



EL PAS i EL CANVI

La percepció ambiental durant la circulació a l'Arquitectura

Carlos Alonso Montolío

ANNEX I.

ANNEX I.- Experiments d'adaptació lumínica i acústica.

ANNEX I.A.- Experimentació en adaptació lumínica.

Annex I.A.1.- Metodologia de l'experimentació en adaptació lumínica.

Annex I.A.2.- Anàlisi dels resultats de l'experimentació en adaptació lumínica.

Annex I.A.3.- Model d'enquesta lumínica.

Annex I.A.4.- Taules de dades i gràfiques resultants.

ANNEX I.B.- Experimentació en adaptació acústica.

Annex I.B.1.- Metodologia de l'experimentació en adaptació acústica.

Annex I.B.2.- Anàlisi dels resultats de l'experimentació en adaptació acústica.

Annex I.B.3.- Model d'enquesta acústica.

Annex I.B.4.- Taules de dades i gràfiques resultants.

ANNEX I.C.- Equip utilitzat per a l'obtenció de dades.

ANNEX I.D.- Articles relacionats amb l'adaptació lumínica i acústica presentats a congressos.

ANNEX I.A.- Experimentació en adaptació lumínica.

ANNEX I.A.1.- METODOLOGIA DE L'EXPERIMENTACIÓ EN ADAPTACIÓ LUMÍNICA.

La metodologia portada a terme per realitzar aquesta primera aproximació a l'adaptació lumínica es basa en les conclusions obtingudes a partir d'enquestes de laboratori que es van realitzar a una sèrie de joves arquitectes. Els individus enquestats es van sotmetre a varies exposicions seqüencials de diferents nivells lumínics controlats, a fi de poder valorar la sensació lumínica experimentada davant els canvis lumínics als que es sotmetien.

Es van realitzar dos experiments en aquest camp. El primer es va dur a terme a Barcelona, Espanya, durant el mes de març de l'any 2012, sota la supervisió de l'autor de la tesi doctoral. El segon es va dur a terme a Antofagasta, Xile, al setembre del 2012, sota la supervisió del Dr. Massimo Palme³⁴.

L'enquesta i les condicions ambientals.

Per aquests experiments, s'optà per dur a terme una sèrie d'enquestes de laboratori enfront de la possibilitat de realitzar enquestes de camp, encara que no es descarta la possibilitat de dur-les a terme en un futur en properes investigacions.

Entenem com a enquestes de laboratori aquelles que es duen a terme en situacions creades expressament per a l'experiment i on les condicions ambientals es mantenen controlades per part de l'investigador. Entenem com a enquestes de camp aquelles que es duen a terme en situacions reals i mantenint al mínim les intervencions de l'investigador sobre les condicions de l'ambient.

Si els experiments es duguessin a terme amb enquestes de camp, existiria una menor capacitat de control de les condicions lumíniques de l'entorn, amb un major nombre d'estímuls lumínics i, en conseqüència, una major probabilitat de distorsió dels resultats. Existiria, per exemple, possibilitat de que aparegués alguna font lluminosa no desitjada en l'entorn dels individus enquestats.

Es va optar per realitzar enquestes de laboratori ja que, en aquestes, es poden aconseguir unes condicions lumíniques ambientals predefinides. S'utilitzen els nivells lumínics requerits per a dur a terme l'experimentació i es té la possibilitat de realitzar els canvis lumínics desitjats i a una velocitat determinada. També es té una major capacitat de control de la resta de condicions lumíniques.

³⁴ El Dr. Massimo Palme és Doctor en Arquitectura per la UPC en el programa de doctorat Àmbits de Recerca en l'Energia i el Medi Ambient a l'Arquitectura. Actualment és docent i investigador de la *Escuela de Arquitectura de la Universidad Católica del Norte* a Antofagasta, Xile i manté la seva col·laboració amb el grup de recerca Arquitectura i Energia.

S'elimina així la possibilitat de que els individus enquestats fixin la seva mirada en una font lluminosa no desitjada que aparegui en el seu camp visual.

També s'optà per les enquestes de laboratori degut a que el rang de condicions que els usuaris consideren confortable en aquest tipus d'enquesta sol ser més estricte que en les enquestes de camp, on els usuaris tenen més possibilitats d'adaptació a l'ambient que els rodeja.

Finalment, amb les enquestes de laboratori, la resta de paràmetres ambientals també es poden mantenir dins dels rangs òptims i evitar la possible aparició de sinestèsies.

Com a exemple es poden citar les condicions de l'experiment que es va portar a terme a Barcelona al març de 2012. Durant tot el procés es van monitoritzar les condicions lumíniques i també la resta de condicions ambientals per garantir que totes elles estiguessin dins dels marges acceptables de confort³⁵. D'aquesta manera s'intentà evitar que aquestes poguessin interferir en la percepció lumínica, així com minimitzar qualsevol possible efecte de la sinestèsia. Durant tot l'experiment:

- Es va mantenir la temperatura estable dins del rang dels 22,2 °C i els 22,4 °C.
- Es va mantenir la humitat relativa oscil·lant entre el 44% i el 46,5%.
- El nivell acústic es va trobar la major part del temps entre els 38dB i els 40dB.
- Els nivells de CO2 es van mantenir sempre dins d'uns marges acceptables, amb valors que van oscil·lar entre les 1100 ppm (parts per milió) i les 1305 ppm.
- I l'experiment es va realitzar entre les 2,5 h. i 4 h. posteriors a que els enquestats haguessin menjat.

També es va evitar qualsevol tipus d'il·luminació externa a l'experiment, per eludir així la interferència en aquest i la possible distorsió dels resultats. Es va escollir un local amb una petita finestra en relació al local, que es va segellar per prevenir l'entrada de llum de l'exterior.

Durant tot el procés dels 2 experiments, els subjectes enquestats es van trobar realitzant diferents passatemps Sudoku, a fi de que estiguessin distrets i aconseguir, així, que mantinguessin la seva vista fixada en una zona concreta, amb el nivell de il·luminància desitjat en cada moment i sense cap distracció visual. Es va demanar explícitament als enquestats que no orientessin la mirada en una altra direcció. El fet que es trobessin jugant a un passatemps Sudoku³⁶ preparat expressament, amb uns números d'una mida i un color determinats sobre un fons blanc homogeni, ens va permetre que la

³⁵ La informació tècnica dels aparells emprats es detalla a l'Annex I.C.

³⁶ Model tipus de la fitxa de Sudokus a l'Annex I.A.3.

valoració i l'estimació del nivell lumínic que se'ls va demanar més endavant es fes sempre sobre una mateixa referència.

Usuaris sotmesos a l'experiment.

En el cas de Barcelona, l'experiment es va portar a terme amb 24 individus saludables, 8 homes i 16 dones, tots amb edats compreses entre els 24 i els 36 anys. Els participants procedien de diferents nacionalitats dels continents europeu i americà i cap d'ells tenia deficiències visuals remarcables³⁷. Els individus que habitualment utilitzaven ulleres, les portaven posades per a realitzar l'experiment. De la mateixa manera, tots ells eren arquitectes i estudiants de postgraus relacionats amb les energies ambientals en l'arquitectura, així que tots tenien cert coneixement pel que fa a temes lumínics, a més d'un cert criteri pel que fa a les unitats de mesura de la il·luminància (lux) i les seves magnituds habituals en ambients arquitectònics.

En el cas d'Antofagasta, l'experiment es portà a terme amb 10 individus. En aquest cas es tractava de 3 homes i 7 dones amb edats entre els 20 i els 24 anys. Tots ells eren estudiants xilens de l'escola d'arquitectura, amb bon estat de salut i sense cap deficiència visual remarcable. Els que habitualment utilitzaven ulleres, les portaven posades per a realitzar l'experiment.

En cap cas dels dos experiments se'ls va facilitar als participants de les enquestes, per endavant, cap informació complementària sobre l'experimentació. Així, es va intentar evitar que tinguessin qualsevol tipus de predisposició o possible expectativa pel que fa als resultats.

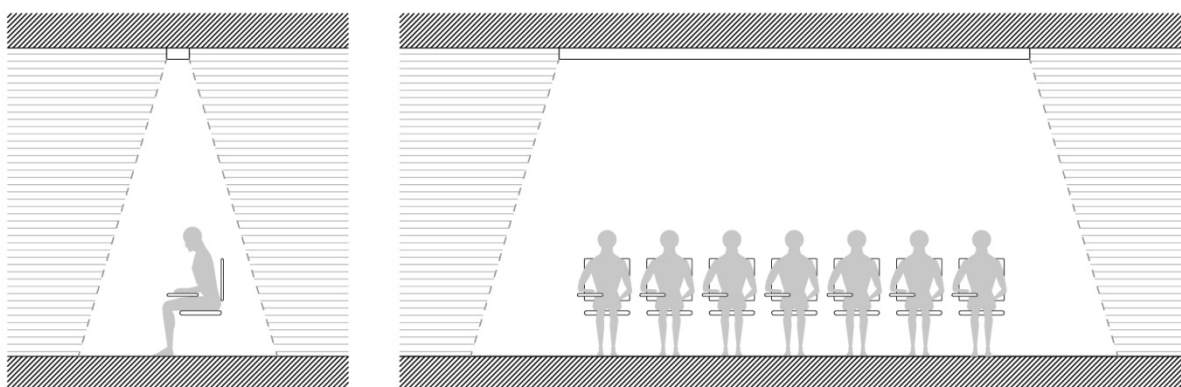


Figura A_I.01: Esquema de la secció lateral y de la projecció frontal de la ubicació dels usuaris a la sala.

³⁷ Les dades de les persones enquestades es poden consultar a l'Annex I.A.4.

Escenaris lumínics.

Pel que fa a la descripció del disseny dels experiments, els enquestats es van situar asseguts, tal com indica la figura A_I.01, en una sala amb múltiples escenes de llum, de les quals es van triar tres escenes principals: l'escena A, l'escena B i l'escena C.

Fent una comparació relativa entre les tres escenes lumíniques (figura A_I.02), es podria dir que per als dos experiments l'escena lumínica A tenia un nivell d'il·luminància alt, l'escena lumínica B tenia un nivell d'il·luminància mig i l'escena lumínica C tenia un nivell d'il·luminància baix.



Figura A_I.02: Esquema de les diferents escenes de llum (A, B o C).

Els vint-i-quatre participants de Barcelona i els 10 d'Antofagasta van ser exposats a 4 seqüències lumíniques diferents dins l'experiment. Cada una d'aquestes 4 seqüències tenia 3 fases:

- A la primera fase es partia d'una escena lumínica A, B o C, amb un valor inicial d'il·luminància sobre el pla útil que es mantenia constant durant un temps determinat.
- La segona fase es començava amb un primer canvi a un altre de les escenes lumíniques, amb un valor diferent d'il·luminància sobre el pla útil de treball que es tornava a mantenir constant durant un altre temps determinat.
- La tercera fase començava amb un segon canvi, on es recuperava la mateixa escena lumínica de la fase 1 (és a dir, amb el mateix valor d'il·luminància sobre el pla útil que al principi), i que es tornava a mantenir constant durant un altre cert temps.

Els canvis entre les diferents escenes de llum es produïen de forma gairebé instantània, ja que es tractava de làmpades de llum fluorescent amb control d'encesa ràpid.

Cal insistir en que els subjectes enquestats desconeixien durant tot el procés que en l'experiment només s'utilitzaven 3 nivells d'il·luminància, el de les 3 escenes lumíniques predeterminades, a fi de que el seu propi coneixement o prejudici no pogués influenciar per endavant la seva valoració.

En les múltiples tandes de l'experiment de Barcelona, aquestes tres escenes de llum ens produïen uns nivells mitjans d'il·luminància sobre un pla útil de treball, situat a 70 cm. d'alçada del terra, de: escena A = 530 lux, escena B = 7,5 lux i escena C = 1 lux (figura A_I.03).



Figura A_I.03: Fotografies de les tres escenes lumíniques de l'experiment de Barcelona, amb valors promitjos d'il·luminància de 530, 7,5 i 1 lux a la superfície de treball.

A fi d'utilitzar valors més habituals en l'arquitectura, en les tandes de l'experiment d'Antofagasta les tres escenes de llum es van triar amb uns nivells mitjans d'il·luminància sobre un pla útil de treball de: escena A = 350 lux, escena B = 45 lux i escena C = 8 lux (taula A_I.01). I tot i que el sentit de la vista als éssers humans segueix un comportament logarítmic de percepció de la llum, la relació entre aquests tres valors d'il·luminància esdevé lineal per aquest cas.

Escena	E_{mitja} (lux) Barcelona	E_{mitja} (lux) Antofagasta
A	530	350
B	7,5	45
C	1	18

Taula A_I.01: Valors promig d'il·luminància mesurats (en lux) en funció de l'escena de llum pels experiments de Barcelona i d'Antofagasta.

