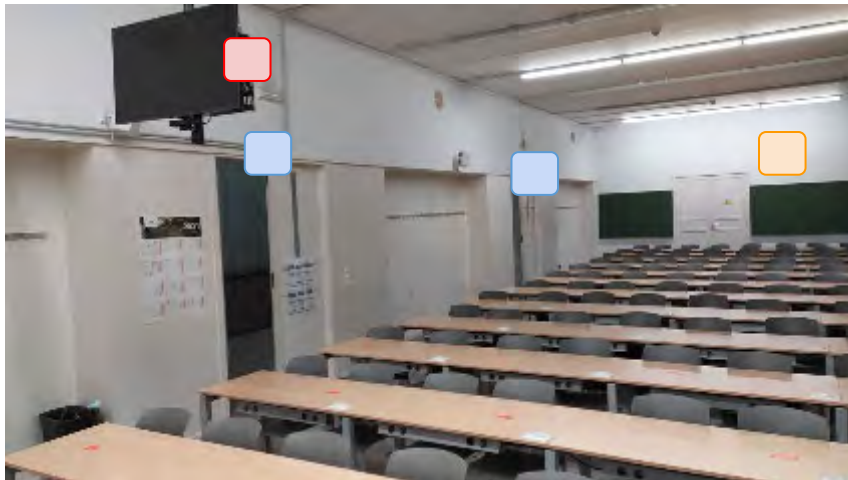


### IMPLEMENTATION OF THE MONITORING SYSTEM IN THE CASE STUDIES

#### Faculty of Engineering of Gipuzkoa



#### Higher Technical School Architecture



- Doors and windows sensors
- T&RH sensors
- Server



## 4. DISCUSSION AND CONCLUSIONS

THE SYSTEMS TESTED TO DATE ALLOW US TO DRAW THE FOLLOWING CONCLUSIONS:

-DIRECT AND INSTANTANEOUS FEEDBACK OF MONITORING DATA ALLOWS USERS TO REACT QUICKLY TO HIGH CO<sub>2</sub> CONCENTRATIONS.

-DURING LESSONS, CO<sub>2</sub> PEAKS DECREASE WHEN ADEQUATE INFORMATION IS AVAILABLE.

-MARKET SYSTEMS HAVE DIFFERENT ADVANTAGES AND DISADVANTAGES:

- HIGH INITIAL COST

- DEPENDENCE ON PRE-DESIGNED SOLUTIONS

- DEPENDENCE ON DISPLAY SYSTEMS

- SPEED OF INSTALLATION AND DATA COLLECTION

-OPEN SOURCE SYSTEMS ON THE OTHER HAND HAVE DIFFERENT ADVANTAGES AND DISADVANTAGES:

- Advantages

- \*Low cost solution

- \*High interoperability

- \*Wireless system

- \*Low power consumption and long range system

- \*Data ownership

- \*High freedom for data representation

- Disadvantages:

- \*High learning curve as a result of consisting of a complete system (sensorics, transmission system, storage, management and visualisation).

- \*High maintenance and occasional unreliability and data loss

## AIR.0 – AIREZTAPEN KONTZEPTUA

Euskal Herriko klima epela da, gehien bat. Hondarribiakoa, epela eta hezea. Esan daiteke urtean zehar denboraldi luze batez konforta “*kalean*” dagoela. Hori kontuan izanda, zaila da justifikatzea aireztapena bide mekaniko bidez soilik bermatzea, eta arrazoigarria aireztapen natural estrategiak inplantatzea:

Aireztapen naturaleko sistemak eraikinaren girotzearen funtsezko bi alderdi lortzeko diseinatu behar dira:

- Aireztapena, barruko airearen kalitatea lortzeko
- Beste neurri batzuekin batera, aireztapen natural on batek murriztu egin dezake eraikinak gehiegi berotzeko (overheating) duen joera, batez ere udan.

Eskola batean, azken puntu hau ez da udara mugatzen, barne kargak duten inportantziagatik (okupazio dentsitate handia dela-eta).

Beraz, aireztapen naturaleko sistemak kanpoko aire nahikoa ematera bideratuta daude, airearen kalitate-maila egokiak lortzeko eta, beharrezkoa denean, refrigerazioa emateko. Aireztapen naturala hozteko gaitasuna mugatua duenez, diseinuaren oinarria bero-irabazketak mugatzea da, eguzki-kontrol on baten bidez. Horretarako, **HE-1 atalean** deskribatzen diren neurriak hartu dira.

Aireztapen naturalara eraikinaren diseinuaren gainerako alderdi guztiekin ere integratu behar da. Proiektu honetan, gutxienez hauek dira kontuan hartu diren asuntoak:

- Girotze akustiko egokia: aireztapen naturalak zarata kanpotik barrura transmititzeko bide bat ere ematen du, eta hori erabakigarria izan daiteke proiektu honen kokapenean. Gainera, aireztapen naturala guztiz profitatzeko, proiektuan ageriko hormigoizko azalera handi bat diseinatu da, inertzia termikoa irabazteko. Azalera gogorreko nukleo hori arretaz zaindu behar da, barne-ingurune akustiko egokia lortzeko.
- Sute kasuan kea kontrolatzea: keak aireztapen naturalari prestatu diogun bideari jarrai diezaiolke.

Bi erronka horiei erantzuteko:

- Sutearen kasuan, atrio edo nukleo-ko eskailerak babestuak proiektatu dira, nahiz eta Kode Teknikoak ez duen eskatzen, eraikin honek duen ebakuazio altuerako.
- Agerizko hormigoizko nukleoan zurezko enpanelatu bat jarri da akabera bezela, 2.20 m-ko altueraraino. Panelatuaren helburua absorzio akustiko altuko azalera bat sortzea da, eta aldi berean hormigoiareneko inertzia ez galtzea.
- Kanpokik datorren zarata dagokionez, bistakoa da GI-636 errepidea zaratsua dela eta momentu jakin batzuetan ezinezkoa izango dela aireztapen naturalarekin soilik airea berritzea, zarata klaseen edo lanaren garapen normalarako eragozpen larria izan daitelako.

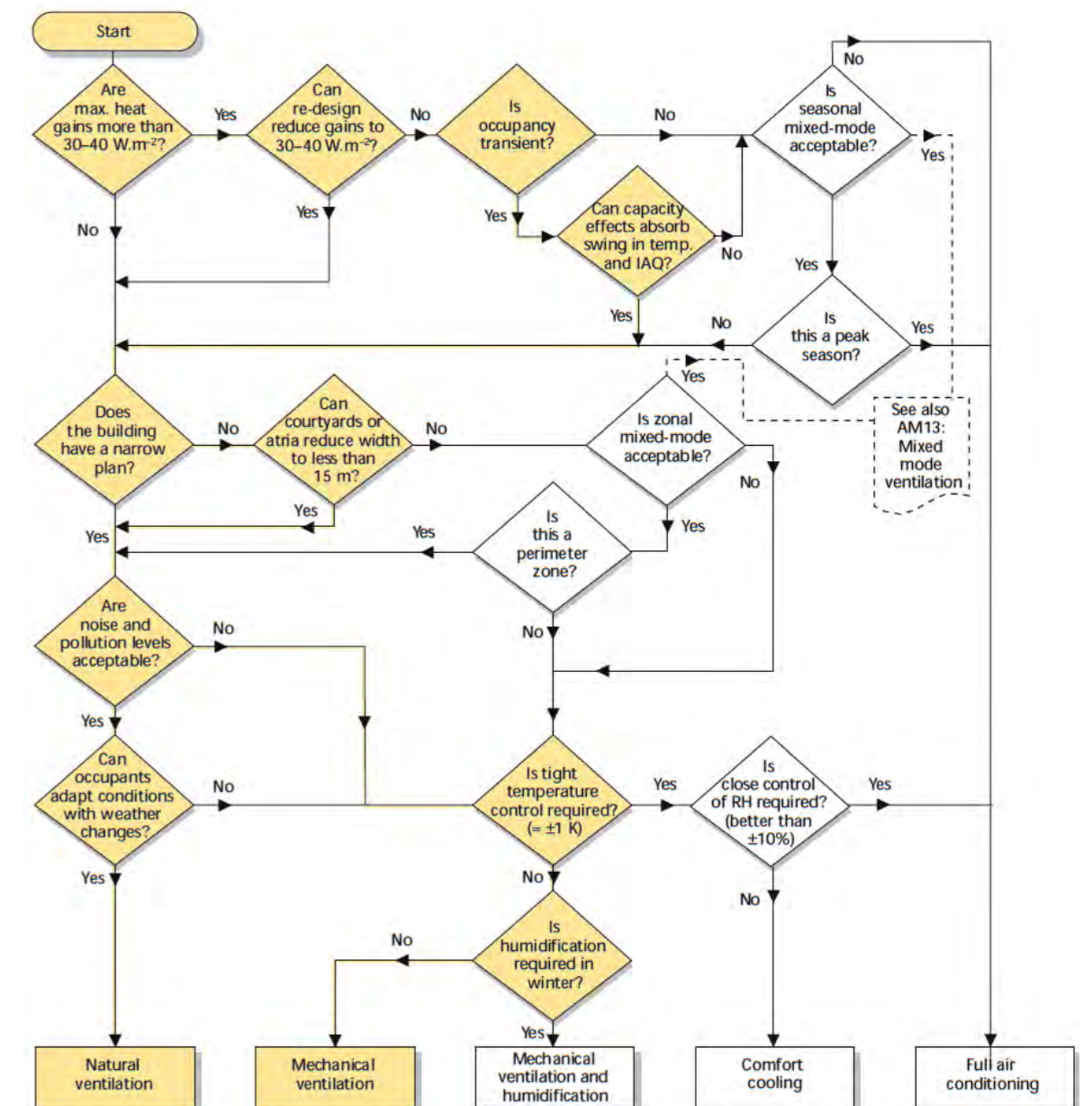
Horrexegatik, diseinatu den aireztapen sistema instalakuntza mekaniko baten eta aireztapen naturalaren arteko konbinazio bat da, hau da: **aireztapen hibridoa** edo *mixed-mode ventilation*.

→→ Aireztapen estrategia erabakitzeko fluxu diagrama [CIBSE AM10: *Natural Ventilation in Non-Domestic Buildings*].

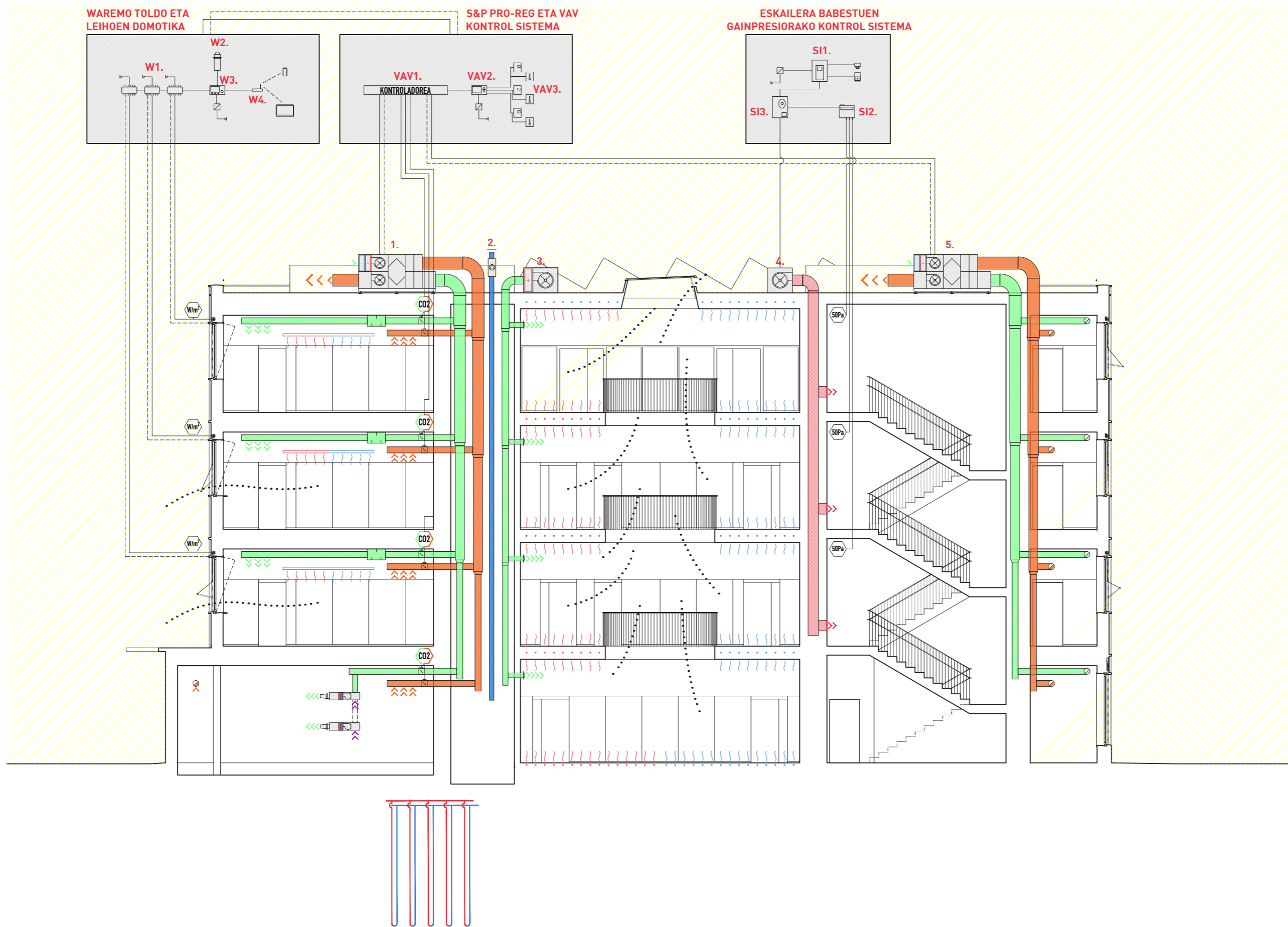
## AIR.0.1 – Aireztapen hibridoa proposatzeko oinarriak