La diferència d'il·luminàncies (valors mesurats en lux sobre el pla de treball) entre el que observaven els enquestats ubicats sota el centre de la lluminària i els ubicats sota els extrems era gairebé menyspreable. En el cas de Barcelona, per exemple, aquest valor era insignificant per als nivells baixos d'il·luminància, de l'ordre de 3 lux en els nivells mitjos i de l'ordre de 170 lux en els nivells alts (Taula A_I.02). Si tenim en compte que la percepció humana segueix una relació logarítmica,

enfrent de la relació lineal de la mesura del nivell lumínic (lux), aquesta diferència de valors mesurats a nivells mitjos i nivells alts de l'experiment de Barcelona havia de tenir poca rellevància en la percepció lumínica dels diferents usuaris.

Escena	E_{\min} (lux)	E_{mitja} (lux)	$E_{\text{Màx}}$ (lux)
A	445	530	615
B	6	7,5	9
C	1	1	1

Taula A_I.02: Valors mínim, mitjà i màxim d'il·luminància mesurats (en lux) en funció de l'escena de llum.

Seqüències lumíniques.

Les 4 seqüències portades a terme a cadascun dels 2 experiments diferents les vam denominar com a: seqüència A1, seqüència A2, seqüència C1 i seqüència C2, seguides de les paraules Barcelona o Antofagasta respectivament. Aquestes 4 seqüències que es detallen més endavant, son:

- Per a la seqüència A1: sèrie d'escenes lumíniques del tipus A-B-A.
Amb valors a Barcelona de: 530 - 7,5 - 530 lux.
I valors a Antofagasta de: 350 - 45 - 350 lux.
- Per a la seqüència A2: sèrie d'escenes lumíniques del tipus A-C-A.
Amb valors a Barcelona de: 530 - 1 - 530 lux.
I valors a Antofagasta de: 350 - 8 - 350 lux.
- Per a la seqüència C1: sèrie d'escenes lumíniques del tipus C-B-C.
Amb valors a Barcelona de: 1 - 7,5 - 1 lux.
I valors a Antofagasta de: 8 - 45 - 8 lux.
- Per a la seqüència C2: sèrie d'escenes lumíniques del tipus C-A-C.
Amb valors a Barcelona de: 1 - 530 - 1 lux.
I valors a Antofagasta de: 8 - 350 - 8 lux.

Es a dir que a ambdós experiments, a les dues primeres seqüències A1 i A2 es partia de valors alts d'il·luminància sobre el pla de treball a la primera fase (escena A), es canviava a valors inferiors a la segona fase (escenes B i C respectivament) i es recuperava el valor inicial a la tercera fase (tornant a l'escena A). Per altra banda, als experiments C1 i C2 es partia de valors baixos d'il·luminància a la

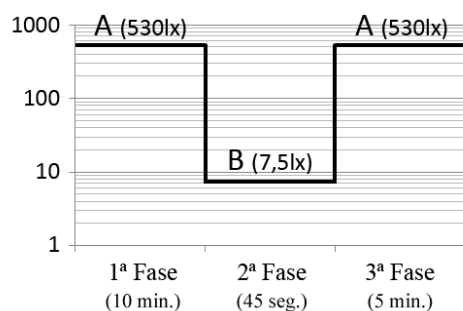
fase 1 (escena C), es canviava a valors superiors a la fase 2 (escenes B i A respectivament) i es recuperava el valor inicial a la fase 3 (tornant a l'escena C), tal i com es descriu a la taula A_I.03.

Seqüència	A1			A2			C1			C2		
Fases	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Escena lumínica	A	B	A	A	C	A	C	B	C	C	A	C
E _{mitjana} (lux) Bcn	530	7,5	530	530	1	530	1	7,5	1	1	530	1
E _{mitjana} (lux) Antf	350	45	350	350	8	350	8	45	8	8	350	8

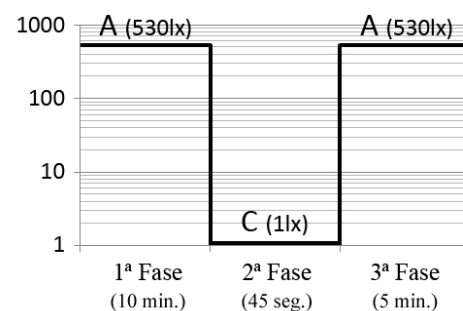
Taula A_I.03: Esquema de cadascuna de les 3 fases lumíniques de les 4 escenes dels experiments de Barcelona i Antofagasta, amb els seus valors d'il·luminància mitjana en lux.

En el cas concret de l'experiment de Barcelona, per a la seqüència A1 es produïa una successió d'escenes A-B-A (530 lux - 7,5 lux - 530 lux), mentre que en el cas de l'a seqüència A2, es produïa una successió d'escenes A-C-A (530 lux - 1 lux - 530 lux). En tots dos casos es partia de nivells elevats d'il·luminància, de 530 lux, després es reduïa a nivells inferiors, a 7,5 lux a la seqüència A1 i a 1 lux a la seqüència A2, i finalment es recuperava el nivell inicial de 530 lux (Figures A_I.04 i 05).

Seqüència A1 Barcelona:



Seqüència A2 Barcelona:

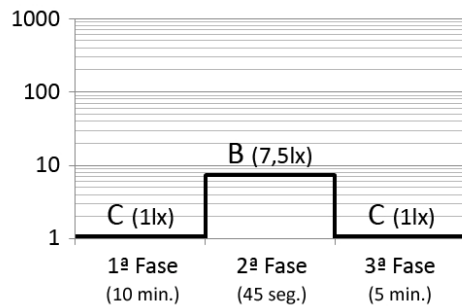


Figures A_I.04 i 05: esquema de les seqüències A1 i A2 de l'experiment de Barcelona, amb els seus respectius nivells d'il·luminància mesurats en lux sobre el pla de treball.

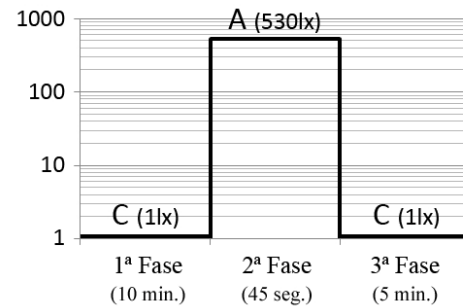
A les seqüències C1 de Barcelona, amb una successió d'escenes C-B-C (1 lux - 7,5 lux - 1 lux) i C2, amb una successió d'escenes C-A-C (1 lux - 530 lux - 1 lux), es partia de nivells baixos

d'il·luminància, concretament d'1 lux, després s'augmentava a nivells superiors, als 7,5 lux de la seqüència C1 i als 530 lux de la seqüència C2 i finalment es recuperava el nivell inicial d'1 lux (Figures A_I.06 i 07).

Seqüència C1 Barcelona:



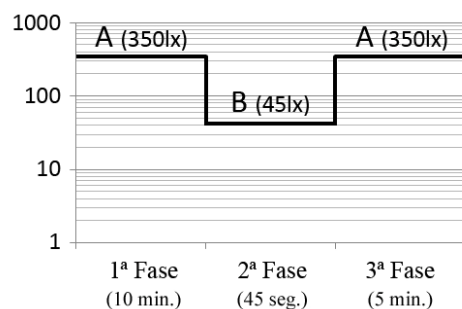
Seqüència C2 Barcelona:



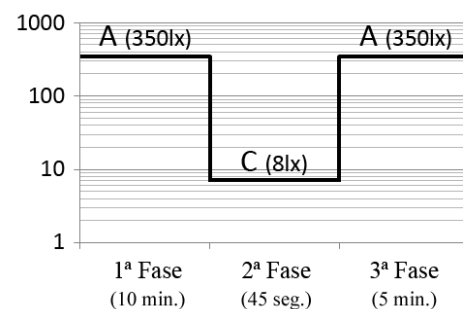
Figures A_I.06 i 07: esquema de les seqüències C1 i C2 de l'experiment de Barcelona, amb els seus respectius nivells d'il·luminància mesurats en lux sobre el pla de treball.

En el cas concret de l'experiment d'Antofagasta, per a la seqüència A1 es produïa una successió d'escenes A-B-A (350 lux - 45 lux - 350 lux) i per a la seqüència A2, es produïa una successió d'escenes A-C-A (350 lux - 8 lux - 350 lux). De nou a ambdós casos es partia de nivells elevats d'il·luminància, de 350 lux, després es reduïa a nivells inferiors, a 45 lux a la seqüència A1 i a 8 lux a la seqüència A2, i finalment es recuperava el nivell inicial de 350 lux (Figures A_I.08 i 09).

Seqüència A1 Antofagasta:



Seqüència A2 Antofagasta:

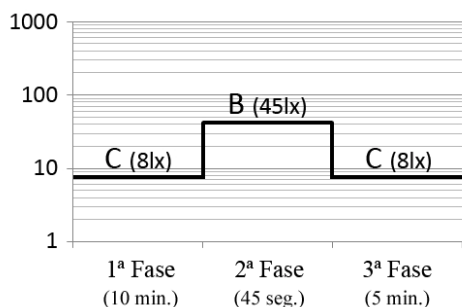


Figures A_I.08 i 09: esquema de les seqüències A1 i A2 de l'experiment d'Antofagasta, amb els seus respectius nivells d'il·luminància mesurats en lux sobre el pla de treball.

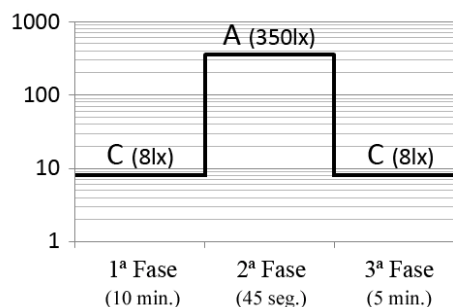
A les seqüències C1 i C2 d'Antofagasta, amb successions d'escenes C-B-C (1 lux - 7,5 lux - 1 lux) i C-A-C (1 lux - 530 lux - 1 lux), es partia de nivells baixos d'il·luminància, concretament de 8 lux,

després s'augmentava a nivells superiors, als 45 lux de la seqüència C1 i als 350 lux de la seqüència C2 i finalment es recuperava el nivell inicial de 8 lux (Figures A_I.10 i 11).

Seqüència C1 Antofagasta:



Seqüència C2 Antofagasta:



Figures A_I.10 i 11: esquema de les seqüències C1 i C2 de l'experiment d'Antofagasta, amb els seus respectius nivells d'il·luminància mesurats en lux sobre el pla de treball.

Cronograma de l'experiment i valoracions dels enquestats.

Pel que fa al cronograma de l'experimentació (Figura A_I.12), la primera fase de la seqüència requeria d'un temps prolongat (10 minuts), ja que estava destinada a que els individus enquestats poguessin acomodar la seva vista al nivell inicial. A més, durant aquesta primera fase, se'ls hi comunicava als enquestats el nivell lumínic existent sobre el pla útil de treball, a fi de que tinguessin una referència a l'hora de valorar més endavant el nivell lumínic estimant.

Passats els 10 minuts de la fase 1, es produïa un canvi en l'escena lumínica i, per tant, en l'il·luminància del pla útil de treball, començant així la fase 2 de l'experiment. Aquesta fase es mantenia constant durant un període relativament curt de temps (45 segons). Durant aquest període, als 30 segons d'haver començat la fase 2, es demanava als enquestats que fessin una valoració del nivell lumínic en aquell moment, en relació al nivell lumínic de la primera fase. A més, també se'ls demanava que estimessin una il·luminància (valor en lux) aproximada sobre el pla de treball.³⁸

Passats els 45 segons de la fase 2, es produïa un segon canvi en l'escena lumínica, recuperant la il·luminància del pla útil de treball de la primera fase i es començava així la fase 3 de l'experiment. En aquesta, es tornava a demanar la valoració del nivell lumínic en relació al de la primera fase i també l'estimació de la il·luminància aproximada sobre el pla de treball. Això, tal com observem a la A_I.12, se'ls hi demanava passats 2 segons, passats 15 segons i passats 4 minuts de l'inici de la tercera fase.

³⁸ Model tipus de la fitxa d'enquesta a l'Annex I.A.3.