Aireztapen naturala gero eta diseinu-estrategia garrantzitsuagoa bihurtzen ari da eraikin tertziario askorentzat. Diseinu arretatsurekin, eraikin horiek merkeagoak izan daitezke, bai eraikuntzari dagokionez, bai funtzionamenduari dagokionez, instalakuntza mekaniko gehiago dituzten eraikinak baino. Gainera, okupatzaile askok leihoak eta argi naturala irekitzea nahiago dutela adierazten dute. Gauzatze eta funtzionamendu kostu txikiak eta okupatzaileen asebetetze maila handia funtsezko baldintzak dira eraikin efizienteak proiektatu eta eraikitzeko.

Eskola eta eraikin dozenteen kasuan, ezinbestekoa da aireztapen naturala estrategia on bat garatzea proiektu fasean, tipologia honen bero barne-karga handiak direla eta – aireztapen natural on batek udarako aire girotu beharra saihesteko soluzio on bat da. Neguan, aldiz, oso onuragarria da energetikoki aireztapenean bero berreskuratzaileak instalatzea, eta kontuan eduki behar da batzuetan kanpo espazioak zaratsuegiak direla leihoak irekitzeko.



# MEMORIA



1. S&P CADB/T-HE-D 45 PRO-REG BERRESKURATZAILEA, BERO ETA HOTZ BATERIADUNA, SIAV V8, DOP HEPA H13 ETA CPZ FILTROEKIN, IKASGELEN, OFIZINEN ETA ARETO NAGUSIAREN AIREZTAPENERAKO
2. S&P TD-500/150-160 SILENT LERRO HAIZAGAILUA, KOMUNEN AIREZTAPENERAKO (ATERATZEA SOILIK).
3. S&P CAB-250 HAIZAGAILUA, BERO BATERIA ETA FILTROEKIN, AITROKO HAIZE BULKADARAKO (BULKADA SOILIK)
4. S&P CVT-320/320 HAIZAGAILUA, ESKAILERA BABESTUEN GAINPRESIORAKO (UNE-EN 12101)
5. S&P CADB/T-HE-D 33 PRO-REG BERRESKURATZAILEA, BERO ETA HOTZ BATERIADUNA, SIAV V8, DOP HEPA H13 ETA CPZ FILTROEKIN, BULEGO ETA IKASGELEN AIZTAPENERAKO.
6. S&P SIL-200 IXILGAILUA, BULKADA ZIRKUITOAN
7. S&P REMP-200 KONPORTA, IMARAREN KONTROLERAKO (30-100%), CO2 SENSOREEI ETA VAV KONTROL SISTEMARA KONEKTATUA.
8. MITSUBISHI VRF PEFY-P40VMA-E TUTU FAN-KOILA, ARETO NAGUSIKO AIRE BULKADA ETA GIROTZERAKO
9. WAREMA MARKISOLETTE TOLDO DOMOTIZATUA, EGUZKITZAPENAREN KONTROLERAKO (300 W/m<sup>2</sup> IRRADIAZIOAREKIN AKTIBAZIO AUTOMATIKOA)
10. W1 - WAREMA CLIMABUS SWITCH ACTUATOR
11. W2 - WAREMA WEATHER STATION
12. W3 - WAREMA CLIMATRONIC
13. W4 - WAREMA WLAN WEBCONTROL
14. SI1 - SUTE ALARMA SISTEMA
15. SI2 - S&P TDP-D PRESIO KONTROL SENSOREA
16. SI3 - S&P VFTM TRI 1.5 FREKUENTZIA KONBERTIDOREA
17. VAV1 - S&P VAV KONTROLADOREA
18. VAV2 - S&P RT KONTROL PANEL REMOTOA
19. VAV3 - TEMPERATURA ETA CO2 KONZENTRAZIO SENSOREAK





**AIR.0.2 –COVID–19 eta eraikinen aireztapena**

MAL honen emate egunerako, argi dago COVID–19–en transmisioa batez ere barne espazioetan ematen dela, aerosolei esker.

Agente patogenoen aire–transmisioari buruzko ikerketa ezak kalte egin dio transmisio bide horren garrantziaren kontzientziari. Eraikin moderno gehienak aireak garraiatutako patogenoak garrantzitsuak direla ustea gutxitu ondoren eraikin dira (higienismoa gainditu eta gero). Beraz, gure gaurko diseinuak eta eraikuntza eta instalakuntza sistemak ez dute kontuan hartzen birusak airearen bidez transmititzeko arrisku hori (medikuntza–, ikerketa– edo fabrikazio espezializatuetan izan ezik).

Kanpoko airearekin aireztapena handitzea da SRAS–CoV–2ren aerosol bidezko transmisio–arriskua gutxitzeko metodo nagusia da. Filtratu gabeko birzikulazioak kutsatze–arriskua handitzen du. Neguan, kanpoko aire–hornidura eta konfort termikoa orekatzeko erronka planteatzen da.

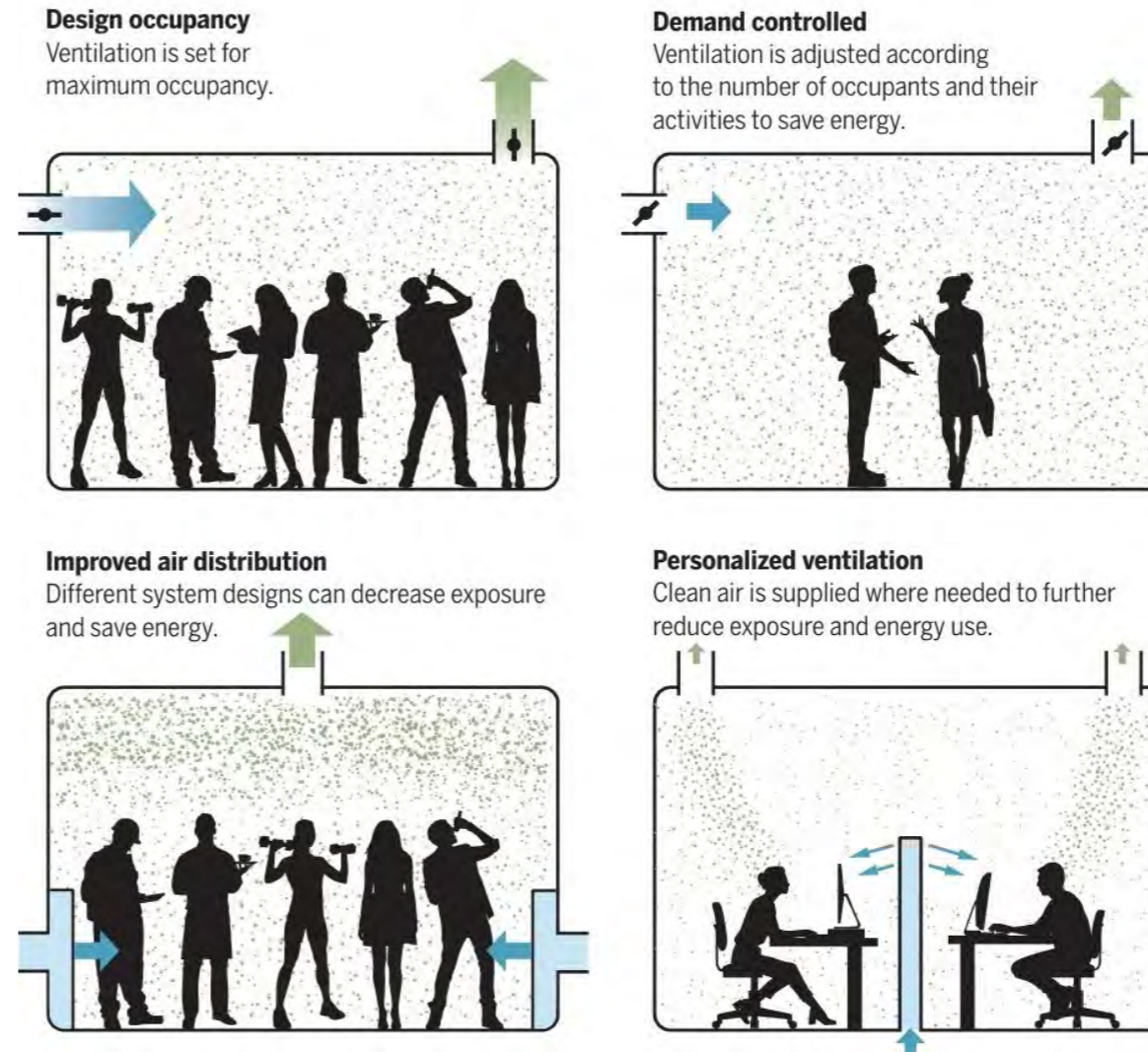
CIBSE–ren (*Chartered Institution of Building Services Engineers*) “*How do I deliver adequate, effective, suitable ventilation in a COVID–19 environment?*” dokumentuak hurrengo gomendioak ematen ditu aireztapen sistemen funtzio–namendurako:

- Ulertu eraikinaren aireztapen–sistema
- Aireztapena emari handiagoarekin funtzionarazi; horrek aldaketak ekar ditzake CO<sub>2</sub> doikuntza–puntuetan (bai aireztapen mekanikorako, bai leiho automatizatuetarako)
- Ez birzikulatu/transferitu airea gela batetik bestera, okupatutako gela guztiei aireztapen egokia emateko modu bakarra ez bada.
- Onargarria da gela bakar baten barruan airea birzikulatzea kanpoko aire–hornidura batekin osatzen denean soilik: horrek aire fresko gehiago ematen laguntzen du, bidaiari guztientzako aire fresko gehiago lortzen laguntzen du eta giroa erosoagoa izatea eragin dezake.

Gomendio horiek gida bezela hartuta, proiektu honen aireztapen sistema diseinatu da, printzipio–eskeman ikusi daiteken bezala:

- Instalakuntza lau zirkuito eta makinetan zatitu da, eta beraz aire kutsatze gurutzaturako aukera murriztu. Ez dago gelen arteko aire transmisiorik.
- Aireztapen sistema VAV emari aldakorrekoa da, hau da, emaria lokal bakoitzeko CO<sub>2</sub>–aren arabera aldatu egiten da. Une oro, aire kalitatea neurtzen duen gailu bat dago lokal guztietan, eta gailu horren kontsigna puntua aldatu egin daiteke (RITE–ren 900ppm–tik egoera normal batean, 600ppm ingurura pandemia batean).
- Leihoen irekiera automatikorako sistema domotiko bat diseinatu da, Warema–ren toldoen sistema berarekin kudeatzen dena, eta SIEGENIA markaren burdineria erabiliz gauzatzen dena. Sistema hau ere, CO<sub>2</sub> kontzentrazioa markadore bezala erabiliz kontrolatu daiteke.
- Hautatutako haizagailu eta berrezkuratzaileri partikula txikiak (PM<sub>2,5</sub>; PM<sub>10</sub>) iragazten dituzten filtroak gehitu zaizkie (V8, HEPA H13 eta CPZ).
- Airearen birzikulazioa areto nagusian soilik gertatzen da, eta girotze sistemak lanean ari direnean bakarrik. CIBSE–ren gomendioa jarraituz, birzikulazio hori kanpoko–aire hornidura batekin osatzen da beti.

Ventilation airflow rates must be controlled by the number of occupants in the space and their activity.