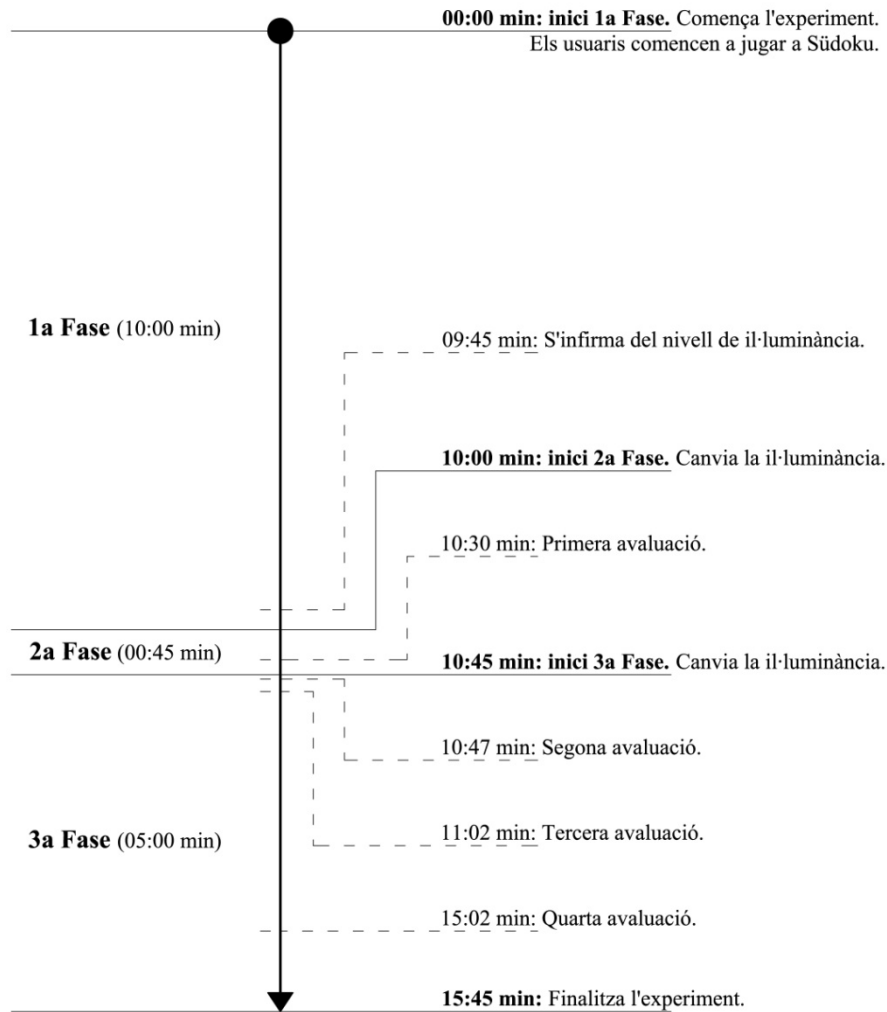


Figura A_I.12: Esquema de la definició de les fases i del procediment temporal d'una seqüència estàndard.

Les preguntes que es van fer als enquestats en els diferents moments del procés experimental eren de dos tipus:

- D'una banda, se'ls demanava que fessin una valoració comparativa de la seva sensació de nivell d'il·luminància en aquell moment sobre el pla de treball, respecte al nivell de la fase 1. Per aquesta valoració es va utilitzar una adaptació lumínica de l'escala de confort tèrmic de l'ASHRAE³⁹ i de l'escala de confort tèrmic de Bedford⁴⁰ (Taula A_I.04). Aquesta avaluació qualitativa es va demanar tant a l'experiment de Barcelona com a l'experiment d'Antofagasta.

³⁹ ASHRAE. "Standard 55 - Thermal Environment Conditions for Human Occupancy". American Society of Heating Ventilating and Air-conditioning Engineers, Atlanta, USA, 1992.

⁴⁰ Bedford, T. "The Warmth Factor in Comfort at Work", MRC Industrial Health Board Report No. 76, HMSO, 1936.

- D'altra banda, també se'ls demanava que fessin una valoració absoluta de l'il·luminància, es a dir, de la seva sensació estimada en lux sobre el pla de treball, tenint en compte que coneixen per endavant el nivell de lux de la fase 1. Aquesta avaluació quantitativa es va demanar exclusivament a l'experiment de Barcelona, on els usuaris estaven acostumats a utilitzar els lux com a unitat de mesura de l'il·luminància. Però no a l'experiment d'Antofagasta, ja que els usuaris enquestats eren estudiants de grau que mai havien fet cap mesura d'il·luminància ni estaven avesats a les seves unitats.

Vot	Valoració de la sensació de il·luminància sobre el pla de treball
+3	Nivell bastant més alt que el de la fase 1
+2	Nivell més alt que el de la fase 1
+1	Nivell lleugerament més alt que el de la fase 1
0	Nivell igual que el de la fase 1
-1	Nivell lleugerament més baix que el de la fase 1
-2	Nivell més baix que el de la fase 1
-3	Nivell bastant més baix que el de la fase 1

Taula A_I.04: Escala de sensació visual de 7 punts.

ANNEX I.A.2.- ANÀLISI DELS RESULTATS DE L'EXPERIMENTACIÓ EN ADAPTACIÓ LUMÍNICA.

A partir de les preguntes fetes als enquestats, hi ha dos tipus de resultats a analitzar⁴¹: les valoracions qualitatives, on els enquestats comparaven el nivell lumínic en diferents moments de l'experiment, i les valoracions quantitatives, on se'ls hi demanava una estimació del valor en lux de l'il·luminància. Passem a explicar ambdós resultats:

La valoració per comparació.

D'una banda hi ha la valoració comparativa, és a dir, el nivell lumínic que els subjectes de l'enquesta percebien en recuperar un valor inicial d'il·luminància, després d'haver passat per un nivell clarament més baix o més alt.

Els resultats de les diferents seqüències dels dos experiments lumínics ens mostren com en els usuaris enquestats sempre sobrevaloraven o infravaloraven el nivell lumínic quan es veien sotmesos a un canvi en les condicions d'il·luminància. I la seva sensació lumínica sempre sobrepassava el valor real en el sentit en el que es produïa aquest canvi.

S'il·lustra aquest fenomen de sobrevaloració o infravaloració de la sensació lumínica que experimenten els usuaris sotmesos a canvis en el nivell d'il·luminància, amb la valoració que fan els usuaris tot just es recupera el nivell inicial d'il·luminància en dues de les seqüències de l'experiment d'Antofagasta.

Seqüència A1 Antofagasta (A-C-A):

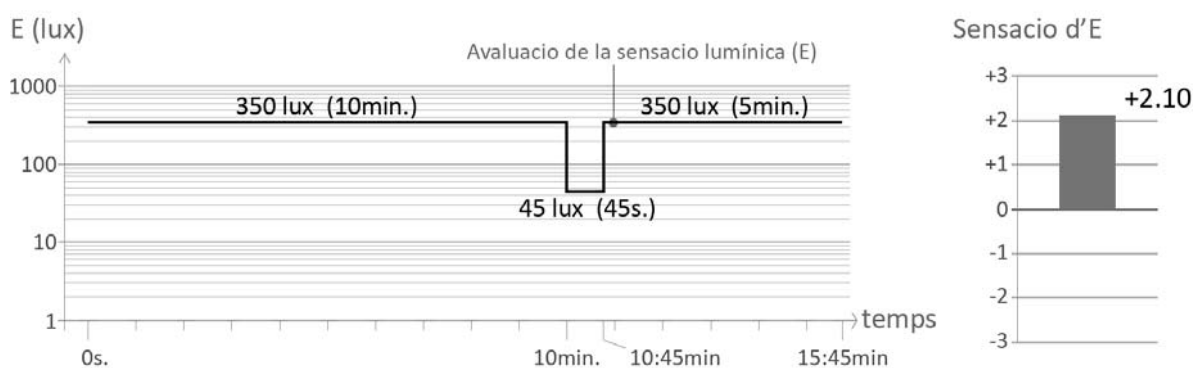


Figura A_I.13: Esquema de la seqüència A1 de l'experiment d'Antofagasta i valoració dels enquestats passats 2 segons del canvi lumínic.

⁴¹ A l'Annex I.A.4 s'expliciten les taules resum de les dades resultants de les enquestes de l'experiment, així com també les gràfiques resum d'aquests resultats.

La seqüència A1 Antofagasta s'iniciava amb un nivell inicial d'il·luminància de 350 lux, que disminuïa a 45 lux i finalment recuperava els 350 lux inicials. La sensació lumínica sobre la superfície de treball va ser valorada pels enquestats com a nivell més alt que el de la fase 1 (valoració de +2,10) i la desviació estàndard estava entre +1,75 i +2,42 (Figura A_I.13).

Aquest canvi entre 45 i 350 lux és un cas bastant il·lustratiu de valors que trobem habitualment dins de contextos arquitectònics. Aquest cas podria ser, per exemple, el d'un estudiant anant d'una aula a una altra caminant a través d'un passadís d'una escola.

Seqüència C2 Antofagasta (C-A-C):

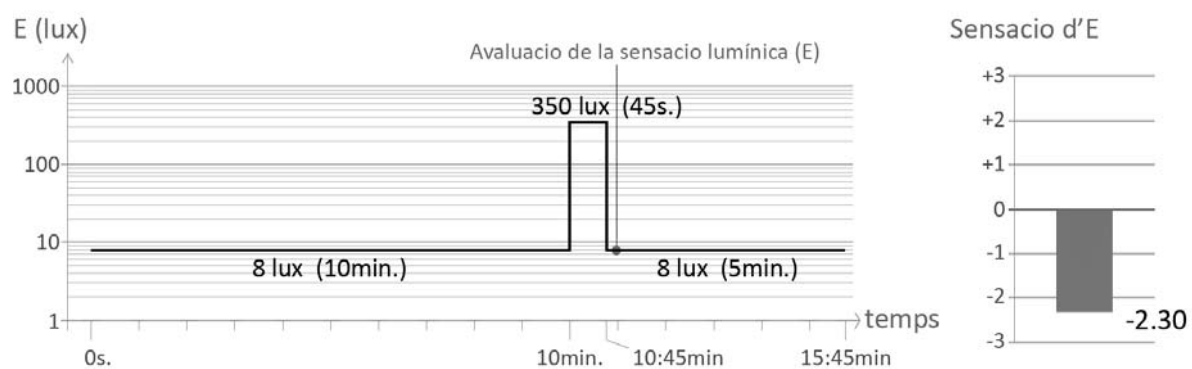


Figura A_I.14: Esquema de la seqüència C2 de l'experiment d'Antofagasta i valoració dels enquestats passats 2 segons del canvi lumínic.

Un altre exemple és la seqüència C2 Antofagasta que s'iniciava amb un nivell inicial d'il·luminància de 8 lux, augmentava a 350 lux i finalment recuperava els 8 lux inicials. La sensació lumínica sobre la superfície de treball va ser valorada pels enquestats com a nivell més baix que el de la fase 1 (valoració de -2,30) i la desviació estàndard estava entre -1,48 i -3,12 (Figura A_I.14).

A aquestes dues seqüències A1 i C2 de l'experiment d'Antofagasta s'il·lustra com, quan es produeix un canvi en el nivell de il·luminància, la sensació lumínica sobrepassa el valor real, en la direcció en què es produeix aquest canvi.

Aquest concepte es podria assimilar al que en altres camps es coneix coma a "overshoot" i que podríem traduir com a "anar més enllà", "excedir" o "passar-se de llarg". En certs camps científics com les matemàtiques o l'electrònica, s'utilitza aquest terme per descriure els valors transitoris de qualsevol paràmetre que excedeixen el seu valor final quan es produeix un canvi d'un valor a un altre. A la natura també trobem fenòmens semblants, com en llargs fenòmens migratoris de les aus on es pot produir que els ocells es passin de llarg l'àrea de cria i acabin més enllà del seu destí, havent de retornar després sobre el camí fet.

Amb les 3 valoracions relatives que van fer els usuaris enquestats passats 2, 15 i 360 segons del canvi en el nivell d'il·luminància, podem observar diferents tendències de recuperació de la sensació normal de l'usuari. A continuació s'exemplifica amb les 4 seqüències de l'experiment de Barcelona.

Seqüències A1 i A2 Barcelona:

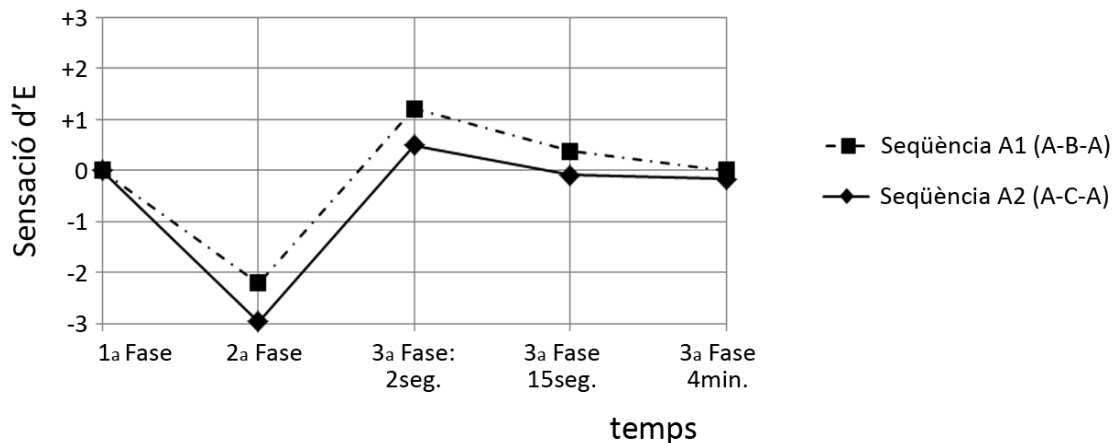


Figura A_I.15: Sensació visual per cada una de les il·luminàncies dels experiments A1 y A2.

Prenem com a referència la sèrie A1 Barcelona, on es partia d'una il·luminància elevada de 530 lux, en un primer canvi es reduïa aquest valor a 7,5 lux, i en un segon canvi es recuperava el valor inicial de 530 lux. La sensació que van apreciar els subjectes enquestats era la d'un nivell d'il·luminància major que aquest valor mesurat de 530 lux d'aquell moment.