← VAV emari aldakorrekoko sistema eta beste COVID–19 prebenitzeko aireztapen proposamenak. [Morawska, L. et al., “*A paradigm shift to combat indoor respiratory infection*”, *Science*, vol. 372 issue 6543, 2021ko maiatza]



← Alemaniako eskola batean garatutako DIY aireztapen sistema (aire ateratzea bakarrik), 2020–ko azaroan [NYT].

CO <sub>2</sub> [ppm]	Air Quality
2100	<b>BAD</b> Heavily contaminated indoor air Ventilation required
2000	
1900	
1800	
1700	
1600	<b>MEDIOCRE</b> Contaminated indoor air Ventilation recommended
1500	
1400	
1300	
1200	
1100	<b>FAIR</b>
1000	
900	
800	<b>GOOD</b>
700	
600	
500	<b>EXCELLENT</b>
400	

↑ Ikasgela eta bulegoetan aire kalitatea eta CO<sub>2</sub> interpretatzeko legenda.

↓ EHU-ko Campus Bizia Lab Proiektuan instalatutako tablet-ak (CO<sub>2</sub>, T, HE) eta kontrol panel moduko dashboard bat, leihoen eta ateen irekiera sensoreekin (puntu berde eta gorriak).

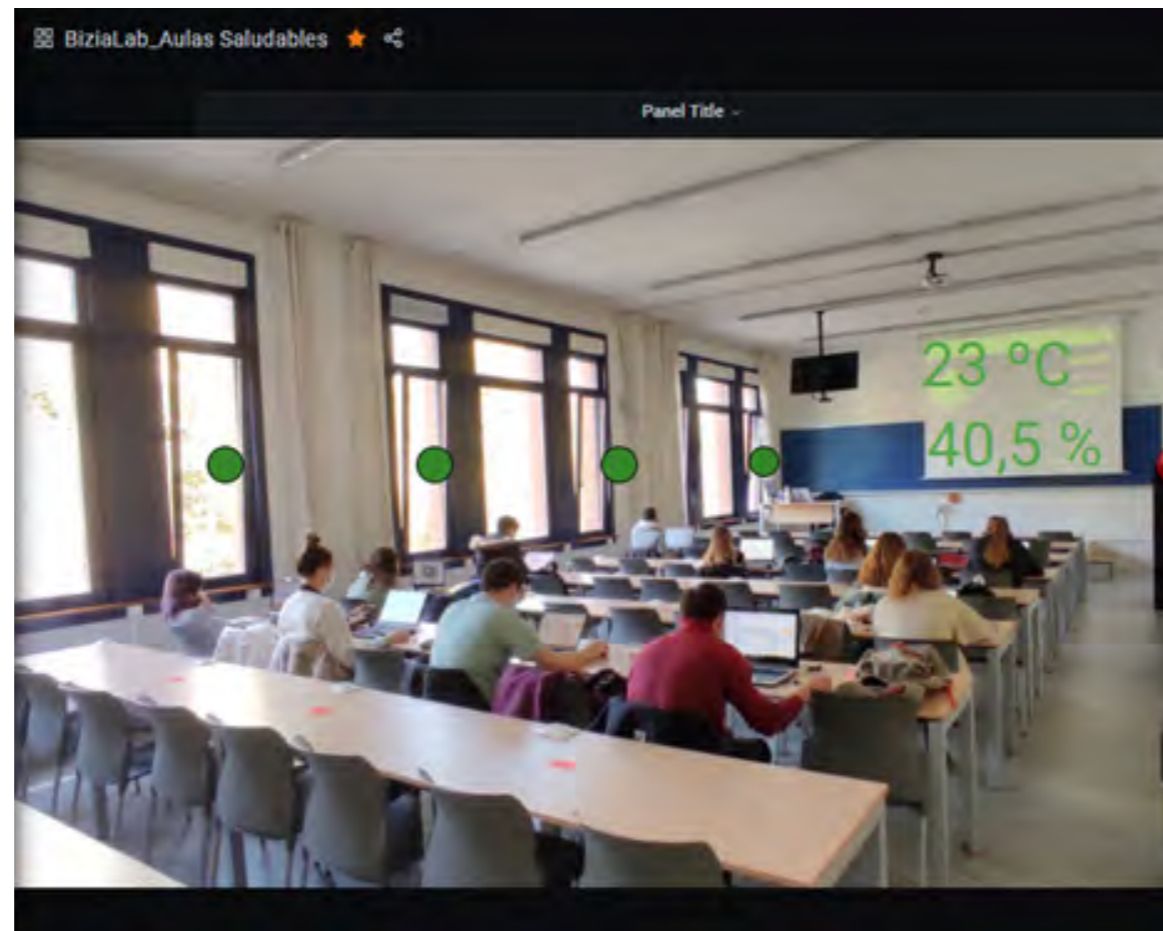


Donostiako Arkitektura Eskolako ikerketa proiektu batek, Campus Bizia Lab deialdian finantziatua, COVID-19 prebenitzeko aireztapen sistemak hausnartu ditu eta espezifikikoki, CO<sub>2</sub> kontzentrazioa neurtuz [ppm], ikasle era irakasleei denbora errealeko informazioa eskeintzaren efektua aire kalitatean. Proiektuaren helburuak honako hauek izan dira:

- Aireztapen naturaleko sistemen gaitasuna ebaluatzea eremu dozentee-tan
- Pantailak erabiliz monitorizazio-datuak denbora errealean ezartzearen eragina ebaluatzea eta erabiltzaileen erantzuna neurtzea;

Gainera, etengailu magnetikoko sentsoreak instalatu dira leihoen irekiera egoe-ra detektatzeko. Leihoak gehiago erabiltzeak eragin zuzena du aireztapenean; sentsore horiek erabiltzaileek espazioen aire kalitatean duten eragina aztertze-ko, eta, beraz, COVID-19 infekzio-arriskua murrizteko emango dute.

MAL-era eramanda, diseinatutako aireztapen sistemak Soler & Palau-ren Air-sens sentsore bat du ikasgela eta bulego bakoitzeko. Sentsore hori, alde bate-tik, marka berdinaren REMP konporta eta EcoWatt kontrol kaxari konektatua dago, eta CO<sub>2</sub> kontzentrazioaren arabera lokal bakoitzari bidaltzen dion emaria erregulatzen du konportaren posizioa aldatuz eta haizagailuaren intensidade elektrikoa aldatuz. Beste aldetik, aireztapen sistemaren emaria nahi den CO<sub>2</sub> kontzentrazioa mantentzeko nahikoa ez denean, edota kanpoko tenperatura konfortablea denean, Airsens sentsoreak SIEGENIA-ren aktadore automatikoak eragin ahal ditu, leihoak automatikoki irekitzen eta emari osagarri bat emanez.



### REMP



Compuertas motorizadas proporcionales. Compuertas motorizadas circulares con cuerpo de acero galvanizado y motorización controlada por la sonda AIRSENS. Se utilizan en los sistemas de ventilación multizona tipo proporcional. Alimentación: 24V-50/60Hz o 24VDC. Consumo: 1 (posic. marcha) y 0,4 (posic. paro). Entrada: 0-10V proporcional. Tiempo de respuesta: max. 150s al abrir o cerrar. Índice de protección: IP54. Temperatura de utilización: -10°C a +50°C max. 95% HR sin condensación.

### AIRSENS-CO<sub>2</sub> / VOC / RH



Sondas inteligentes disponibles en tres versiones diferentes: CO<sub>2</sub>, VOC y RH. Diseñadas para crear sistemas de demanda controlada de ventilación sin la necesidad de instalar un control intermedio. Estas sondas pueden conectarse a ventiladores AC, ECOWATT (EC) o variadores de frecuencia VFTM.

Modelo	Alimentación	Con-sumo (W)	Relé	Salida analógica	Rango lectura	Índice de protec-ción	Dimensiones LxAxH (mm)		
AIRSENS-CO <sub>2</sub>	100-240 VAC	0,7W	3A	0-10 V	450-2000 ppm (tecnología NDIR)	IP30	122x23x89		
AIRSENS-VOC	50/60Hz				250 VAC			2-10 V	450-2000 ppm
AIRSENS-RH									0-100%

### CONTROL ECOWATT



Modelo	Alimentación	Intensidad máxima (A)	Salida
CONTROL ECOWATT AC/DC	90-260 VAC	4	0-10V
CONTROL ECOWATT AC/4A	230 VAC		80-230V

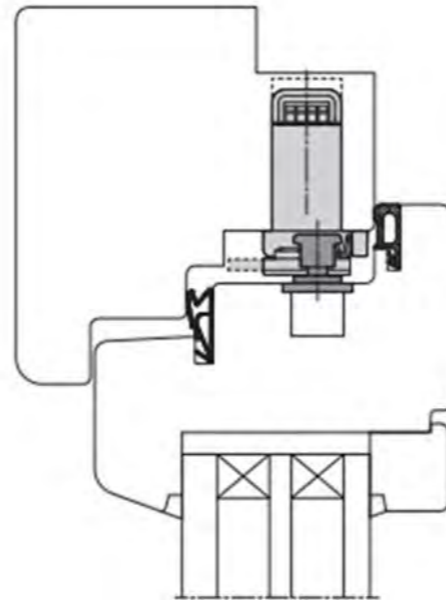
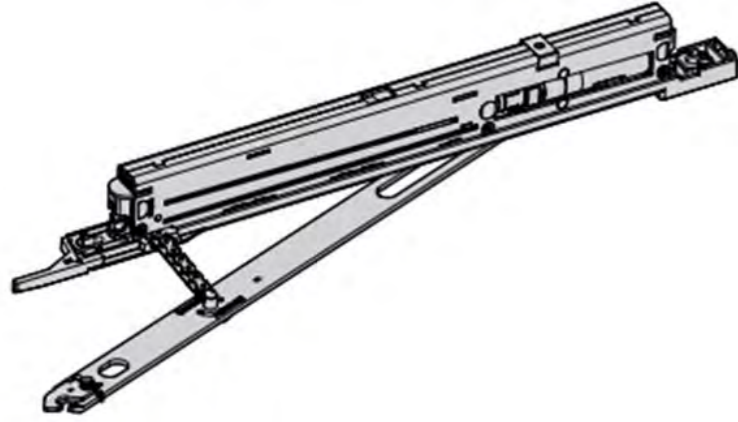
Elemento de control para sistemas de modulación de los caudales en instalaciones de ventilación de edificios públicos, comerciales o residenciales, que controla continuamente la velocidad de los motores para adecuarse a las necesidades reales, reducir el consumo energético y mantener un ambiente bien ventilado.

Cada modelo ofrece 3 modalidades de funcionamiento:

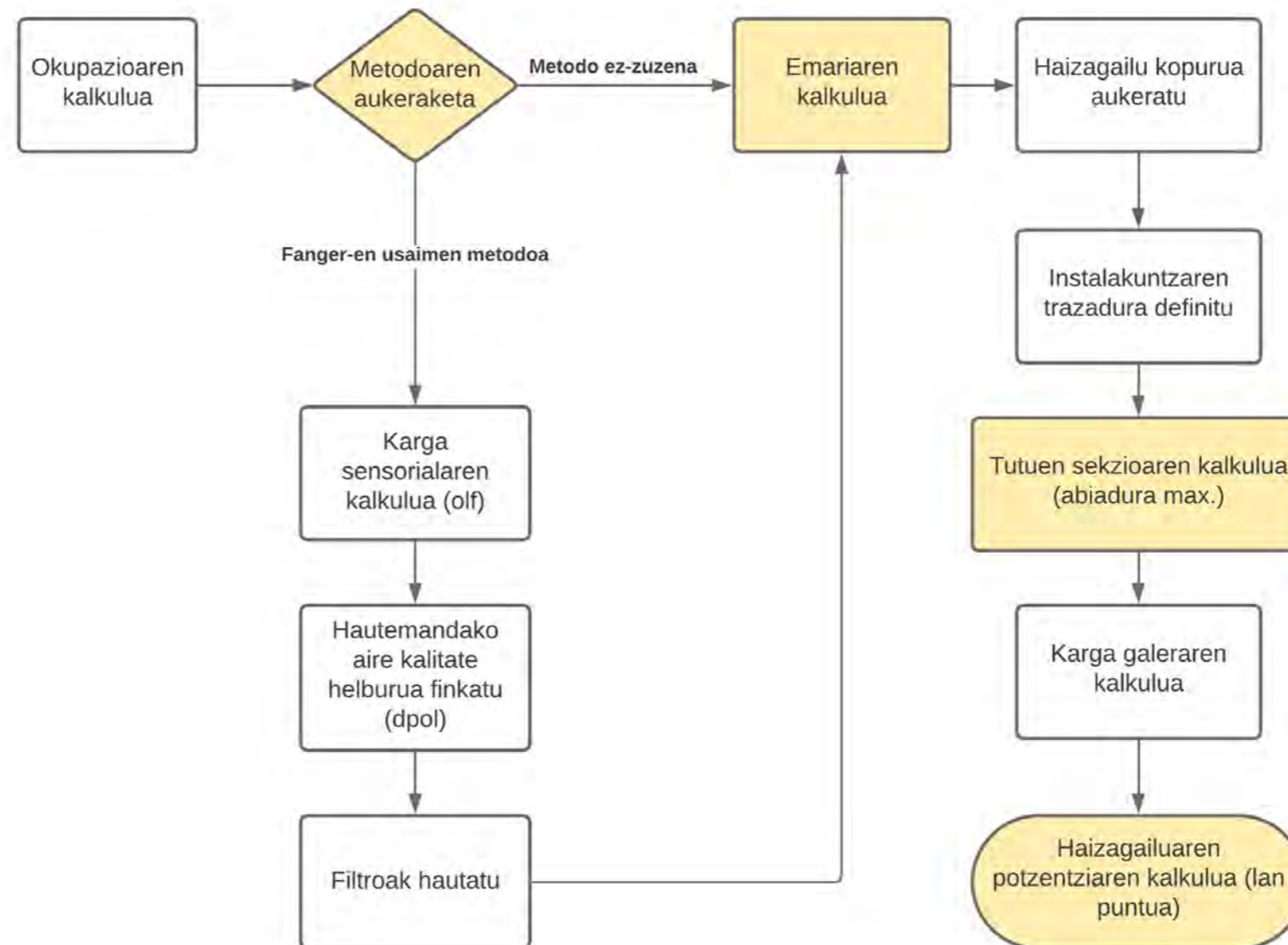
- Control Proporcional Integral (PI) para sistemas de presión constante con una entrada analógica 0-10V ó 4-20mA.
- Control Proporcional en base a tres posibles entradas analógicas (0-10V ó 4-20mA), para conectar sondas de CO<sub>2</sub>, de humedad o de temperatura y adecuar la ventilación proporcionalmente al parámetro de máxima demanda.
- Control Mínimo-Máximo, con tres posibles entradas digitales para contactos exteriores o un detector de presencia, y pasar de una ventilación mínima a una ventilación máxima.

**Technisches Datenblatt**  
 DRIVE axxent DK  
 Verdeckt liegender Kipp-Verriegelungsantrieb

**DRIVE**



← SIEGENIA-ren DRIVE axxent DK aktadoreak, leihoen ireki-  
 era automatikorako, lokalen  
 CO2 mailaren arabera (S&P  
 Airsens sensoreari konektatua)



← Aireztapen instalakuntzaren diseinurako fluxu-diagrama

## AIR.1 – AIREZTAPEN OROKORRA

Kode Teknikoaren DB-HS3 atalak eraikinen aireztapen minimorako betebeharrak ezartzen ditu. Eraikin terziarioen kasuan, proiektu honetan garatzen den nekazaritza eskola bezala, RITE-ra bidaltzen gaitu:

*Para locales de cualquier otro tipo se considera que se cumplen las exigencias básicas si se observan las condiciones establecidas en el RITE.*

Eta RITE-k, aldi berea:

*2. El resto de edificios dispondrá de un sistema de ventilación para el aporte de suficiente caudal de aire exterior que evite, en los distintos locales en los que se realice alguna actividad humana, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes, de acuerdo con lo que se establece en el apartado 1.4.2.2 y siguientes. A los efectos de cumplimiento de este apartado se considera válido lo establecido en el procedimiento de la UNE-EN 13779.*

IT 1.1.4.2.2 instrukzio teknikoak aire kalitate kategoria bat esleitzen du lokalen edo eraikinaren erabileraren arabera:

- **IDA 1:** (aire de óptima calidad): hospitales, clínicas, laboratorios y guarderías.
- **IDA 2:** (aire de buena calidad): **oficinas**, residencias (locales comunes de hoteles y similares, residencias de ancianos y de estudiantes), salas de lectura, museos, salas de tribunales, **aulas de enseñanza y asimilables y piscinas.**
- **IDA 3:** (aire de calidad media): edificios comerciales, cines, teatros, **salones de actos**, habitaciones de hoteles y similares, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo piscinas) y salas de ordenadores.

Proiektu honen kasuan, agerian dago **IDA 2** aire kalitatea dagokigula lokal gehienetan (ofizinak eta ikasgelak), eta areto nagusian **IDA 3**.

### AIR.1.1 – Emariaren kalkulu-oinarriak

IT 1.1.4.2.3-k beharrezkoa den emaria edo kaudala kalkulatzeko oinarriak eskeintzen dizkigu, eta zer metodo erabili behar diren.

Jarraiko okupazioa duten espazioetan, instrukzioan aipatzen den B metodoa erabiliko da, hau da, Hautemandako airearen kalitatearen arabeko metodo zuzena.

Airearen Kalitateari buruzko Metodo Zuzenak ez du okupazioa soilik kontuan hartzen, baizik eta okupazioa eta eraikinaren kokapena eta kanpoko airearen kalitatea ere bai, baita metodo tradizionalak ahaztutako beste alderdi batzuk ere, aireztapenaren eraginkortasuna eta purifikazioaren eraginkortasuna, non filtrazioak garrantzi handia duen.

Metodo hau CR 1752 (usaimen metodoa) txostenean oinarritua dago, nagusiki P. O. Fanger irakasleak eta bere kideek garatu zutena. Europako Batzordeak eta Zientzia, Ikerketa eta Garapenerako Zuzendaritza Nagusiak onartu egiten dute, eta "Guidelines for Ventilation Requirements in Buildings" izenburuarekin argitarata dago. Hori oinarri hartuta, une en 13779 arauak malgutasun handiagoa

eman dio aireztapen-emariak zehazteko metodo tradizionalari, eta RITEk bezala, Aire Galduaren Kalitatearen Metodo Zuzena onartu du.

Metodo hau Fanger irakasleak garatutako bi unitate berrietan oinarritua dago: olf eta decipol: **Olf** (latinetik, *olfactus*) pertsona heldu batek sortutako kutsatzailen emisio-tasa da, bulego batean edo industrialara ez den lanpostu batean lan egiten duena, sedentarioa, giro termiko neutroan.

**Decipol** (latinetik, *pollutio*) hautemandako airearen kalitatearen neurketa-unitatea da, eta honela definitzen da: pertsona estandar batek (1 olf) sortutako kutsadura, kutsatu gabeko airearen 10 l/s-ko aireztapen-tasarekin [1 decipol = 0,1 olf/(l/s)].

Aireztapen emariak kalkulatzeko teknika okupatzaileek eta beste kutsadura-foku batzuek (materialak, altzariak, ekipamenduak, eraikina) sortutako kutsadura-karga sentsorialean oinarritzen da, eta, beraz, faktore bereizgarri garrantzitsuak sartzen du okupatzaile bakoitzeko emari bat ematen duten metodoekiko.

Lokal baten kutsatzaile maila kalkulatzeko, Olf/m<sup>2</sup>-tan, hurrengo taula erabili behar da, datu esperimantelkin sortu dena:

Eraikin mota	Karga sensoriala [olf/m <sup>2</sup> ]	
	Batazbestekoa	Tartea
Bulego konbentzionalak	0.30	0.02-0.95
Eskolak	0.30	0.12-0.54
Hautzaindegiak	0.40	0.20-0.74
Areto nagusiak	0.50	0.13-1.32

Alternatiboki, okupazioaren arabera kutsatzaileak kalkulatzeko Olf hutsetan, beste honako taula erabili daiteke:

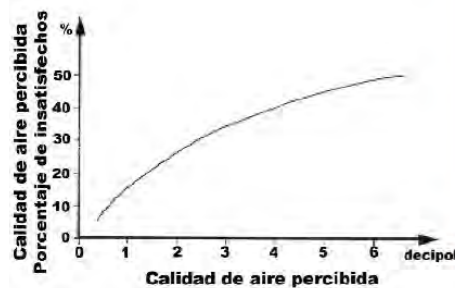
Jarduera	MET maila	Karga [olf/pertsona]
Sedentarioa	1.0-1.2	1.00
Arina	< 3.0	4.00
Moderatua	< 6.0	10.00
Altua (fisikoa)	< 10.0	20.00
Haur-eskolak (3-6 urte)	/	1.20
Eskolak (14-16 urte)	/	1.30

Hortaz, proiektu honetako ikasgela tipikoan, 33 pertsonako okupazio batekin, 33x1.3 = 42.9 Olf-eko kutsatze maila kontsideratu beharko genuke.

RITE-ren IT 1.1.4.2.3-k, hurrengo hautemandako aire kalitate minimoa ezartzen du, aireztapen emaria jakin batekin eta filtro jakin batzuekin bermatu beharko dena:

Usaimen metodoa (RITE 1.4.2.2)	
IDA 1	0.8 decipol
IDA 2	1.2 decipol
IDA 3	2.0 decipol
IDA 4	3.0 decipol

↓ Decipol eta airearen hautemandako kalitatearen arteko harremana



Metodoak kanpoaldeko airearen kalitaterako ere balioak eskaintzen dizkigu, RITE-ren ODA 1, ODA 2 eta ODA 3-ren ekibalenteak Olf-etan, hain zuzen ere:

Ingurugiroa	Decipol	CO [mg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]	SO <sub>2</sub> [mg/m <sup>3</sup> ]
Ez-kutsatua (RITE ODA 1)	0.00	0.0-0.2	0.002	0.001
Kutsapen arina (RITE ODA 2)	< 0.1	1.0-2.0	0.005-0.02	0.005-0.02
Kutsapen handia (RITE ODA 3)	< 0.5	4.0-2.0	0.05-0.08	0.05-0.10

Jarraiko okupazioa ez duten espazioetan, aldiz, RITE-ren D metodo ez zuzena erabiliko da, UNE 13779-en oinarritua. Metodo honek azaleraren arabera emari bat emango digu lokal bakoitzerako (komunak, biltegiak...):

D metodoa (RITE 1.4.2.4)	
IDA 1	ezin da erabili
IDA 2	0.83 l/s.m <sup>2</sup>
IDA 3	0.55 l/s.m <sup>2</sup>
IDA 4	0.28 l/s.m <sup>2</sup>

### AIR.1.2 - Emariaren kalkulua

Aurreko atalean deskribatutako metodologia jarraituz, aireztapen emaria kalkulatu da. Horretarako, lehenik lokal bakoitzaren okupazioa eta azalera beharrezkoak dira:

Ingurugiroa	Okupazioa	Azalera [m <sup>2</sup> ]	IDA
Ikasgelak	33	83	IDA 2
Talde lanerako gelak	16	33	IDA 2
Laborategiak eta biblioteka	33 / 20	48	IDA 2
Areto nagusia	90	128	IDA 3

Proiektuaren kokapenari dagokionez, kanpoko airearen kalitatea ODA 2 dela onartuko da, beraz ODA 2 → 0.1 dp.

Airearen kalitatearen ekuazio arrunta hurrengoa da:

$$Q = \frac{G}{C_{int} - C_{ext}} \cdot E_p$$

Eta hautemandako aire kalitateren metodo zuzena erabiltzeko egin behar zaion ajustea:

$$Q = 10 \cdot \frac{G_o}{C_{api} - C_{ape}} \cdot E_p$$

Non:

- $G_o$  Karga sensorial totala [Olf]
- $C_{api}$  barne airearen hautemandako kalitatea [dp]
- $C_{ape}$  kanpo airearen hautemandako kalitatea [dp]
- $E_p$  100% - filtroen eraginkortasuna (%)

Okupazioaz gain, eraikuntza elementuen eta ekipoen kutsaketa kontuan hartzeko, 0.30 olf/m<sup>2</sup>-ko balio bat onartuko da. Filtroen eraginkortasuna %80-koa da, V8 polarizazio aktiboa + HEPA H13 + CPZ filtro konbinaziorako.

Beraz, aurreko ataleko tauletatik datuaz hartuz, ikasgeletan hurrengo emaria kalkulatu da:

$$Q = 10 \cdot \frac{33 \cdot 1.3 + 83 \cdot 0.3}{1.2 - 0.1} \cdot (1 - 0.8)$$

$$Q = 10 \cdot \frac{67.8}{1.1} \cdot 0.2 = 123.27 \text{ l/s}$$

Ikasgeletan, 123.27 l/s-ko emaria jarriko da gutxienez (443.77 m<sup>3</sup>/h edo 13.45 m<sup>3</sup>/h pertsona bakoitzeko).

Talde lanerako geletan (IDA 2):

$$Q = 10 \cdot \frac{16 \cdot 1.3 + 33 \cdot 0.3}{1.2 - 0.1} \cdot (1 - 0.8)$$

$$Q = 10 \cdot \frac{30.7}{1.1} \cdot 0.2 = 55.81 \text{ l/s}$$

Talde lanerako geletan, 55.81 l/s-ko emaria jarriko da gutxienez (200.92 m<sup>3</sup>/h edo 12.55 m<sup>3</sup>/h pertsona bakoitzeko).

Laborategietan (IDA 2):

$$Q = 10 \cdot \frac{33 \cdot 1.3 + 48 \cdot 0.3}{1.2 - 0.1} \cdot (1 - 0.8)$$

$$Q = 10 \cdot \frac{57.3}{1.1} \cdot 0.2 = 104.18 \text{ l/s}$$

Laborategi eta ordenagailu geletan, 104.18 l/s-ko emaria jarriko da gutxienez (375.06 m<sup>3</sup>/h edo 11.36 m<sup>3</sup>/h pertsona bakoitzeko).

Liburutegian (IDA 2):

$$Q = 10 \cdot \frac{20 \cdot 1.3 + 48 \cdot 0.3}{1.2 - 0.1} \cdot (1 - 0.8)$$

$$Q = 10 \cdot \frac{40.4}{1.1} \cdot 0.2 = 73.45 \text{ l/s}$$

Liburutegian, 73.45 l/s-ko emaria jarriko da gutxienez (264.42 m<sup>3</sup>/h edo 13.22 m<sup>3</sup>/h pertsona bakoitzeko).

Areto nagusian (IDA 3):

$$Q = 10 \cdot \frac{90 \cdot 1.0 + 128 \cdot 0.5}{2.0 - 0.1} \cdot (1 - 0.8)$$

$$Q = 10 \cdot \frac{154}{1.9} \cdot 0.2 = 162.11 \text{ l/s}$$

Areto nagusian, 162.11 l/s-ko emaria jarriko da gutxienez (583.60 m<sup>3</sup>/h edo 6.49 m<sup>3</sup>/h pertsona bakoitzeko).

	Metodo ez zuzena (A)	Usaimen metodoa (B)	B/A (%)
Ikasgela	45.00	13.45	30%
Talde gela	45.00	12.55	28%
Laborategia	45.00	11.36	25%
Biblioteka	45.00	13.22	29%
Areto nagus.	28.80	6.49	23%

↑ RITE-ko usaimen metodo zuzena (B) eta metodo ez zuzena (A) erabiliz lortzen diren aireztapen emariaren konparazioa (m<sup>3</sup>/h pertsona bakoitzeko)

→ Proiektuko emari guztien kalkulua eta kontsigna, zirkuito bakoitzeko. Erabilitako usaimen metodoaz gain, RITE-ren metodo ez-zuzenaren imar-ak adierazi dira, konparazio moduan.

MEMORIA

	AIRE KAL.	OKU PAZI OA	Q IND. (RITE A) [m <sup>3</sup> /h]	Q OLF. (RITE B) [m <sup>3</sup> /h]	Q SUP. (RITE D) [m <sup>3</sup> /h]	PROIEKTUKO EMARIAK [m <sup>3</sup> /h]										SUTE BENT.1	SUTE BENT.2		
						1. REKUPERADOREA INP.	1. REKUPERADOREA EXTR.	2. REKUPERADOREA INP.	2. REKUPERADOREA EXTR.	3. REKUPERADOREA INP.	3. REKUPERADOREA EXTR.	4. REKUPERADOREA INP.	4. REKUPERADOREA EXTR.	ATRIOKO INP. 1	ATRIOKO INP. 2			KOMUNEN EXTR.	
HURIGURREN SOL.	LAB. HIDROPONIKOA I	IDA 2	75	3375	1013	600	600	450	450										
	LAB. HIDROPONIKOA II	IDA 2	75	3375	1013					600	600	450	450						
	IRAKASLE GELA	IDA 2	20	900	270	/													
	BILTEGIA	IDA 2	/	/	/	143			150	150									
	ATRIOA	/	/	/	/	/								150	150				
	KOMUNAK	UNE	3 i	/	/	29												90	
	KOMUN IRISGARRIA	UNE	1 i	/	/	12												30	
BIGARREN SOLAIRUA	IKASGELA 2.1	IDA 2	33	1485	446	/	450	450											
	TALDE LANERAKO GELA 2.A	IDA 2	16	720	216	/	225	225											
	IKASGELA 2.2	IDA 2	33	1485	446	/			450	450									
	LABORATEGIA 2	IDA 2	33	1485	446	/			450	450									
	IKASGELA 2.3	IDA 2	33	1485	446	/					450	450							
	TALDE LANERAKO GELA 2.B	IDA 2	16	720	216	/					225	225							
	IKASGELA 2.4	IDA 2	33	1485	446	/							450	450					
	BIBLIOTEKA	IDA 2	20	900	270	/							450	450					
	ATRIOA	/	/	/	/	/									150	150			
	KOMUNAK	UNE 13779	3 i	/	/	29												90	
KOMUN IRISGARRIA	UNE 13779	1 i	/	/	12												30		
LEHENENGO SOLAIRUA	IKASGELA 1.1	IDA 2	33	1485	446	/	450	450											
	TALDE LANERAKO GELA 1.A	IDA 2	16	720	216	/	225	225											
	IKASGELA 1.2	IDA 2	33	1485	446	/			450	450									
	LABORATEGIA 1	IDA 2	33	1485	446	/			450	450									
	IKASGELA 1.3	IDA 2	33	1485	446	/					450	450							
	TALDE LANERAKO GELA 1.B	IDA 2	16	720	216	/					225	225							
	IKASGELA 1.4	IDA 2	33	1485	446	/							450	450					
	ORDENAGAILU GELA	IDA 2	33	1485	446	/							450	450					
	ATRIOA	/	/	/	/	/									150	150			
	KOMUNAK	UNE 13779	3 i	/	/	29												90	
KOMUN IRISGARRIA	UNE 13779	1 i	/	/	12												30		
BEHEKO SOLAIRUA	AMANKOMUNEKO GELA	IDA 2	30	1350	405	/			450	450									
	IDAZKARITZA	IDA 2	10	450	135	/			150	150									
	LEIHATILA	IDA 2	2	90	27	/			50	50									
	ZUZENDARITZA IDAZKARITZA	IDA 2	4	180	54	/					100	100							
	ZUZENDARIAREN BULEGOA	IDA 2	2	90	27	/					90	0							
	BATZAR GELA	IDA 2	6	270	81	/					0	90							
	KLAUSTROA	IDA 2	25	1125	338	/					350	350							
	ARETO NAGUSIA	IDA 2	90	4050	1215	/	700	700					700	700					
	ATRIOA	/	/	/	/	/									150	150			
	KOMUNAK	UNE 13779	3 i	/	/	29												90	
KOMUN IRISGARRIA	UNE 13779	1 i	/	/	12												30		
ESKAIL	ESKAIL. BABES. 1 (SUTEA)	UNE 12101	/	/	/	/												6521	0
ERAK	ESKAIL. BABES. 2 (SUTEA)	UNE 12101	/	/	/	/												0	6521
<b>GUZTIRAKO IMARAK, EKIPO BAKOITZEKO [m<sup>3</sup>/h]</b>						<b>2650</b>	<b>2650</b>	<b>3050</b>	<b>3050</b>	<b>2490</b>	<b>2490</b>	<b>3250</b>	<b>3250</b>	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>480</b>	<b>6521</b>	<b>6521</b>	

**AIR.1.3 – Lortututako emarien hausnarketa eta balidazioa**

Fanger-en hautemandako aire kalitatearen metodoa (olfatiboa) erabiliz lortu diren emariak, RITE-ko metodo ez zuzenaren herena (1/3) dira. Emari horiek printzipioz zuzenak dira eta onartuak daude auraudian, hautatu diren filtroak erabiltzen diren bitartean eta filtro horien mantenu on bat egiten bada. Hala ere, emari konbentzionalak baino txikiagoak direnez, kalkulaturako emaitzak beste araudi eta gauzatu diren proiektuenekin konparatu nahi izan dira:

ANSI ASHRAE 62.1-2013 arau amerikanoa erabiliz, hurrengo emariak lortuko genituzke ikasgela tipoa:

$$3.8 \cdot 33 + 0.3 \cdot 83 = 150.30 \text{ l/s}$$

$$\text{edo } 150.3/33 = 4.55 \text{ l/s.perts} = 16.38 \text{ m}^3/\text{h.perts}$$

Usainmen metodoa erabiliz kalkulatu dugun emari minimoa ikasgela 13.45 m<sup>3</sup>/h pertsona bakoitzekoa da, eta azkenean proiektatu dena, 13.64 m<sup>3</sup>/h-koa okupatzaile bakoitzeko. Emaitza parekoa dela ikusgarri da.

Bestalde, Fanger-en metodoa erabili duten Gauzatze Proiektuak bilatu, eta haiekin konparatu:

Kontsultatu den lehenengo proiektua Madrilen egindako eskola bat da, Eugenia del Río eta Elario Rodríguez arkitektoena (EMASE Arquitectura). Proiektua administrazioaren “perfil del contratante” web orri-tik eskuratu da eta izena “*Proyecto básico, de ejecución y de actividad de la 4a Fase del CEIP Navas de Tolosa para la construcción de 5 Unidades de Primaria*”, Paracuellos de Jarama-n, Madril.

Gauzatze Proiektuaren memorian, ikasgelen guztirako emaria 423.28 l/s-koa dela azaltzen da, eta guztirako okupazioa 164 pertsona,

$$\text{beraz } 423.28/164 = 2.58 \text{ l/s.perts} = 9.29 \text{ m}^3/\text{h.perts}$$

Master Amaiera Lan honetan kalkulatu den aireztapen emaria 13.64 m<sup>3</sup>/h.perts-koa da, ia %50 gehiago.

Aztertutako bigarren proiektua ere Madrilen dago eta bigarrez hezkuntza zentro bat da, Borja Santafé arkitektoarena, “*Proyecto de Ejecución Centro de Enseñanza Secundaria Villa de Cobeña - Fase 1*”.

Aireztapen kalkulu memorian, emari totala 265.51 l/s da eta okupazio totala 109 pertsonakoa,

$$\text{beraz } 265.51/109 = 2.43 \text{ l/s.perts} = 8.77 \text{ m}^3/\text{h.perts}$$

MAL honetan kalkulatu den emaria 13.64 m<sup>3</sup>/h.perts-koa da, proiektu honen %55 baino gehiago.

Azkenik, Madrilgo Sevilla la Nueva herriko liburutegiaren proiektua kontsultatu da, eskola eta ikastetxeek bezela RITEko IDA2 bete behar duena, “*Proyecto Básico y de Ejecución de Obras de Ampliación de la Biblioteca de Sevilla la Nueva, Madrid*”, Daniel Cabrera arkitektoak egina.

**TABLE 6.2.2.1 Minimum Ventilation Rates in Breathing Zone**

(This table is not valid in isolation; it must be used in conjunction with the accompanying notes.)

Occupancy Category	People Outdoor Air Rate $R_p$		Area Outdoor Air Rate $R_a$		Notes	Default Values			Air Class
						Occupant Density (see Note 4)	Combined Outdoor Air Rate (see Note 5)		
	cfm/person	L/s-person	cfm/ft <sup>2</sup>	L/s·m <sup>2</sup>		#/1000 ft <sup>2</sup> or #/100 m <sup>2</sup>	cfm/person	L/s-person	
<b>Educational Facilities</b>									
Daycare (through age 4)	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2
Daycare sickroom	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	3
Classrooms (ages 5–8)	10	5	0.12	0.6		25	15	7.4	1
Classrooms (age 9 plus)	10	5	0.12	0.6		35	13	6.7	1
Lecture classroom	7.5	3.8	0.06	0.3	H	65	8	4.3	1
Lecture hall (fixed seats)	7.5	3.8	0.06	0.3	H	150	8	4.0	1
Art classroom	10	5	0.18	0.9		20	19	9.5	2
Science laboratories	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2
University/college laboratories	10	5	0.18	0.9		25	17	8.6	2
Wood/metal shop	10	5	0.18	0.9		20	19	9.5	2
Computer lab	10	5	0.12	0.6		25	15	7.4	1
Media center	10	5	0.12	0.6	A	25	15	7.4	1
Music/theater/dance	10	5	0.06	0.3	H	35	12	5.9	1
Multiuse assembly	7.5	3.8	0.06	0.3	H	100	8	4.1	1

Proiektuko RITE-ren justifikazioan okupazio maximoa 158 pertsonakoa dela esaten da eta aireztapen emari totala 378 l/s,

$$\text{beraz } 378/158 = 2.39 \text{ l/s.perts} = 8.61 \text{ m}^3/\text{h.perts}$$

MAL honetan kalkulatu den emaria 13.64 m<sup>3</sup>/h.perts-koa da, ia %60 gehiago.