A la sèrie A2 Barcelona també es partia de la mateixa il·luminància de 530 lux, però en el primer canvi es reduïa aquest valor fins a 1 lux i en el segon canvi es tornava a recuperar el valor inicial de 530 lux. En aquesta seqüència A2, on la diferència entre els valors de il·luminàncies de les diferents fases era més gran que en la seqüència A1, l'efecte d'apreciar per part dels enquestats una sensació lumínica major que la mesurada també es produïa, encara que no d'una forma tan notable (Figura A_I.15).

Es pot veure com la sensació de sobrevaloració lumínica no es proporcional al major o menor salt entre els valors de les il·luminàncies de les dues fases.

Per a aquest cas concret, la sensació de sobrevaloració del nivell lumínic que van experimentar els individus enquestats va ser major per al salt de 7,5 lux a 530 lux de la seqüència A1 que per al salt d'1 lux a 530 lux de la seqüència A2.

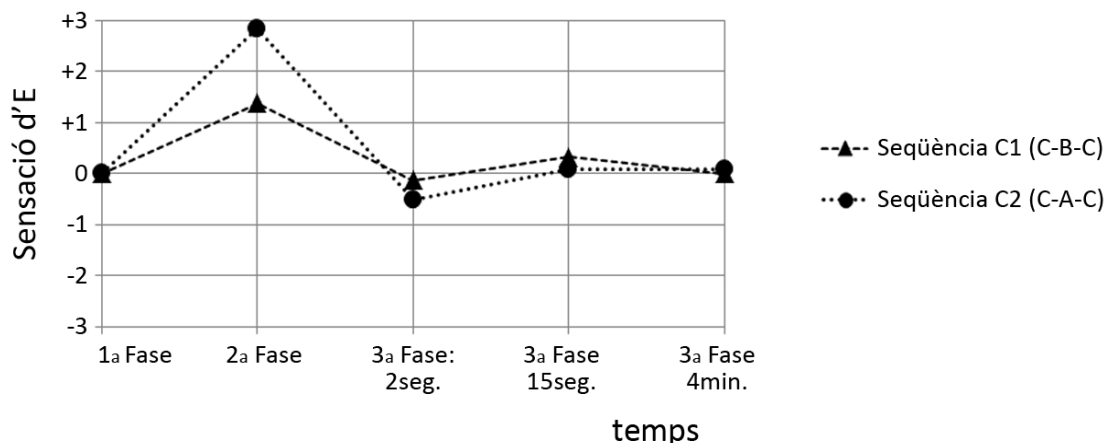
Seqüències C1 i C2 Barcelona:

Figura A_I.16: Sensació visual per cada una de les il·luminàncies dels experiments C1 y C2.

A la seqüència C2 Barcelona, es partia d'una baixa il·luminància sobre el pla de treball amb un valor mesurat d'1 lux, en un primer canvi s'augmentava aquest valor d'il·luminància fins als 530 lux i en un segon canvi es recuperava el valor inicial d'1 lux. En aquesta seqüència que és la inversa de la seqüència A2, la valoració de la sensació lumínica també segueix un comportament molt semblant a la de la seqüència A2, però també a la inversa. Es a dir, que la sensació lumínica que aprecien els subjectes enquestats és la d'un nivell d'il·luminància menor que la mesurada en aquell propi moment.

A la seqüència C1 Barcelona es partia també d'una il·luminància mesurada sobre el pla de treball d'1 lux, en un primer canvi s'augmentava aquest valor d'il·luminància només fins als 7,5 lux i en un segon canvi es recuperava el valor inicial d'1 lux. En aquest cas, tot i que també es produïa el fenomen de infravaloració del nivell d'il·luminància a la tercera fase de l'experiment, els usuaris enquestats tenien poca capacitat de discernir la sensació lumínica, possiblement a causa de la proximitat entre els dos nivells d'il·luminància (Figura A_I.16).

A les seqüències C1 i C2 sí succeeix el fet de que la sensació d' infravaloració del nivell lumínic que experimentaven els usuaris enquestats fos proporcional al salt entre els valors de les il·luminàncies de les dues fases. És a dir que l'overshoot produït pel salt de 530 lux a 1 lux de la seqüència C2 era major que el produït pel salt de 7,5 lux a 1 lux de la seqüència C1.

Per tant, el fet de que es produeixi i de com es produeixi la sensació d'overshoot lumínic sobre un usuari exposat a un canvi de nivell d'il·luminància, depèn tant del sentit en el que es produeixi aquest salt, com de la seva intensitat.

Finalment, en tots els experiments podem observar com, transcorregut un curt temps, en qüestió d'uns pocs segons després de que es produís el canvi en el nivell lumínic, els usuaris enquestats tornaven a recuperar la sensació lumínica real.

La valoració estimada.

A l'experiment de Barcelona també es va fer una valoració absoluta estimada, és a dir, una valoració del nivell d'il·luminància en lux que els subjectes de l'enquesta van estimar que hi havia un cop recuperat el nivell inicial.

En aquest punt, cal recordar que els subjectes enquestats eren tots arquitectes, estaven familiaritzats amb les unitats i que a les 4 seqüències (A1, A2, C1 i C2) tenien com a referència els valors respectius de les il·luminàncies de la fase 1. De la mateixa manera, cal remarcar que tots ells desconeixien que la il·luminància de la fase 3 tenia el mateix valor que la il·luminància de la primera fase.

Als resultats de les 4 seqüències veiem com hi havia una certa amplitud a la valoració dels lux estimats sobre el pla útil de treball per part dels enquestats, però amb una tendència clara. Per exemplificar-ho, ens centrarem en el cas concret de la seqüència A1, que és el que tenia unes condicions mitjanes més habituals dins del context arquitectònic. En aquest cas A1, veiem com a les valoracions absolutes (en lux) que es demanaven en la tercera fase de l'experiment hi ha una desviació estàndard de 68 lux sobre els 580 lux estimats a la primera valoració, passats 2 segons del canvi d'escena lumínica. Una desviació estàndard de 68 lux sobre els 565 lux estimats a la segona valoració, passats 15 segons del canvi d'escena lumínica. I una desviació estàndard de 71 lux sobre els 532 lux estimats a la tercera valoració, passats 4 minuts del canvi d'escena lumínica (Figura A_I.17).

Seqüència A1 Barcelona:

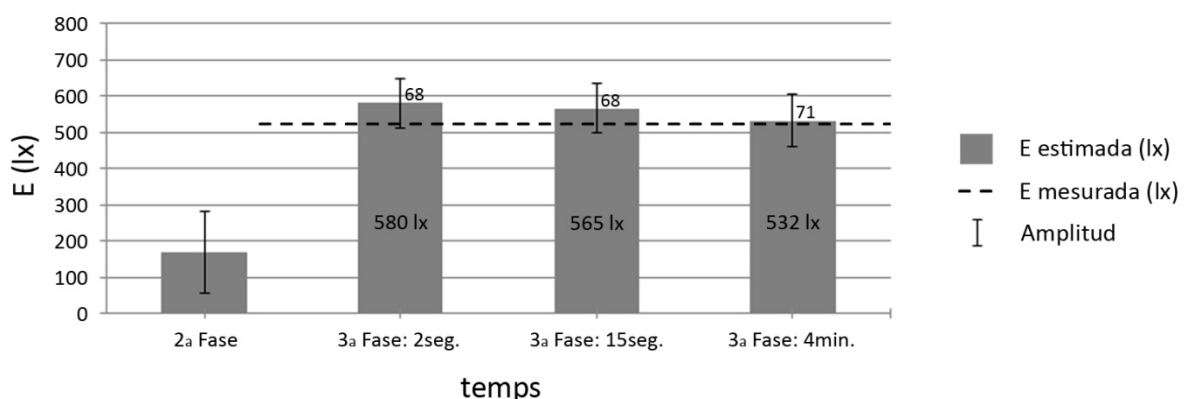


Figura A_I.17: Valoració de l'il·luminància estimada de la seqüència A1 de l'experiment de Barcelona.

Observant detalladament aquests resultats sembla haver per part d'algun dels enquestats certa predisposició a valorar els lux que se suposa que hi ha, en comptes dels lux que s'estima que hi ha. És a dir, que alguns usuaris distingien entre el que podien saber o suposar i la sensació que tenien. També ens trobem que, encara que inicialment cap dels enquestats mostrava signes de deficiències visuals importants, un dels subjectes mostrava certs signes d'això.

Seguint amb el cas de la seqüència A1 Barcelona, veiem com l'estimació de la il·luminància a la primera valoració després del canvi de condicions lumíniques (passats dos segons del canvi d'escena lumínica de la segona a la tercera fase de l'experiment) arribava a ser d'un valor aproximadament un 10% superior al de la il·luminància mesurada (Figura A_I.18).

A més, en aquest cas, el valor de la il·luminància estimada trigava de l'ordre dels trenta segons en recuperar la meitat del seu valor en relació a la mesurada.

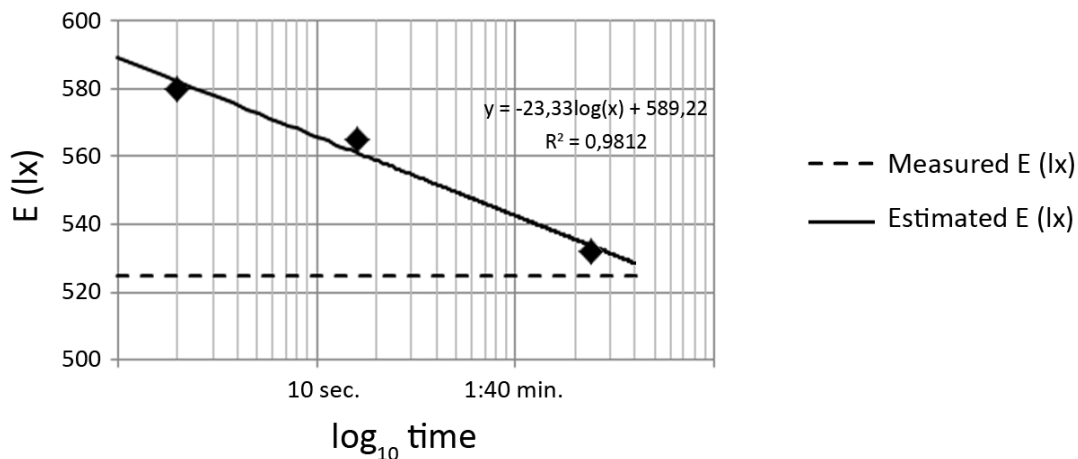


Figura A_I.18: Línia de tendència de l'il·luminància estimada en la fase 3 de la seqüència A1 Barcelona, en relació a la mesurada. Aquesta gràfica representa, en el seu eix d'abscisses, el temps de forma logarítmica. Per tant, la línia de tendència, que aquí veiem com una línia recta, és una corba logarítmica descendent si es representa el temps de forma lineal en l'eix d'abscisses.

Per finalitzar aquesta primera aproximació al model adaptatiu del confort lumínic, l'experimentació en el camp visual ens mostra com la sensació lumínica davant un canvi en el nivell d'il·luminància està influenciada per l'exposició prèvia. Quan es produeix un canvi a un nivell major d'il·luminància, la sensació lumínica sobrepassa el nivell real, tenint sensació de major il·luminància. Per contra, quan el canvi és cap a un nivell inferior, la sensació és de menor il·luminància. A més, en un temps relativament curt, la sensació es va aproximant de manera gradual al seu valor real. El grau de sobrevaloració o infravaloració de la sensació lumínica i el temps de recuperació del valor real van en funció de la magnitud i el sentit en que es produeix aquest canvi.

ANNEX I.A.3.- MODEL D'ENQUESTA LUMÍNICA.

Nombre: _____
 Nacionalidad: _____ Fecha: _____
 Edad: _____ Sexo: hombre mujer

Prueba A:

FASE 01:	FASE 02	FASE 03:	FASE 04:	FASE 05:
Medición: (lux)	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo
	<input type="checkbox"/> Más bajo	<input type="checkbox"/> Más bajo	<input type="checkbox"/> Más bajo	<input type="checkbox"/> Más bajo
	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo
	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual
	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto
	<input type="checkbox"/> Más alto	<input type="checkbox"/> Más alto	<input type="checkbox"/> Más alto	<input type="checkbox"/> Más alto
	<input type="checkbox"/> Bastante más alto	<input type="checkbox"/> Bastante más alto	<input type="checkbox"/> Bastante más alto	<input type="checkbox"/> Bastante más alto
	Sensación: (lux)	Sensación: (lux)	Sensación: (lux)	Sensación: (lux)

Prueba B:

FASE 01:	FASE 02	FASE 03:	FASE 04:	FASE 05:
Medición: (lux)	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo
	<input type="checkbox"/> Más bajo	<input type="checkbox"/> Más bajo	<input type="checkbox"/> Más bajo	<input type="checkbox"/> Más bajo
	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo
	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual
	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto
	<input type="checkbox"/> Más alto	<input type="checkbox"/> Más alto	<input type="checkbox"/> Más alto	<input type="checkbox"/> Más alto
	<input type="checkbox"/> Bastante más alto	<input type="checkbox"/> Bastante más alto	<input type="checkbox"/> Bastante más alto	<input type="checkbox"/> Bastante más alto
	Sensación: (lux)	Sensación: (lux)	Sensación: (lux)	Sensación: (lux)

Prueba C:

FASE 01:	FASE 02	FASE 03:	FASE 04:	FASE 05:
Medición: (lux)	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo
	<input type="checkbox"/> Más bajo	<input type="checkbox"/> Más bajo	<input type="checkbox"/> Más bajo	<input type="checkbox"/> Más bajo
	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo
	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual
	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto
	<input type="checkbox"/> Más alto	<input type="checkbox"/> Más alto	<input type="checkbox"/> Más alto	<input type="checkbox"/> Más alto
	<input type="checkbox"/> Bastante más alto	<input type="checkbox"/> Bastante más alto	<input type="checkbox"/> Bastante más alto	<input type="checkbox"/> Bastante más alto
	Sensación: (lux)	Sensación: (lux)	Sensación: (lux)	Sensación: (lux)

Prueba D:

FASE 01:	FASE 02	FASE 03:	FASE 04:	FASE 05:
Medición: (lux)	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo	<input type="checkbox"/> Bastante más bajo
	<input type="checkbox"/> Más bajo	<input type="checkbox"/> Más bajo	<input type="checkbox"/> Más bajo	<input type="checkbox"/> Más bajo
	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo	<input type="checkbox"/> Ligeramente más bajo
	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual	<input type="checkbox"/> Igual
	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto	<input type="checkbox"/> Ligeramente más alto
	<input type="checkbox"/> Más alto	<input type="checkbox"/> Más alto	<input type="checkbox"/> Más alto	<input type="checkbox"/> Más alto
	<input type="checkbox"/> Bastante más alto	<input type="checkbox"/> Bastante más alto	<input type="checkbox"/> Bastante más alto	<input type="checkbox"/> Bastante más alto
	Sensación: (lux)	Sensación: (lux)	Sensación: (lux)	Sensación: (lux)

Sudoku A:

	1			2			9
	7	9				2	3
8				5		4	
6				9			
3		8	4	7	6	9	5
9	4	7				8	
	3						1
			2	4	7		
			6		2	5	

Sudoku B:

				6		7	
	2						5
9	6		3			8	4
		3					6
		8	5			2	
				6		9	4
2			1	8			9
1	3		6	5			
7			2	9		1	6

Sudoku C:

			7	3		6	
4	6			5	3	8	
		2		8	9	5	
				6		3	
		1	8		7	4	
					8	2	6
		7	6	2			
9					2		
	4	8		5	7	6	

Sudoku D:

		8					
	2						1
	4		2	3	5	6	
		4					7
	9	7	3				
							4
9	3	5			6	8	
7			1	9		2	3
4				5	3	7	9

Sudoku E:

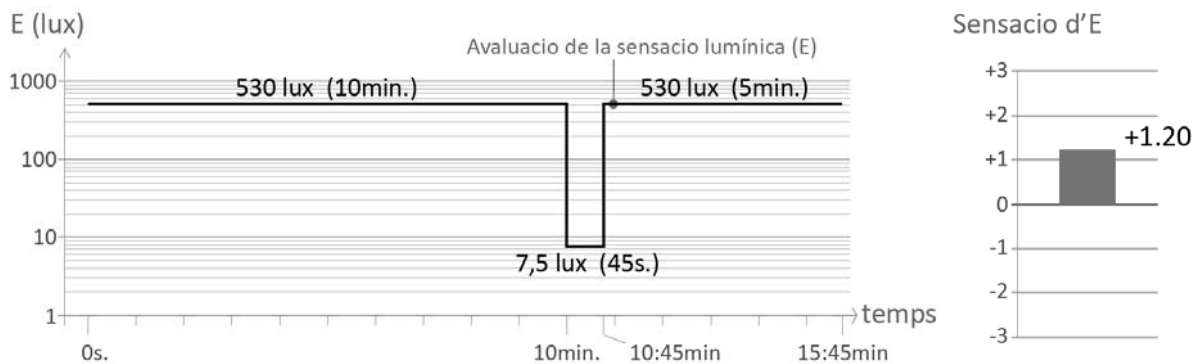
		2	8	9	1		
	7	6		2	3	9	
5							
	8				9		4
9	1	5	3			7	
4						5	8
					6		
	5		7			4	6
			9	3		2	

Sudoku F:

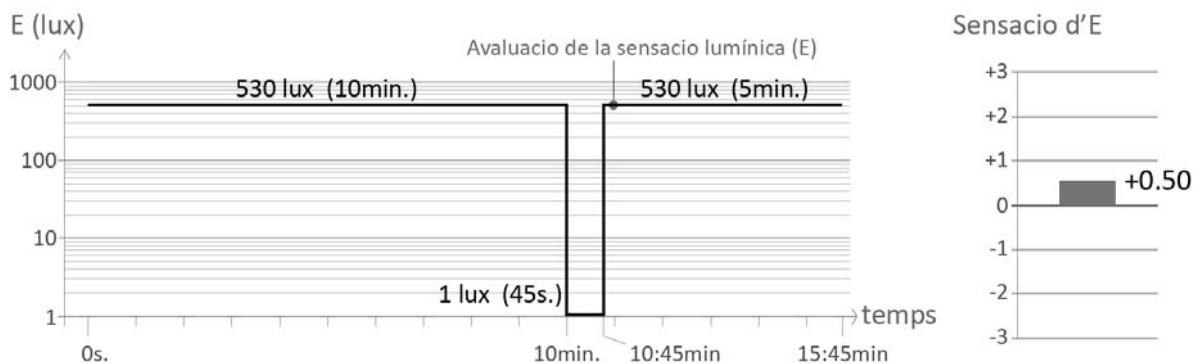
		9					
4				5	9		
2	8		4			7	
5		7	3	9			2
8			5				
6			7			4	3
					1	3	
			2	3	4	8	7
	1			7	5	2	

Cronograma de les 4 sèries de l'experiment de Barcelona amb els seus nivells d'il·luminància i la valoració immediata dels usuaris.

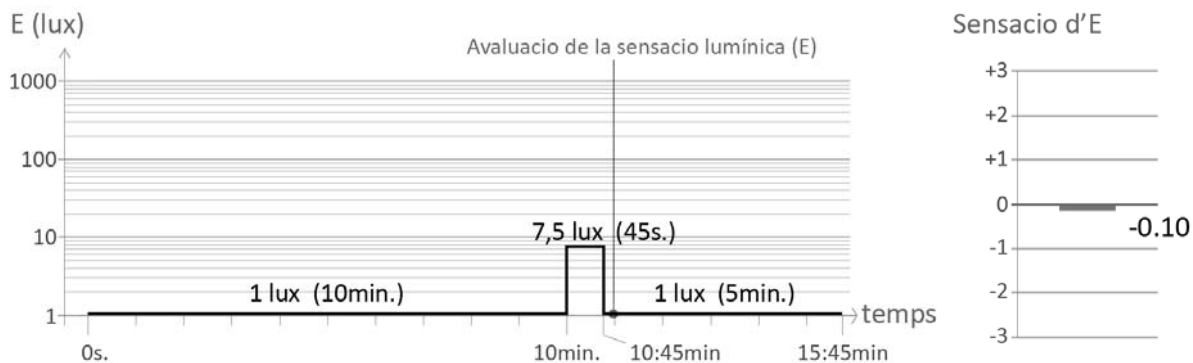
Seqüència A1 Barcelona (A-B-A):



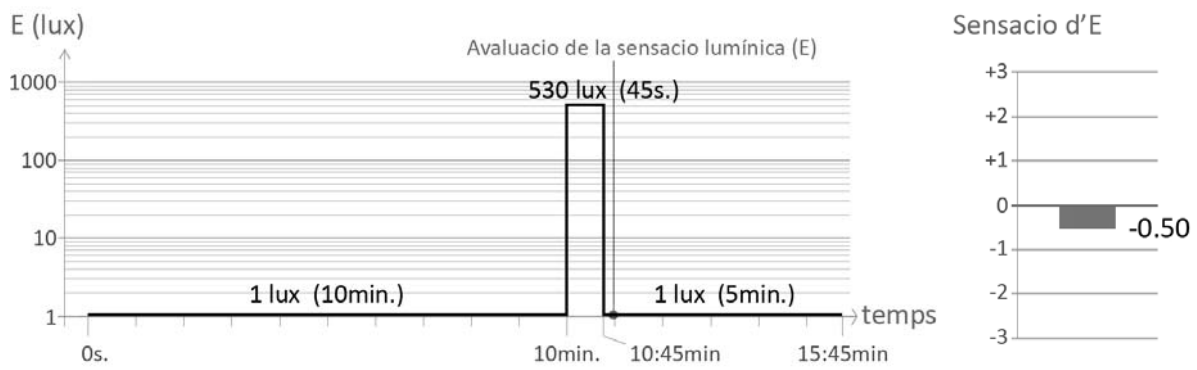
Seqüència A2 Barcelona (A-C-A):



Seqüència C1 Barcelona (C-B-C):

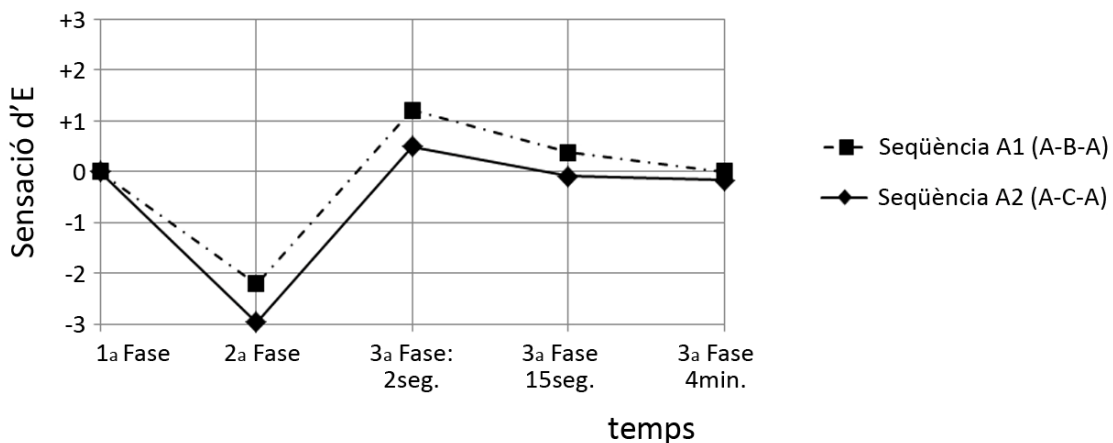


Seqüència C2 Barcelona (C-A-C):

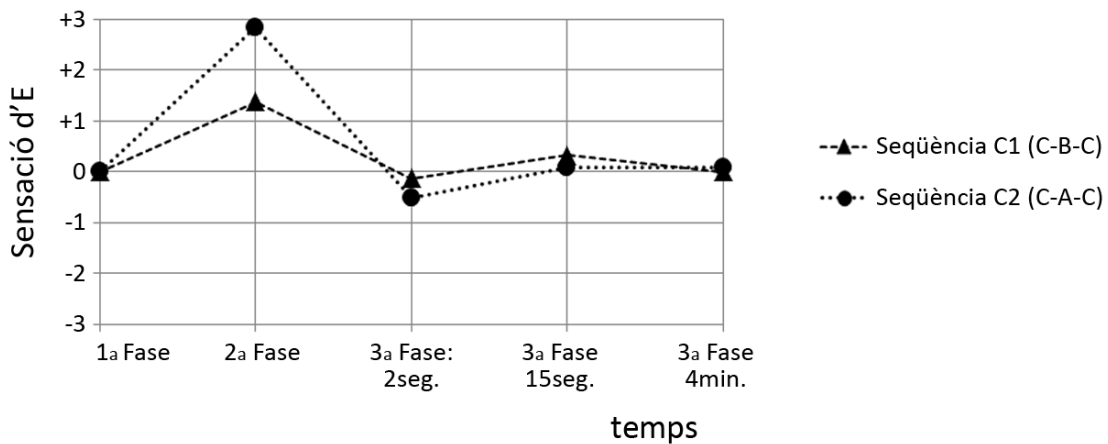


Valoració del nivell d'il·luminància a les diferents fases de les 4 seqüències de l'experiment de Barcelona per part dels usuaris enqüestats.