Hausnartutako proiektu eta araukin, MAL onetan proposatzen diren aireztapen emariak onargarriak direla esan daiteke.

↑ ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2013 aireztapen emariak eraikin dozentetan. [ASHRAE]



**AIR.1.3 – Tutuen eta haizagailuen kalkulua**

Tutuak dimentsionatzeko lehenengo irizpidea airearen abiadura da. Abiaduraren kontrolak instalakuntza isil bat diseinatzeko prozedura klabea da. Emaria ezagututa, fluxuaren abiadura kalkulatzeko formula:

$$v = \frac{Q}{S}$$

Non:

- v Airearen abiadura [m/s]
- Q Emaria [m<sup>3</sup>/s]
- S Sekzioa [m<sup>2</sup>]

Abiadura limitatzeko, bi arau internazional hausnartu dira eta frabrikatzaile manual bat; “*AHSRAE Handbook, Chapter 48– Noise and Vibration Control*”, “*CIBSE Guide B – HVAC & Refrigeration 2005*” eta “*Carrier Handbook of Air Conditioning design / Chapter 2 Air duct design*”.

**ASHRAE**-n, lehenik NC/RC koefizientea lortu behar da erabilaren arabera:

Room Types		Octave Band Analysis <sup>a</sup>	Approximate Overall Sound Pressure Level <sup>a</sup>	
		NC/RC <sup>b</sup>	dBA <sup>c</sup>	dBC <sup>c</sup>
	recital halls			
	Music teaching studios	25	30	55
	Music practice rooms	30	35	60
Hospitals and Clinics	Patient rooms	30	35	60
	Wards	35	40	60
	Operating and procedure rooms	35	40	60
	Corridors and lobbies	40	45	65
Laboratories	Testing/research with minimal speech communication	50	55	75
	Extensive phone use and speech communication	45	50	70
	Group teaching	35	40	60
Churches, Mosques, Synagogues	General assembly with critical music programs <sup>d</sup>	25	30	55
Schools <sup>f</sup>	Classrooms	30	35	60
	Large lecture rooms with speech amplification	30	35	60
	Large lecture rooms without speech amplification	25	30	55
Libraries		30	35	60
Indoor Stadiums, Gymnasiums	Gymnasiums and natatoriums <sup>g</sup>	45	50	70

Ikasgela eta liburutegietan, 25 eta 30 arteko NC/RC baterako diseinatu behar da, hau da, 30–35 dBA-ko soinu presio baterako. Ofizinetan NC/RC 30 da.

Jarraian, 8. taulan NC/RC eta tutuen eta sabai moten arabera, bermatu behar den abiadura maximoa lortzen da. Gure kasuan, sabai akustiko baten gainean egongo dira hodiak:

**Table 8. Maximum Recommended Duct Airflow Velocities to Achieve Specified Acoustic Design Criteria**

Main Duct Location	Design RC(N)	Maximum Airflow Velocity, fpm	
		Rectangular Duct	Circular Duct
In shaft or above drywall ceiling	45	3500	5000
	35	2500	3500
	25	1700	2500
Above suspended acoustic ceiling	45	2500	4500
	35	1750	3000
	25	1200	2000
Duct located within occupied space	45	2000	3900
	35	1450	2600
	25	950	1700

Beraz, montanteetan abiadura maximoa 2.500 fpm izango da (12.7 m/s) eta sabaietan instalatzen diren hodietan 2.000 fpm (10.2 m/s). Adar sekundarioetan, azken balio honen %80-a aplikatu behar da, beraz: **8.2 m/s**.

**CIBSE B gidak** zuzenean NR zarata maila eta abiadura maximoak eskaintzen ditu 5. taulan, hodi horizontal nagusi eta adarrentzako:

**Table 5.0 Maximum airflows for low pressure systems in relation to noise levels**

Typical applications	Typical noise rating (NR)	Velocity (m/s)		
		Main ducts	Branch	Runouts
Domestic buildings (bedrooms)	25	3.0	2.5	<2.0
Theaters, concert halls	20-25	4.0	2.5	<2.0
Auditoria, lecture halls, cinemas	25-30	4.0	3.5	<2.0
Bedrooms (non-domestic buildings)	20-30	5.0	4.5	2.5
Private offices, libraries	30-35	6.0	5.5	3.0
General offices, restaurants, banks	35-40	7.5	6.0	3.5
Department stores, supermarkets, shops, cafeterias	40-45	9.0	7.0	4.5
Industrial buildings	45-55	10.0	8.0	5.0

Kasu honetan CIBSE-k eskaera maila altuagoa du eta **5.5 m/s** eta **6.0 m/s** arteko abiadura maximoa onartzen du, tutuak agerian edo sabai aizun batean dau den bereiztu gabe.

**CARRIER** manualak aire bulkada eta ateratzearen arteko diferentzia egiten du, bai eta hodi nagusi eta adarren artean:

APPLICATION	CONTROLLING FACTOR NOISE GENERATION Main Ducts	CONTROLLING FACTOR—DUCT FRICTION			
		Main Ducts		Branch Ducts	
		Supply	Return	Supply	Return
Residences	600	1000	800	600	600
Apartments Hotel Bedrooms Hospital Bedrooms	1000	1500	1300	1200	1000
Private Offices Directors Rooms Libraries	1200	2000	1500	1600	1200
Theatres Auditoriums	800	1300	1100	1000	800
General Offices High Class Restaurants High Class Stores Banks	1500	2000	1500	1600	1200
Average Stores Cafeterias	1800	2000	1500	1600	1200
Industrial	2500	3000	1800	2200	1500

MAL honetako instalakuntza ekilibratua dagoenez eta simetrikoa izango denez, *return* balioa hartuko dugu taulatik. Tutu nagusietan, CARRIER-en arabera abiadura maximoa 1.500 fpm da (**7.6 m/s**) eta adarretan 1.200 fpm (**6.1 m/s**).

Hausnarketa eta gero, proiektuan gaudituko ez diren abiadura maximoak:

- Montantetan **12 m/s**
- Hodi nagusietan **7.5 m/s**
- Abarretan **6.0 m/s**

Instalazioa isilagoa egitearren, ikasgelak eta bulegoak zeharkatzen dituzten hodiak **5.0 m/s**-ko muga bat errespetatuko da, eta isilgailuak jarriko dira abiadura hori gainditzen denean.

Hodiak dimentsionatu eta gero, abiadura kontrolatuta, beharrezkoa da instalakuntza osoaren karga galera ateratzea, haizagailuak aukeratzeko.

Lehenik, karga galera unitarioa kalkulatu behar da, hodi mota, diametroa eta airearen abiaduraren arabera. Novatub altzairuzko tutu zirkularrentzat:

$$h_r = 2.09 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{Q^{1.82}}{D^{4.86}}$$

Non:

- $h_r$  karga galera unitarioa [mm.c.a/m]
- $Q$  Emaria [ $m^3/s$ ]
- $D$  Diametroa [m]

Konexio elementu eta osagarrien efektua kontuan hartzeko, hodiaren luzeerari %40 eta %65 bat artean gehituko zaie, tarte bakoitzaren trazadura eta ezaugarrien arabera:

$$L_{eq} = (1 + k) \cdot L$$

Non:

- $L_{eq}$  Luzeera ekibalentea [m]
- $L$  Luzeera erreala [m]
- $k$  Osagarrien koefizientea [0.4–0.65 artekoa]

Berreskurapen estatiko gabeko kalkulu batean, karga galera hurrengoak izango litzake:

$$H_f = h_r \cdot L_{eq}$$

Non:

- $h_r$  karga galera unitarioa [mm.c.a/m]
- $L_{eq}$  Luzeera ekibalentea [m]
- $H_f$  Karga galera [mm.c.a]

Baina tarte bakoitzean rejilla edo aho batean deskarga egin eta gero, presio berreskuratze estatiko bat gertatzen da, abiaduraren aldaketaren ondorioz. Berreskuratzen den presio hori kalkulatzeko:

$$H_r = 0.75 \cdot \frac{v_1^2 - v_2^2}{16}$$

Non:

- $H_r$  Berreskuperapen estatikoa [mm.c.a]
- $v_1$  deskarga aurreko abiadura [m/s]
- $v_2$  deskarga ondoko abiadura [m/s]

Eta beraz, tarte bakoitzean sortuko den presio galera:

$$H = h_r \cdot L_{eq} - H_r$$

Non:

- $H$  Presio galera tartean [mm.c.a]
- $h_r$  Karga galera unitarioa [mm.c.a/m]
- $L_{eq}$  Luzeera ekibalentea [m]
- $H_r$  Berreskuratze estatikoa tartean

Tarte bakoitzean kalkulua egin eta gero, partzial guztiak gehituz haizagailuak gaudituko beharko duen presioa lortu daiteke, potentzia aukeratzeko:

$$P_{total} = \sum H_{AB} + H_{BC} + \dots + H_{NM}$$

Non:

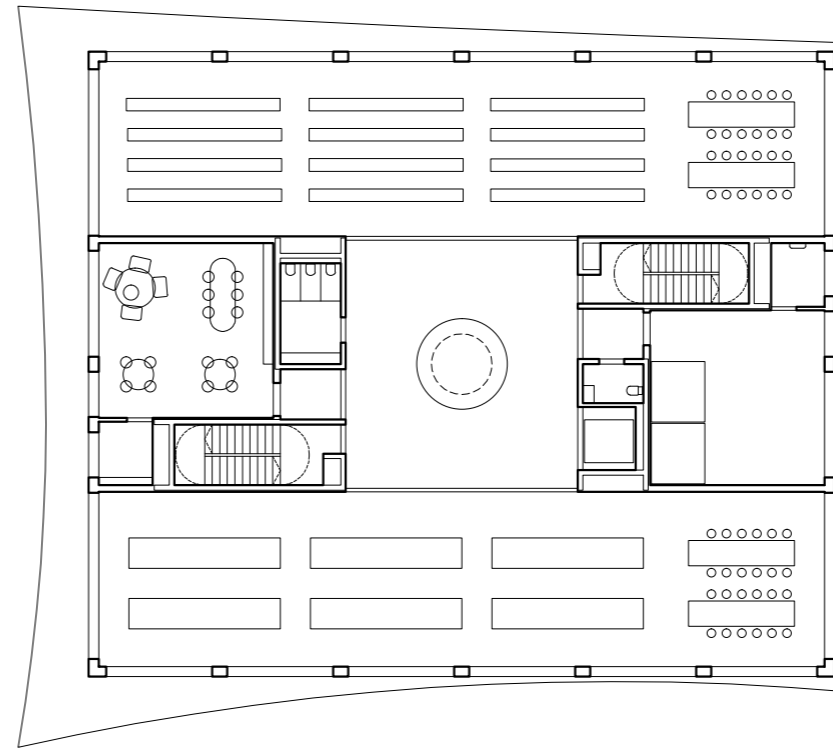
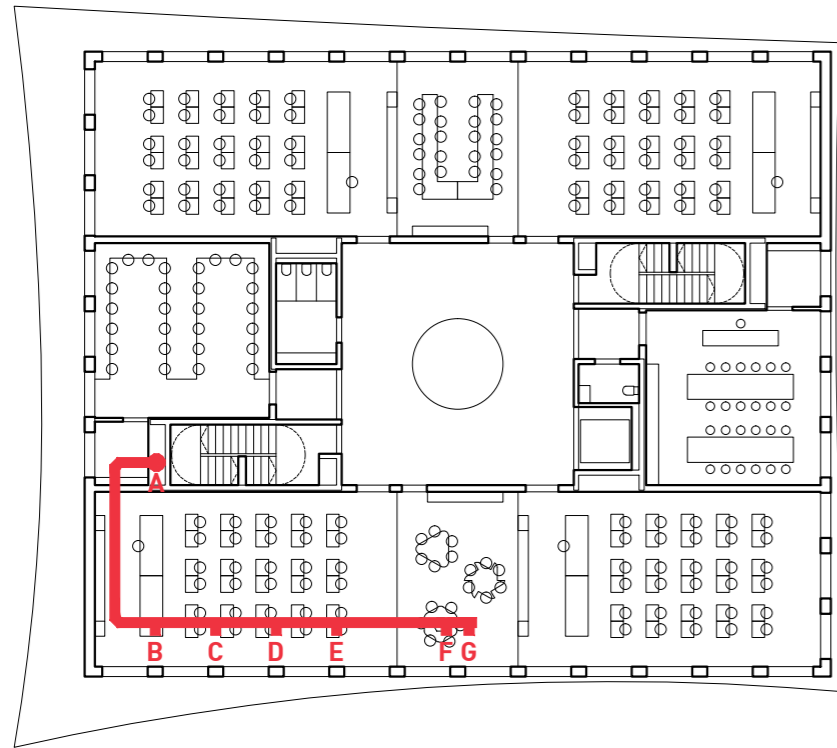
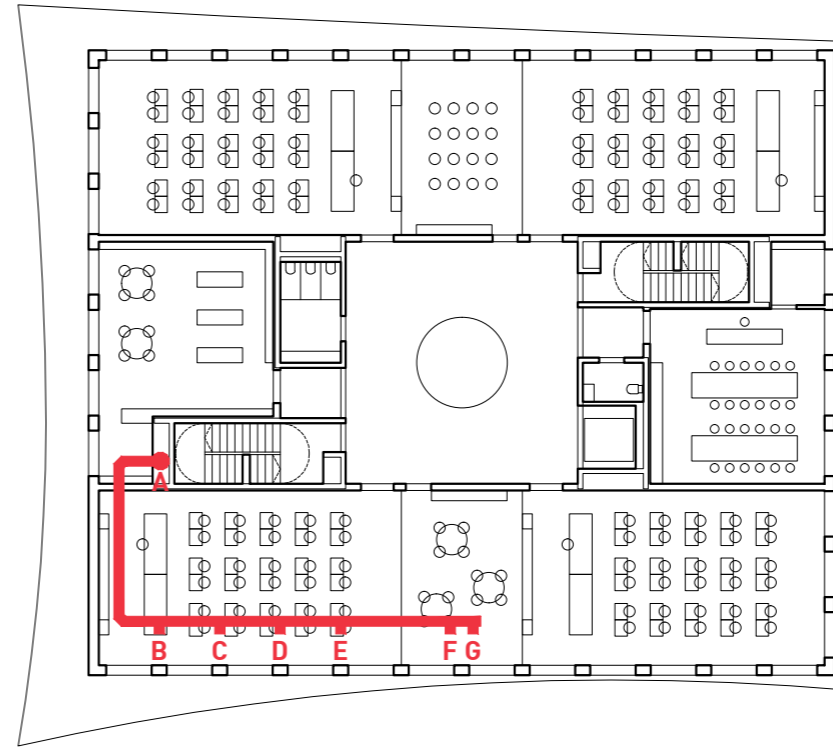
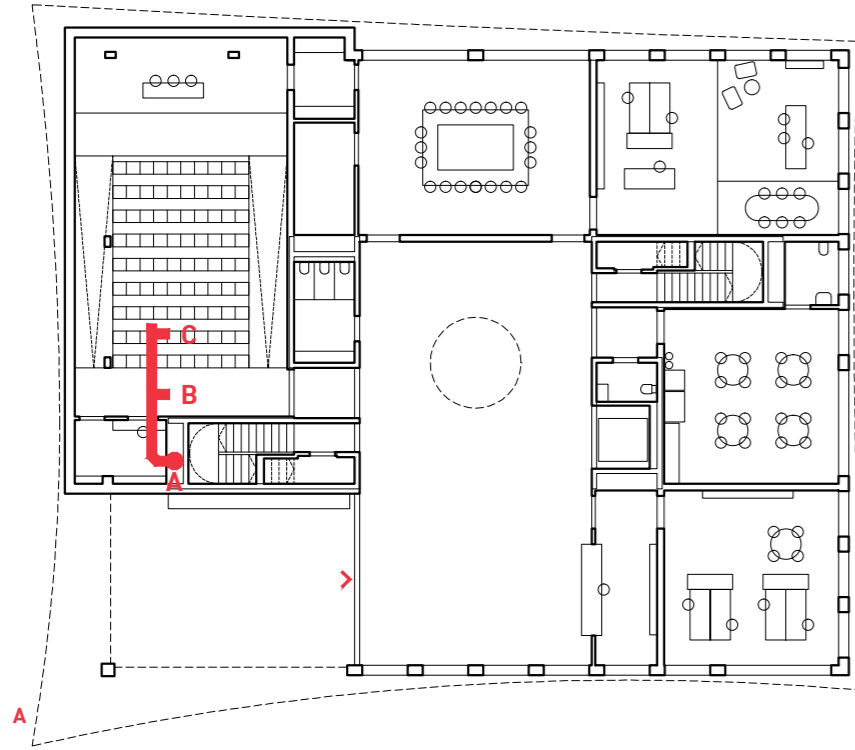
- $P_{total}$  Presio totala [mm.c.a]
- $H_{AB}, H_{BC}, \dots$  Tarte bakoitzeko karga galera [mm.c.a]

Aurreko kalkulu guztiak Excel horri batean programatu dira, adar eta montante guztietan abiadura, karga galera eta presio totala kalkulatzeko. Hori eginda, posiblea da sistemaren kurba karakteristikoa marraztea, eta fabrikatzailearen fitxa teknikoan datorren haizagailuen kurbak erabiliz, haizagailu bakoitzaren lan puntua ateratzea eta beraz, modeloa aukeratu (potentzia).

Hurrengo figurak lan puntuaren kontzeptua azaltzen du (S&P):

← Aire abiadura onargarriak erabilaren arabera fpm-tan (oin minutu bakoitzeko), Carrier manualean. [Carrier Handbook of Air Conditioning design]

1. ZIRKUITOAREN ESKEMA:



← Warema Markisolette toloaren deskribapena eta tolestura angeluak. (Warema Technical data 2019)

→→ CYPETHERM HE Plus softwarean tolo domotizatuen eta beste babesen programazioa





# CADB/T-HE PRO-REG

5153838100 - CADT-HE-D 45 LH PRO-REG N8



Recuperador de calor, con intercambiador de placas tipo counterflow de alta eficiencia (certificado EUROVENT), montado en caja de acero galvanizado plastificado de color blanco, de doble pared con aislamiento interior termoacústico no inflamable (M0) de fibra de vidrio de 47mm de espesor. Configuración con bocas en posición Horizontal, con entradas y salidas de aire configurables por el instalador, permitiendo múltiples combinaciones. Embocaduras con forma rectangular. Ventiladores con rodetes de álabes hacia atrás, equipados con motor EC con protección térmica y placa electrónica de control integrada. Filtros sintéticos de muy baja pérdida de carga tanto en impulsión como en extracción. By-pass del intercambiador de calor, ubicado en la impulsión de aire con servomotor integrado.

Incluye control automático con modos caudal variable (VAV), presión constante (COP) o caudal constante (CAV). Visualización del caudal en todos los modos gracias a los transmisores de caudal integrados en ambos flujos de aire. También permite la gestión de la temperatura de impulsión o ambiente gracias a las sondas de temperatura existentes en el recuperador.

Temperatura mínima de aire exterior -10°C. Para temperaturas inferiores es necesario utilizar baterías de precalentamiento ubicadas en la aspiración del aire exterior.

## Punto requerido

	Impulsión	Retorno
Caudal de aire	2650 m³/h	2650 m³/h
Presión estática	20 mmwg	20 mmwg
Frequency	50 Hz	
Altitud	18 m	
Densidad	1,202 Kg / m³	

## Punto de trabajo

	Impulsión	Retorno
Caudal de aire	2657 m³/h	2672 m³/h
Presión estática	20 mmwg	21 mmwg
Temperatura impulsión	41,4 °C	

## Ventilador

	Impulsión	Retorno
Tipo de motor	EC	EC
Tensión	400 V	400 V
Velocidad Rotación	1570 rpm	1469 rpm
Tensión control	6,5 V	6,1 V
Potencia absorbida	0,77 kW	0,63 kW
Intensidad absorbida	2,96 A	2,96 A
SFP	1 W/l/s	1 W/l/s

## Intercambiador de calor

	Impulsión	Retorno
Tipo de intercambiador de calor	Intercambiador contraflujo	

### Invierno - Entrada de aire

Temperatura del aire	5 °C	20 °C
Humedad relativa del aire	80 %	40 %

### Invierno - Salida de aire

Temperatura del aire	18 °C	7 °C
Humedad relativa del aire	34 %	93 %
Pérdida de carga del aire	12 mmwg	13 mmwg
Potencia transferida	11 kW	
Condensación	6 l/h	
Eficiencia húmeda	86,7 %	
Eficiencia seca	86,7 %	

### Verano - Entrada de aire

Temperatura del aire	22 °C	20 °C
Humedad relativa del aire	60 %	40 %

### Verano - Salida de aire

Temperatura del aire	20,2 °C	21,7 °C
Humedad relativa del aire	67 %	36 %
Pérdida de carga del aire	14 mmwg	13 mmwg
Condensación	13,9 l/h	
Eficiencia húmeda	87,7 %	
Eficiencia seca	87,7 %	

## Post-Filtro

	Impulsión	Retorno
Grado de filtración EN 779	F9	
Alto	590 mm	
Ancho	980 mm	
Espesor	48 mm	
Cantidad	1	
Pérdida de carga inicial	4 mmwg	
Pérdida de carga a media vida	15 mmwg	
Max. para Sustitucion	25 mmwg	
Vel. Frontal	1,3 m/s	

## Batería de agua fría

	Impulsión	Retorno
--	-----------	---------

### Lado Aire - Verano

Temperatura entrada	20,2 °C
Humedad relativa entrada	67 %
Temperatura salida	14,7 °C
Vel. Frontal	2 m/s
Pérdida de carga	5 mmwg

### Lado Agua - Verano

Temperatura entrada	7 °C
Temperatura salida	12 °C
Caudal de agua	945 l/h
Pérdida de carga agua	1 kPa
Potencia Termica	5,49 kW
Válvula a usar	No Valve (-1)

### Lado Aire - Invierno

Temperatura entrada	18 °C
Humedad relativa entrada	34 %
Temperatura salida	41,4 °C
Humedad relativa salida	9 %
Pérdida de carga	2 mmwg

### Lado Agua - Invierno

Temperatura entrada	80 °C
Temperatura salida	60 °C
Caudal de agua	890 l/h
Pérdida de carga agua	1 kPa
Potencia Termica	20,67 kW
Válvula a usar	No Valve (-1)

## General

Ø Colector entrada	1-1/2"
Ø Colector salida	1-1/2"

## Resumen unidad

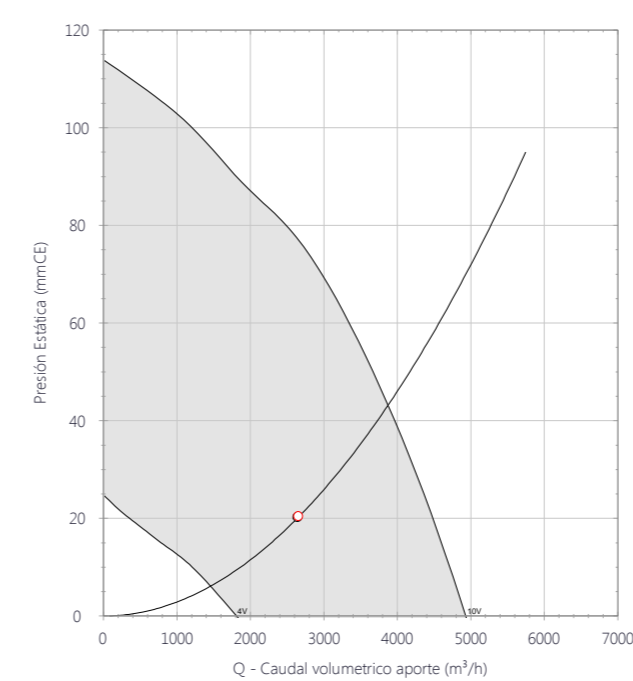
Tensión	3-400V-50Hz V
Frecuencia	50 Hz
Intensidad Máx. Absorbida	5,92 A
Pot. Máx.	1,39 kW



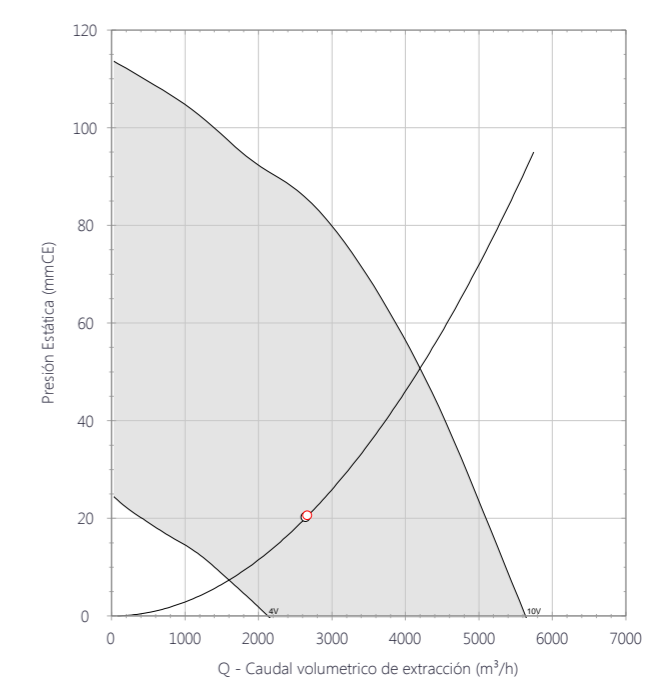
# CADB/T-HE PRO-REG

5153838100 - CADT-HE-D 45 LH PRO-REG N8

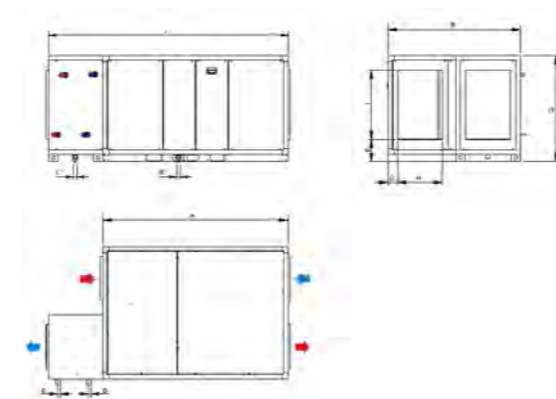
## Curva - Impulsión



## Extracción



## Dimensiones



A	B	C	1-1/2"	1"	F	G	H	I
2100	1500	1200			339	164	400	600

J	1/2"	1/2"
2750		

## Características acústicas

	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
Aspiración (Aporte) (LwA)	49	56	60	56	52	46	43	40	63
Aspiración (Aporte) LpA @ 1,5m	34	41	46	41	37	32	28	25	49
Aspiración (Extracción) (LwA)	47	54	59	54	50	44	41	38	61
Aspiración (Extracción) LpA @ 1,5m	32	39	44	39	36	30	27	24	47
Descarga (Aporte) (LwA)	44	56	64	66	68	69	64	61	74
Descarga (Aporte) LpA @ 1,5m	30	41	49	52	54	55	50	47	60
Descarga (Extracción) (LwA)	44	56	64	66	68	69	64	61	74
Descarga (Extracción) LpA @ 1,5m	29	42	49	51	54	55	50	47	60
Radiado (LwA)	17	33	48	48	57	58	53	50	62
Radiado LpA @ 1,5m	3	18	33	34	42	44	38	35	47



**IKASGELA ETA BULEGOETAKO DIFUSOREAK:**

**RFD-Q-D-A**



**RFD-R-D-A**



**RFD-R-D-N**



**RFD-Q-K**

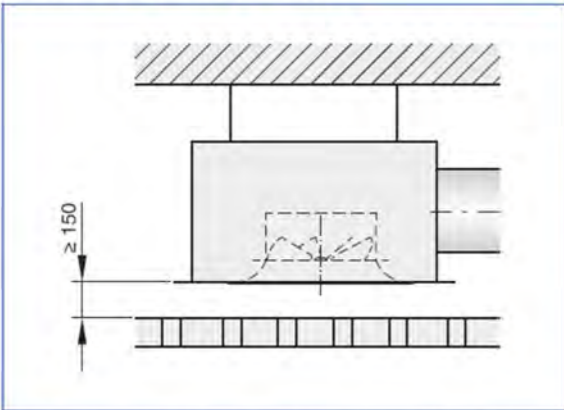
**Elevado nivel de confort**

En colaboración con famosos arquitectos y diseñadores de renombre, TROX ha desarrollado difusores de techo, pared, peldaño y suelo, así como rejillas de ventilación, que destacan no sólo por su diseño, sino también por satisfacer las exigencias más elevadas en términos de ventilación y acústica.

**Variante**

- Difusor rotacional de techo con placa frontal cuadrada

**Instalación suspendida o por encima de sistemas de techos abiertos**



Difusores rotacionales de techo con placa frontal cuadrada o circular. Variante para impulsión y retorno de aire adecuado para instalaciones de confort y aplicaciones industriales. La placa frontal del difusor dispone de deflectores de aire fijos para una impulsión rotacional del aire con elevada inducción. Indicado para todo tipo de sistemas de techo.

**Tamaños nominales**

- 125, 160, 200, 250, 315, 400

**Partes y características**

- Placa frontal cuadrada
- Cuello circular para conexión vertical a conducto

**Características constructivas**

- Boca de conexión para redes de conductos circulares en cumplimiento con EN 1506 o EN 13180

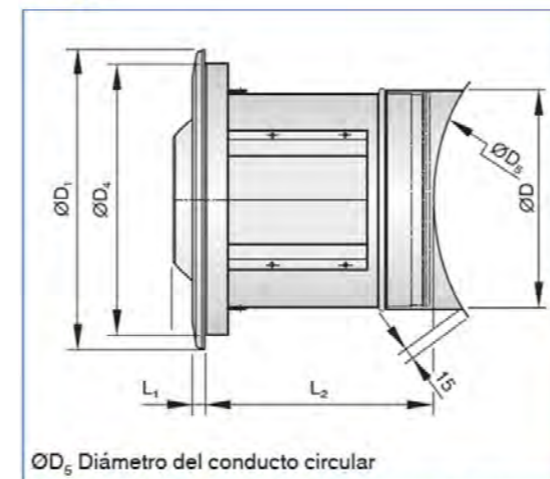
**AK-Uni...-Compuerta para equilibrado de caudal MN**



- ① Compuerta de regulación
- ② Cuerda blanca para apertura de lama de compuerta

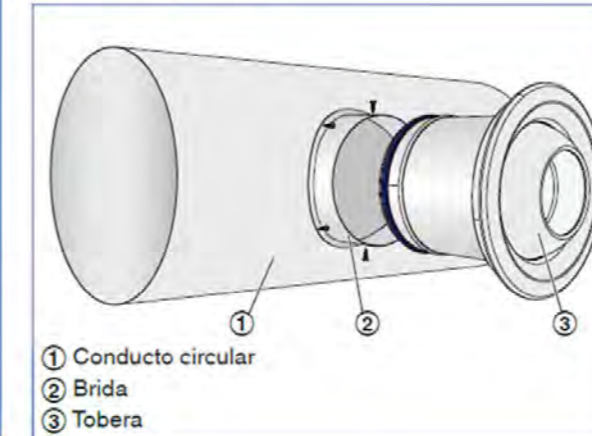
**ATRIOKO TOBERAK:**

**TJN-R**



ØD<sub>2</sub> Diámetro del conducto circular

**Instalación en conducto circular, sin envoltorio exterior**



**Patrón de aire TJN con ventilación isoterma**



Toberas de largo alcance regulables para espacios de interior de gran volumen, como halls y plantas de montaje. Impulsión de aire con elevado alcance y excelentes propiedades acústicas. Ángulo de inclinación de la tobera desde -30 hasta +30° para una impulsión horizontal de aire. Ángulo de impulsión ajustable, limitable y bloqueable mediante escala oculta. Integradas por una tobera de impulsión de aire de forma esférica, brida, aro frontal y boca. Para instalación directa a conducto circular o como ramificación de conductos circulares o rectangulares.

**Datos técnicos**

- Tamaños nominales: 160, 200, 250, 315, 400 mm
- Rango de caudal de aire: desde 20 hasta 1000 l/s o desde 72 hasta 3600 m<sup>3</sup>/h
- Dirección de salida de aire regulable: entre -30 y +30°

**TJN, potencia sonora y pérdida total de carga**

Tamaño	Caudal de aire l/s	Caudal de aire m <sup>3</sup> /h	Δp <sub>t</sub> Pa	L <sub>WA</sub> dB(A)	v <sub>L</sub>	
					0,5 m/s	1,0 m/s
						L m
160	20	72	9	<15	<5	<5
	40	144	34	<15	8	<5
	60	216	76	15	13	6
	80	288	135	26	17	8
200	35	126	9	<15	6	<5
	70	252	35	<15	11	6
	105	378	78	19	17	9
	140	504	138	30	23	11

### AIR.3 – INSTALAKUNTZAREN LABURPENA ETA BESTEAK

Proiektuko aireztapen instalakuntzaren ezaugarriak honela laburbitzen dira, zir-kuito, haizagailu, emaei eta lan puntu eta potentziari dagokionez:

MOTOREEN LAN-PUNTUAK ETA EZAUGARRI NOMINALAK

	1. REKUPERADOREA		2. REKUPERADOREA		3. REKUPERADOREA		4. REKUPERADOREA		ATRIOKO	ATRIOKO	KOMUNEN	SUTE	SUTE
	INP.	EXTR.	INP.	EXTR.	INP.	EXTR.	INP.	EXTR.	INP. 1	INP. 2	EXTR.	BENT.1	BENT.2
Guztirako imarak, ekipo bakoitzeko [m <sup>3</sup> /h] inpulsioa/estrazioa	2650	2650	3050	3050	2490	2490	3250	3250	600	600	480	6521	6521
Bentiladoreak gainditu behar duen karga galera [mmca]	20.17		27.20		23.08		26.76		9.24	9.24	/	/	/
Hautatutako makina	S&P CADB/T-HE-D 45		S&P CADB/T-HE-D 45		S&P CADB/T-HE-D 33		S&P CADB/T-HE-D 45		S&P CAB- 250	S&P CAB- 250	S&P TD 500/150	S&P CVT- 320/320	S&P CVT- 320/320
Imara nominala [m <sup>3</sup> /h] inpulsioa/estrazioa	4500	4500	4500	4500	3300	3300	4500	4500	1180	1180	560	7540	7540
Potentzia maximoa [kW]	1.67		1.67		1.67		1.67		0.4	0.4	0.1	1.10	1.10
Lan potentzia [kW] inpulsioa/estrazioa	0.96	0.72	1.09	0.9	0.91	0.76	1.20	1.00	0.19	0.19	0.05	/	/

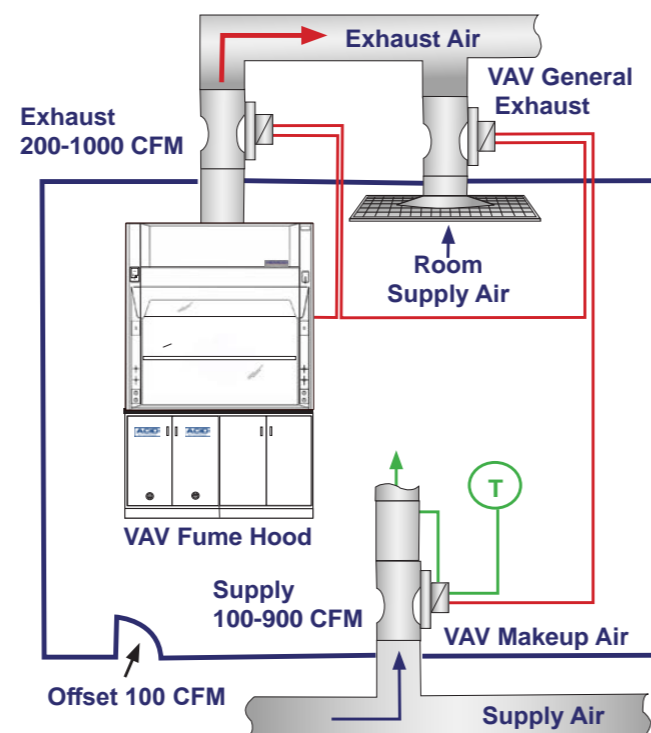
↑ Aireztapen instalakuntzaren laburpen taula, emari, makinaren eta potentzien kalkuluarekin.

Gainera, proiektuan badaude beste aireztapena behar duten elementu batzuk: kimika eta biologia laborategien kanpaiak. Instalakuntza osagarri hau ez da diseinatu ezta kalkulatu ere, baina kontuan hartu da eta planoetan marraztu ere. Ezaugarri hauek izango ditu:

- Instalakuntza independente bat izango da, eta fabrikanteak dimentsionatuko du
- Tximiniak estalkira eramango dira, eta deskarga bertikala izango da.

Gutxienez hurrengo elementuak izango ditu:

- Laborategi kanpai protektore bat laboratigi bakoitzeko, *LABCONCO 4' Protector Premier Laboratory Hood with 2 service fixtures* edo parekoa
- Berizazko zuntzazko haizagailua, korrosioaren aurka babestua, *LABCONCO Fiberglass Blower 100 CFM* edo parekoa.
- Kanpai bakoitzeko ke filtro bat, polipropilenoazkoa,.
- Kontrolerako mando eta estazio bat, *LABCONCO Airflow Monitor* edo parekoa.



→ Laborategiko kanpainen funtzionamenduak presio negatiboa sor ez dezaten, aireztapen orokorraren VAV kontrolatzaileei konektatu beharko da.