Seqüències A1 Barcelona (A-B-A) i A2 Barcelona (A-C-A):

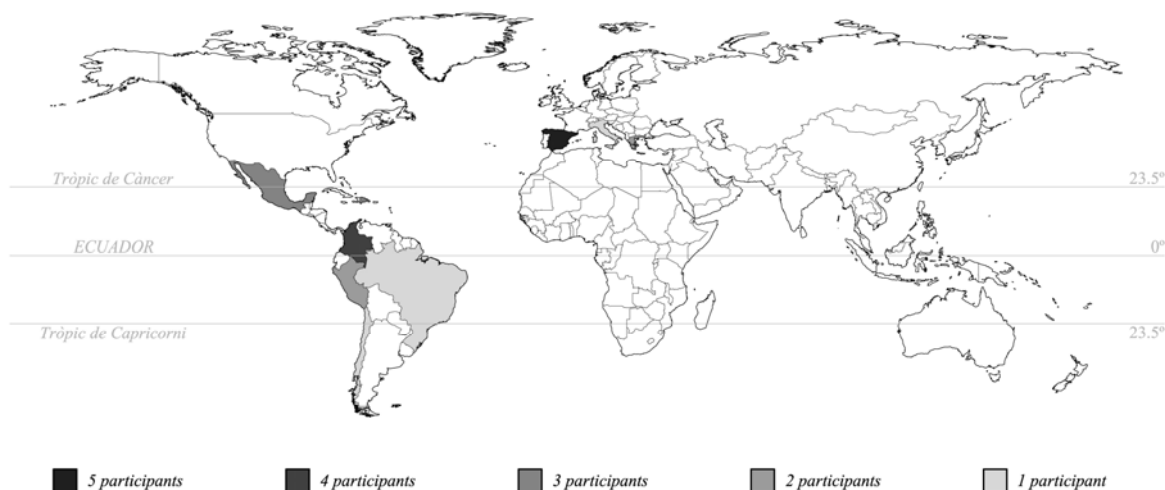


Seqüències C1 Barcelona (C-B-C) i C2 Barcelona (C-A-C):



Pel que fa a la caracterització de les persones que van participar a l'experiment de Barcelona, eren 24 persones procedents d'11 països diferents: Espanya, Colòmbia, República Dominicana, Mèxic, Gràcia, Perú, Itàlia, Brasil, Panamà, Xile i el Salvador.

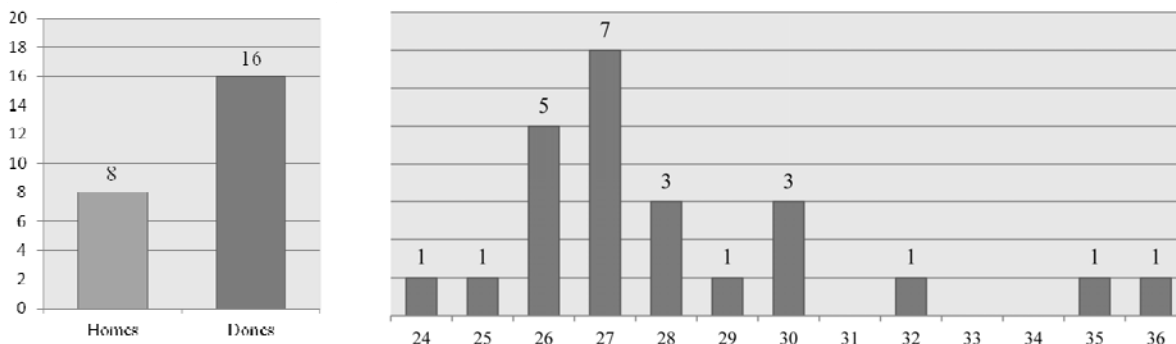
Procedència dels enquestats a l'experiment de Barcelona.



El 33,3% dels participants eren homes i el 66,7% eren dones. La suma total és de 8 homes i 16 dones. En relació amb l'edat, tots els participants es troben entre els 24 i els 36 anys, i la meitat d'ells tenen entre 26 i 27 anys.

Proporció d'homes i dones de l'experiment de Barcelona (esquerra).

Edat que tenen els participants de l'experiment de Barcelona (dreta).



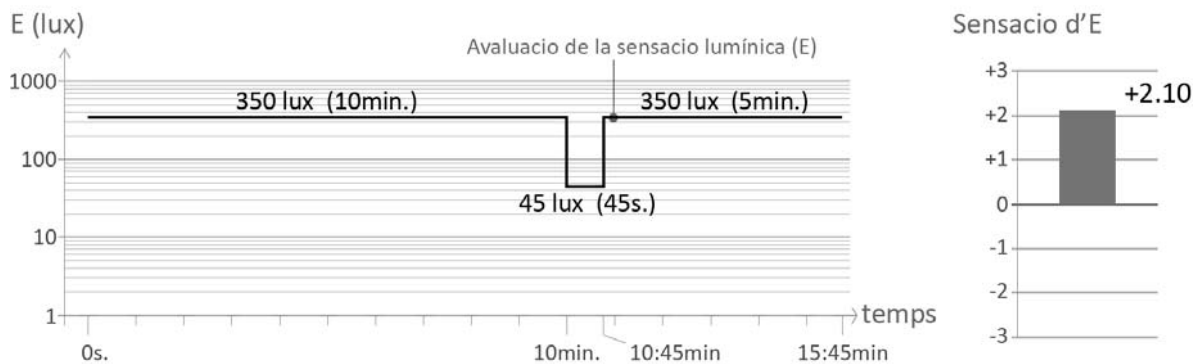
Taula de dades amb les respostes dels participants de l'experiment d'Antofagasta 1/2.

Nom	Nacionalitat	Edat	Sexe	Prova A (A-B-A)					Prova B (A-C-A)					
				Fase 01 (A) 10min +3/-3	Fase 02 (B) 45s (mes. 30s) +3/-3	Fase 03 (A) 12s +3/-3	Fase 04 (A) 15s +3/-3	Fase 05 (A) 4min +3/-3	Fase 01 (A) 10min +3/-3	Fase 02 (C) 45s (mes. 30s) +3/-3	Fase 03 (A) 12s +3/-3	Fase 04 (A) 15s +3/-3	Fase 05 (A) 4min +3/-3	
GRAU				Lux mesurats:										
Usuari 01	Xile	21	D	0	-1	2	0	0	0	0	-3	3	0	0
Usuari 02	Xile	20	D	0	-2	2	0	-1	0	0	-2	2	2	0
Usuari 03	Xile	22	D	0	1	2	3	2	0	-2	2	2	3	3
Usuari 04	Xile	24	D	0	-1	2	3	3	0	-2	2	2	3	3
Usuari 05	Xile	21	H	0	-2	2	1	0	0	-2	2	2	2	0
Usuari 06	Xile	20	D	0	-2	3	0	0	0	-3	3	3	0	0
Usuari 07	Xile	20	D	0	-2	2	1	0	0	-3	2	2	1	0
Usuari 08	Xile	21	H	0	-2	2	0	0	0	-3	2	2	2	3
Usuari 09	Xile	21	H	0	-1	2	0	0	0	-2	2	2	0	0
Usuari 10	Xile	20	D	0	1	2	2	3	0	-2	2	1	0	3

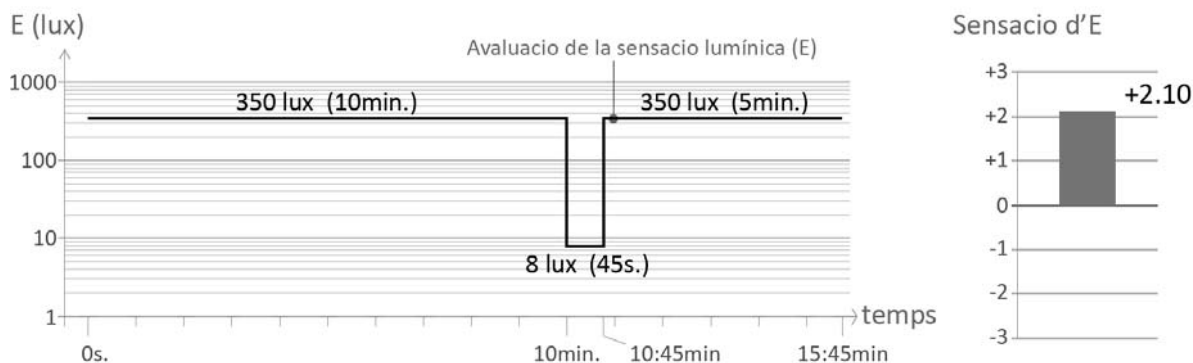
Nom	Nacionalitat	Edat	Sexe	Prova C (C-B-C)					Prova D (C-A-C)					
				Fase 01 (C) 10min +3/-3	Fase 02 (B) 45s (mes. 30s) +3/-3	Fase 03 (C) 12s +3/-3	Fase 04 (C) 15s +3/-3	Fase 05 (C) 4min +3/-3	Fase 01 (C) 10min +3/-3	Fase 02 (A) 45s (mes. 30s) +3/-3	Fase 03 (C) 12s +3/-3	Fase 04 (C) 15s +3/-3	Fase 05 (C) 4min +3/-3	
GRAU				Lux mesurats:										
Usuari 01	Xile	21	D	0	2	1	-2	-1	0	0	3	-3	-1	0
Usuari 02	Xile	20	D	0	1	0	-1	0	0	3	3	-3	0	2
Usuari 03	Xile	22	D	0	1	2	-1	1	0	2	2	-2	0	0
Usuari 04	Xile	24	D	0	-1	-1	-2	-2	0	3	3	-1	0	2
Usuari 05	Xile	21	H	0	1	1	-1	0	0	2	2	-1	-2	2
Usuari 06	Xile	20	D	0	2	0	-1	0	0	2	2	-3	0	2
Usuari 07	Xile	20	D	0	1	1	-1	0	0	1	1	-2	-1	0
Usuari 08	Xile	21	H	0	2	2	-2	0	0	2	2	-2	0	3
Usuari 09	Xile	21	H	0	2	0	-2	0	0	2	2	-3	0	0
Usuari 10	Xile	20	D	0	2	0	-1	0	0	3	3	-3	-2	-1

Cronograma de les 4 sèries de l'experiment d'Antofagasta amb els seus nivells d'il·luminància i la valoració immediata dels usuaris.

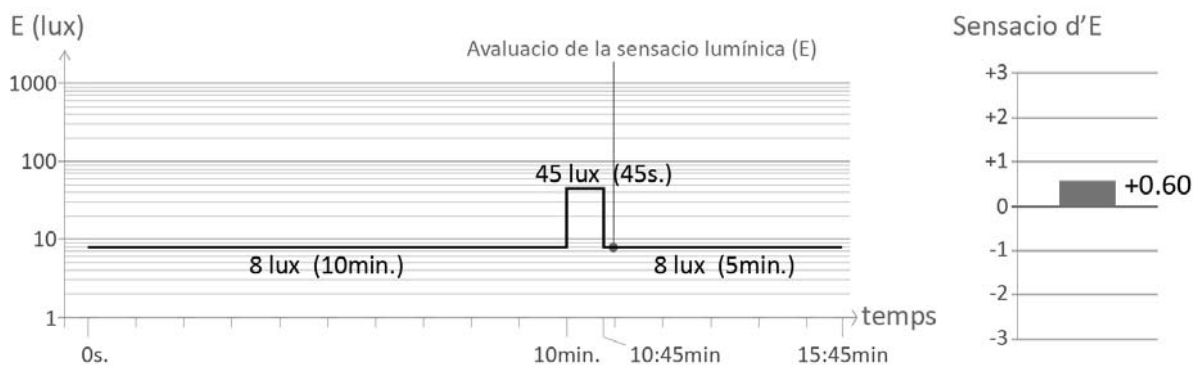
Seqüència A1 Antofagasta (A-B-A):

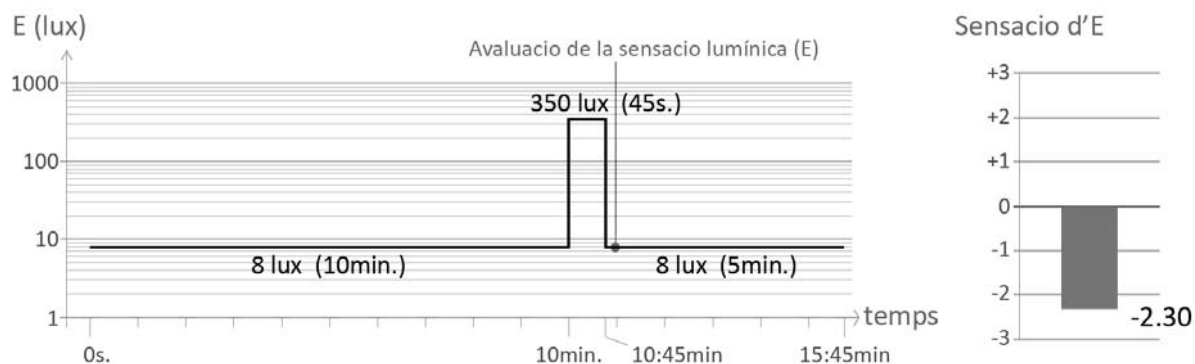


Seqüència A2 Antofagasta (A-C-A):

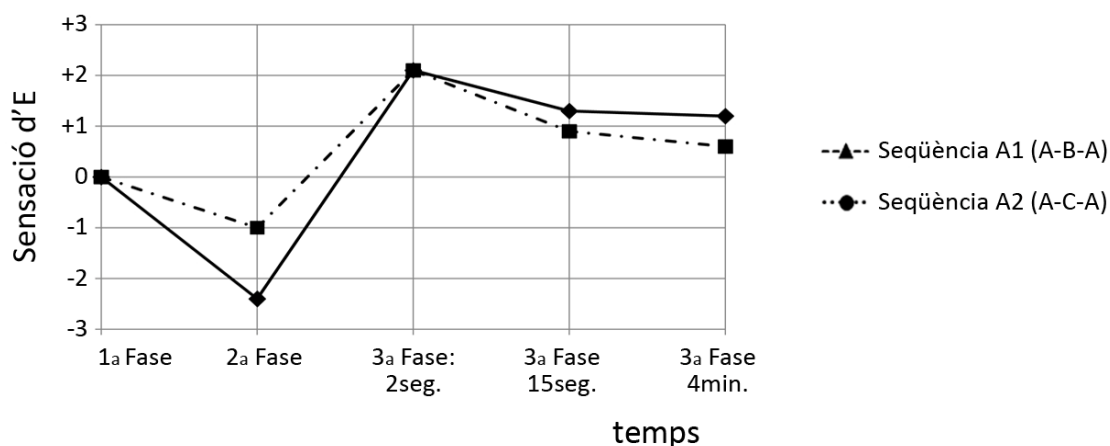
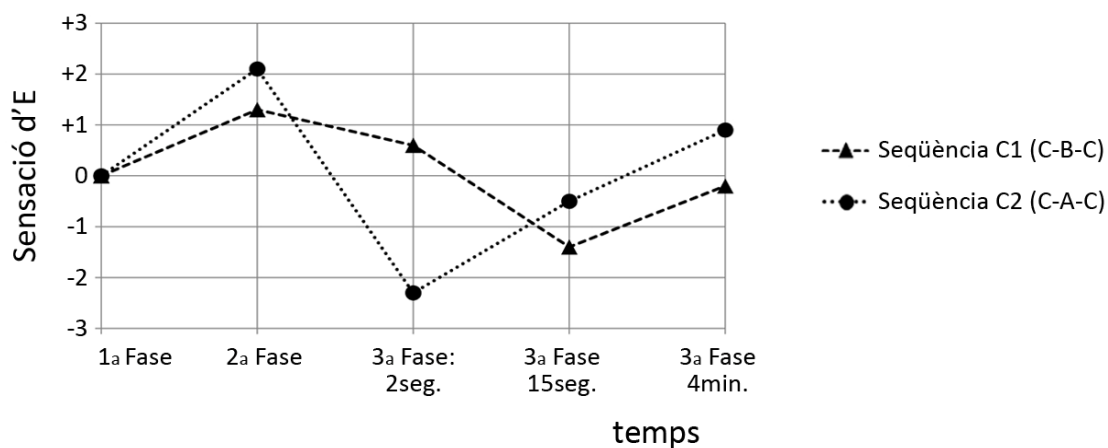


Seqüència C1 Antofagasta (C-B-C):



Seqüència C2 Antofagasta (C-A-C):

Valoració del nivell d'il·luminància a les diferents fases de les 4 seqüències de l'experiment d'Antofagasta per part dels usuaris enquestats.

Seqüències A1 Antofagasta (A-B-A) i A2 Antofagasta (A-C-A):*Seqüències C1 Antofagasta (C-B-C) i C2 Antofagasta (C-A-C):*

Pel que fa a la caracterització de les persones que van participar a l'experiment d'Antofagasta, eren 10 persones procedents totes de Xile.

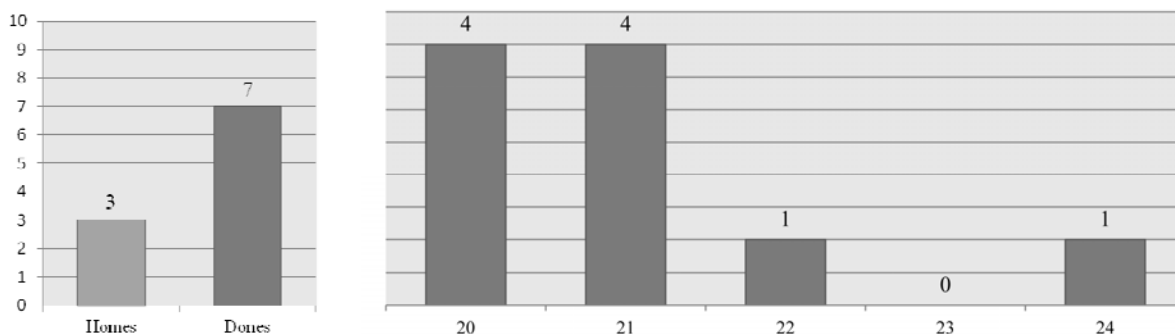
Procedència dels enquestats a l'experiment d'Antofagasta



El 30% dels enquestats eren homes i el 70% eren dones. La suma total és de 7 homes i 3 dones. En relació amb l'edat, tots els enquestats es trobaven entre els 20 i els 24 anys, tot i que una gran majoria (el 80%) se situaven entre el 20 i els 21 anys.

Proporció d'homes i dones de l'experiment d'Antofagasta (esquerra).

Edat que tenen els participants de l'experiment d'Antofagasta (dreta).



ANNEX I.B.- Experimentació en adaptació acústica.

ANNEX I.B.1.- METODOLOGIA DE L'EXPERIMENTACIÓ EN ADAPTACIÓ ACÚSTICA.

L'experimentació que aquí es planteja és una primera aproximació a l'adaptació acústica entesa com a aquell fenomen que actua sobre un sistema sensorial, en aquest cas el de l'oïda i que, davant d'un canvi en la intensitat d'un estímul acústic, ens porta a percebre temporalment una major o menor intensitat en el que sentim.

Es comprovarà si en el sentit de l'oïda es manifesta el que abans hem descrit com a “overshoot”, tal i com sembla que succeeix en els sentits tèrmic i visual. Assimilar que aquesta adaptació sensorial o fenomen d'overshoot es produeix també en el sistema sensorial acústic no és immediat. Els canvis tèrmics, lumínics i acústics que es produeixen habitualment al nostre entorn tenen diferents rangs energètics. La resposta humana també és diferent, ja que els temps d'adaptació fisiològica dels usuaris també són diferents per a cada sentit.

La metodologia que es va seguir va ser semblant a la de l'experiment lumínic. Les conclusions van derivar de les enquestes de laboratori realitzades a usuaris sotmesos a diversos canvis en el nivell acústic. Per això, es van crear i reproduir informàticament unes seqüències de sorolls que anaven variant cíclicament el seu nivell d'intensitat acústica (dB) i que els usuaris enquestats havien de valorar. Els usuaris es sotmetien a diferents sèries de canvis acústics amb diferents tipus de sorolls, amb diferents graus d'intensitat i amb intervals i seqüències temporals decidits prèviament.

Es van realitzar dos experiments. El que hem denominat “Experiment Acústic 1: Valoració Relativa” es va dur a terme a Barcelona el dia 08 d'octubre de 2012. En aquest, es va fer una valoració quantitativa, amb un alt nombre de gent enquestada, per demostrar si es produeix o no el fenomen d'overshoot o d'adaptació acústica.

L'experiment denominat “Experiment Acústic 2: Valoració Absoluta” es va dur a terme també a Barcelona el dia 04 d'octubre de 2012. En aquest, es va fer una aproximació a una valoració quantitativa, amb un nombre reduït de gent enquestada amb una alta qualificació en temes acústics. Aquest experiment va servir per determinar en quin grau es produeix el fenomen de l'overshoot.

L'enquesta, el local i les condicions ambientals.

Pels dos experiments acústics es va optar, de nou, per dur a terme enquestes de laboratori i no de camp. Als experiments de laboratori es van poder recrear les situacions acústiques desitjades i en unes

condicions ambientals controlades. D'aquesta manera es va tenir un total control sobre les fonts de producció sonora i una possibilitat de mesura acurada de les condicions acústiques.

El local on es va dur a terme l'experiment va ser l'Aula CB1 de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, amb una geometria relativament rectangular, segons l'esquema de la Figura A_I.20 i amb mides aproximades de 18,00 m. d'ample per 10,75 m. de profunditat i 3,00 m. d'alçada.



Figura A_I.19: Fotomuntatge de l'Aula CB1 de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, on es van dur a terme els experiments acústics, des de la porta d'accés del passadís.

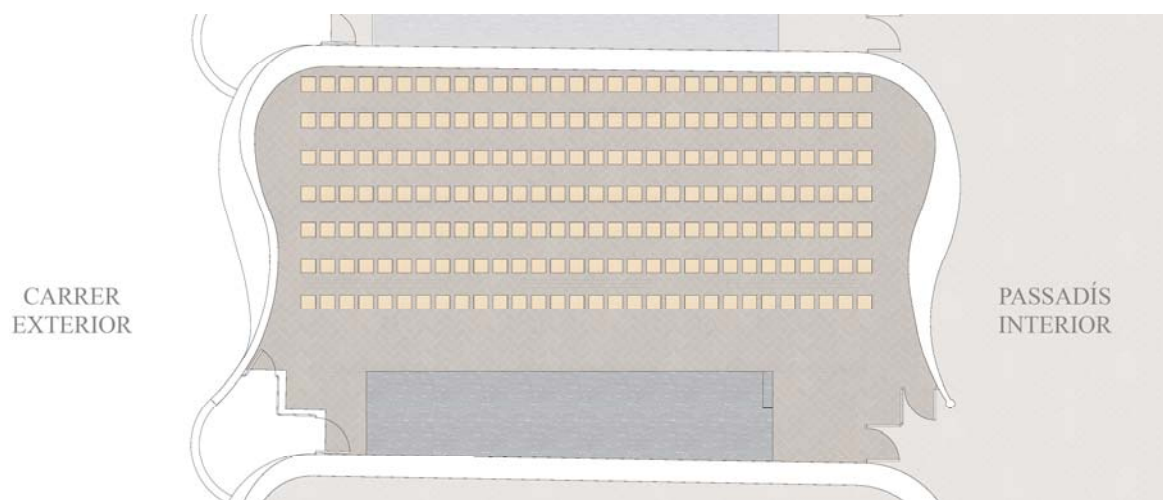


Figura A_I.20: Planta de l'Aula CB1 de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, on es van dur a terme els experiments acústics.

El temps de reverberació del local on es van dur a terme els experiments acústics es va calcular manualment segons la fórmula de Sabine:

$$Tr (s) = 0,162 \cdot \frac{V(m^3)}{A(m^2)}$$

I també segons la fórmula d'Eyring:

$$Tr = 0,162 \cdot \frac{V(m^3)}{S_{total} \cdot \ln(1 - \alpha_{m})(m^2)}$$

Es van tenir en compte els acabats superficials de l'aula detallats a la Taula A_I.05 i a la Figura A_I.21.

Superfíc.	Pl. Pavim.	Pl. Sostre	Pl. Tarima	Al. Suro	Al. Finest.	Al. Porta	Al. Paret	Al. Pissarra	Al. Tarima	Total
V (m ³)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	580.0
S (m ²)	163.5	190	26.5	106	13	12.5	31.2	12	4.8	559.5
Mat.	Ceram.	C.G.	Vinil	Guix	Vidre	Vidre	Guix	Pissarra	Vinil	-
α_{125Hz}	0.02	0.20	0.05	0.08	0.17	0.17	0.02	0.05	0.05	-
α_{500Hz}	0.03	0.10	0.10	0.30	0.04	0.04	0.02	0.06	0.10	-
α_{2000Hz}	0.05	0.05	0.05	0.28	0.03	0.03	0.04	0.06	0.05	-

Taula A_I.05: Llistat de paraments, amb superfícies en m², materials d'acabat superficial i coeficients d'absorció acústica per les freqüències de 125 Hz, 500 Hz i 2000 Hz de l'Aula CB1 de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, on es van dur a terme els experiments acústics.

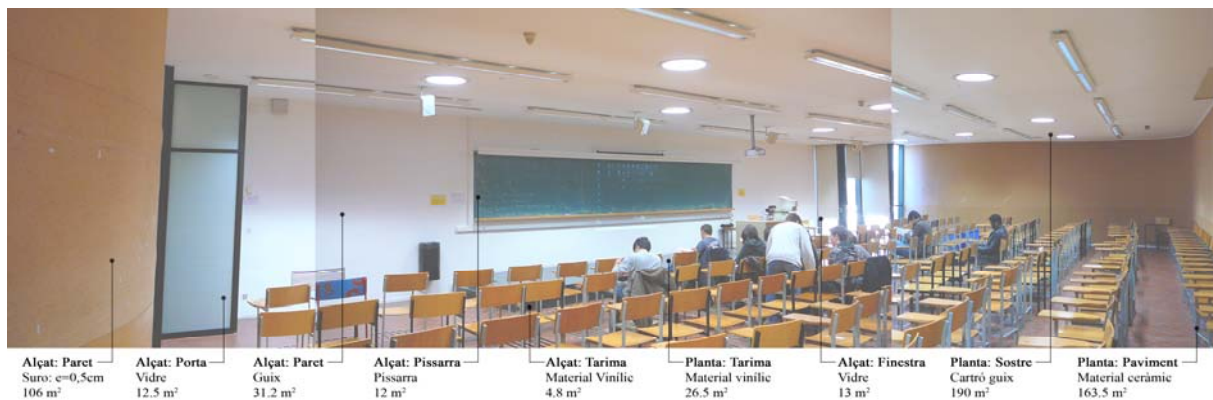


Figura A_I.21: Paraments de l'Aula CB1 de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona amb els seus materials d'acabat superficial i les respectives superfícies en m².

Els càlculs de temps de reverberació del local on es van dur a terme els experiments acústics estan fets per al local sense usuaris. Per tant, els valors resultants obtinguts són una primera aproximació però seran valors presumiblement inferiors durant els experiments, on hi havia 75 usuaris y 7 usuaris.

Es valors resultants obtinguts segons els càlculs van ser:

Valors Obtinguts Tr (s)	Fórmula Sabine	Fórmula Eyring
Tr _{125Hz} (s)	1,65 (s)	1,59 (s)
Tr _{500Hz} (s)	1,54 (s)	1,44 (s)
Tr _{2000Hz} (s)	1,82 (s)	1,78 (s)

Taula A_I.06: Valors de temps de reverberació segons la fórmula de Sabine i la fórmula d'Eyring obtinguts per a les freqüències de 125 Hz, 500 Hz i 2000 Hz.

Durant els dos experiments es va evitar qualsevol tipus de soroll extern, per evitar qualsevol possible distorsió de resultats.

La reducció acústica promig mesurada de la finestra al carrer era de 24 dB i la reducció acústica promig mesurada de la porta d'accés al local des del passadís era de 19 dB.

El soroll de fons de l'aula buida mesurat amb sonòmetre era de 38 dB.

La resta de paràmetres ambientals de la sala també es van mantenir dins dels rangs òptims per evitar la possible aparició de sinestèsies. Ambdós experiments es van realitzar entre 1 h. i 3 h. posteriors a que els enquestats haguessin ingerit aliments.

Usuaris sotmesos a l'experiment.

L'Experiment Acústic 1 de Valoració Relativa es va portar a terme amb 75 estudiants de Grau en Arquitectura de l'Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona. Els enquestats eren 51 dones i 24 homes i tots ells tenien entre els 18 i els 23 anys, excepte dues persones de 30 i 32 anys. La gran majoria, 70 de 75, eren de nacionalitat espanyola. Només 3 persones van manifestar tenir algun tipus de problema a l'oïda, ja fos permanent o temporal a causa d'un constipat. Tanmateix, les seves valoracions s'han mantingut dins l'estadística i no es desvien excessivament del promig⁴².

L'Experiment Acústic 2 de Valoració Absoluta es va portar a terme amb 7 individus, tots ells relativament experimentats amb temes acústics. Els enquestats no presentaven cap tipus de problema auditiu amb excepció d'una de les oïents que estava constipada. Aquesta oient només va respondre a les preguntes de valoració relativa, però no va respondre a les preguntes de valoració absoluta. Dels 6 individus que sí van respondre a totes les preguntes, 4 eren dones i 2 eren homes. Tots de nacionalitat espanyola. Les seves edats estaven compreses entre els 28 i els 54 anys, i tots ells eren especialistes en temes relacionats amb les energies ambientals i familiaritzats amb les unitats de mesura del nivell acústic (dB) i les seves magnituds habituals dins d'ambients arquitectònics.

⁴² Les dades de les persones enquestades es poden consultar a l'Annex III.B.4.

Els estímuls acústics i la ubicació dels subjectes.

Per a crear i editar els estímuls acústics es va utilitzar el programari lliure Audacity 2.0.0. L'equip utilitzat per a reproduir els estímuls acústics van ser un PC Pentium D 3.2 1GB RAM, amb un amplificador Dynacord MV 512 (120W Mixer Amplifier), connectat a 4 altaveus EV S40W. El sonòmetre utilitzat per a mesurar el nivell acústic (dB) durant l'experiment a un punt central de l'aula va ser un TES 1350A Sound Level Meter⁴³.



Figures A_I.22-25: Fotografies dels aparells utilitzats per reproduir i mesurar els estímuls acústics durant el transcurs dels experiments: PC, altaveus i sonòmetre.

Es van crear dos tipus d'estímuls acústics per a comprovar el fenomen d'overshoot acústic mitjançant:

- Un to pur: una sola freqüència de 440 cps.
- I un soroll blanc: amb un espectre que conté tota la banda de freqüències audibles amb una mateixa potència.

Els individus enquestats estaven asseguts a les quatre primeres fileres de l'aula. En relació a les fonts sonores, es tribaven distribuïts segons l'esquema següent:

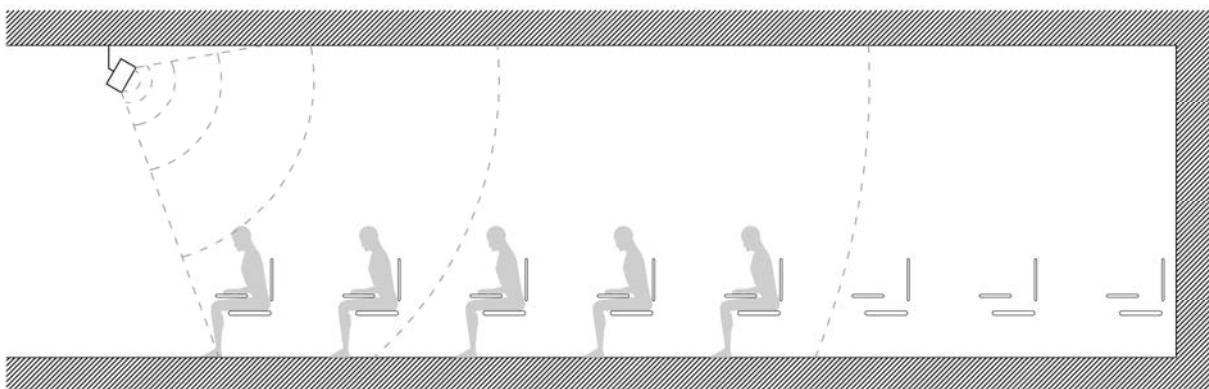


Figura A_I.26: Secció de la ubicació dels usuaris enquestats a la sala i dels quatre altaveus, per a l'experiment 1.

⁴³ Les característiques tècniques dels aparells es poden consultar a l'Annex III.C.



Figura A_I.27: Dues fotografies del local on es van dur a terme els dos experiments acústics on es pot apreciar la filera de 4 altaveus del sostre.

Tot i que la ubicació del subjectes era diferent per a cada un d'ells, s'ha de tenir en compte que tots ells van estar perfectament immòbils durant tot el procediment de l'experiment per evitar una possible interferència addicional del so.

Aquest fenomen de la interferència acústica es pot produir de forma considerable, sobretot amb els tons purs, on hi ha una més alta probabilitat de superposició del so produït per dos altaveus del sistema emissor en un punt de l'espai.

Degut a aquest fenomen d'interferència dels tons purs reproduïts alhora per més d'un emissor, és possible que existís una dependència espacial important del nivell acústic, sentint clarament diferent en funció de la ubicació. Això podia succeir sobretot per als subjectes de l'Experiment 1, ja que hi havia molta més dispersió en la seva ubicació. Tot i això, com l'avaluació de la sensació acústica sempre era relativa a un so inicial de referència, no era tant important el valor absolut de nivell acústic que rebien els usuaris, com el fet que es mantinguessin immòbils. Els 7 subjectes de l'Experiment 2, que havien de fer una valoració absoluta del nivell de dB, van ser ubicats amb precisió, per minimitzar aquest efecte.

Per tant, es va estat especialment cautelós per intentar que els subjectes enquestats es mantinguessin perfectament immòbils durant tot el procediment de l'experiment.

Escenaris acústics.

Es van portar a terme dos experiments per avaluar si es produeix, i en quina mesura, el que anomenem fenomen d'overshoot o d'adaptació acústica de l'usuari sotmès a un canvi en les condicions de nivell acústic (dB).

L'Experiment 1, amb 75 subjectes enquestats, ens va servir per tenir una valoració qualitativa de si es produeix o no el fenomen d'overshoot. L'Experiment 2 va seguir el mateix procés que l'Experiment 1, però amb un grup menor de subjectes, tots ells més acostumats a les unitats de mesura del nivell acústic. Amb 7 usuaris enquestats, l'Experiment 2 ens va servir per tenir una aproximació a una valoració quantitativa d'aquest fenomen d'overshoot.

La metodologia seguida pels dos experiments acústics va ser semblant a la dels experiments lumínics. Els subjectes es van sotmetre a diverses seqüències acústiques a cadascun dels experiments. A cada seqüència hi havia 3 fases i a cada fase hi podia haver un nivell d'intensitat acústica que, per simplificar, anomenarem escenes A, B o C.

Fent una comparació relativa entre les tres escenes acústiques es podria dir que per als dos experiments l'escena A tenia un nivell d'intensitat acústica alt, l'escena B tenia un nivell d'intensitat acústica mig i l'escena C tenia un nivell d'intensitat acústica baix. Els valors de les escenes A, B o C mesurats en dB varien en funció de si es tracta d'un to pur o un soroll blanc i també en funció de la seqüència.

Cada seqüència tenia 3 fases:

- A la primera fase es partia d'un nivell d'intensitat acústic A, B o C amb un valor que es mantenia constant durant un temps determinat.
- La segona fase es començava amb un primer canvi d'escena acústica, amb un valor diferent d'intensitat acústica que es tornava a mantenir constant durant un altre temps determinat.
- La tercera fase començava amb un segon canvi, on de vegades es recuperava la mateixa escena acústica de la fase 1 i de vegades no. Aquest nivell d'intensitat acústica es tornava a mantenir constant durant un altre cert temps.

Seqüències acústiques de l'Experiment 1 de Valoració Relativa.

A l'Experiment 1 es va exposar als subjectes a 6 seqüències diferents, 3 seqüències per a canvis en el nivell acústic d'un to pur de 440 cps i 3 seqüències per a canvis en el nivell acústic d'un soroll blanc.

En les múltiples tandes de l'Experiment 1 les tres escenes acústiques A, B i C ens produïen uns nivells acústics mesurats amb sonòmetre al centre de l'aula de 82 dB, 78 dB i 73 dB per a les seqüències amb un to pur de 440 cps i de 88 dB, 86 dB i 78 dB per a les seqüències amb un soroll blanc (taula A_I.07).

Experiment 1 de Valoració Relativa:

Escena	N (dB) To Pur 440 Hz	N (dB) Soroll Blanc
A	82	88
B	78	86
C	73	78

Taula A_I.07: Valors dels nivells acústic mesurats (en dB) en funció de l'escena acústica per a l'Experiment 1 de Valoració Relativa.

Les diferents seqüències a les que es va sotmetre als 75 subjectes de l'Experiment 1 son les exposades a la taula A_I.08. L'ordre en que es va sotmetre als subjectes a les 6 seqüències va ser el detallat, intercalant les seqüències de to pur amb les seqüències de soroll blanc.

Seqüència	So	Fase 1	Fase 2	Fase 3
A-C-B	To Pur	82 dB	73 dB	78 dB
C-A-C	Soroll Blanc	78 dB	88 dB	78 dB
A-C-A	To Pur	82 dB	73 dB	82 dB
B-C-A	Soroll Blanc	86 dB	78 dB	88 dB
C-B-C	To Pur	73 dB	78 dB	73 dB
A-C-A	Soroll Blanc	88 dB	78 dB	88 dB

Taula A_I.08: nivells acústics per a cada una de les fases de les 6 seqüències a les que es va sotmetre els 75 subjectes de l'Experiment Acústic 1 de Valoració Relativa.

L'estratègia utilitzada tant per a les 3 seqüències de to pur com per a les 3 de soroll blanc va ser la mateixa:

- Una de les seqüències partia d'un nivell d'intensitat acústica alta a la primera fase, que disminuïa a la segona i finalment recuperava el mateix valor a la tercera (seqüències A-C-A tant per al To Pur com per al Soroll Blanc).
- Una altra de les seqüències partia d'un nivell d'intensitat acústica baixa a la primera fase, que augmentava a la segona i finalment recuperava el nivell inicial a la tercera (seqüència C-B-C per al To Pur i seqüència C-A-C per al Soroll Blanc).

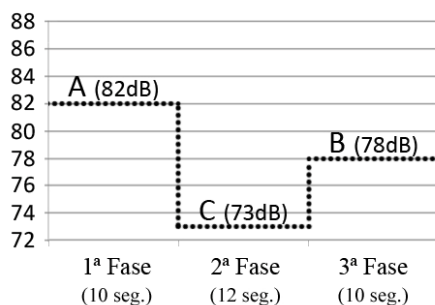
- I l'altra seqüència partia d'un nivell d'intensitat acústica a la primera fase, que disminuïa a la segona i que finalment augmentava a la tercera, però amb un valor diferent al de la primera fase (seqüència C-B-C per al To Pur i seqüència C-A-C per al Soroll Blanc).

Tant per al to pur com per al soroll blanc teníem dues seqüències que recuperaven el valor inicial durant la tercera fase. Aquestes ens van permetre avaluar comparativament l'efecte de l'overshoot sobre els usuaris. I com hi ha diferents temps d'adaptació segons el sentit del canvi energètic, una ho avaluava amb un canvi cap a major intensitat acústica i una altra amb un canvi cap a menor intensitat acústica.

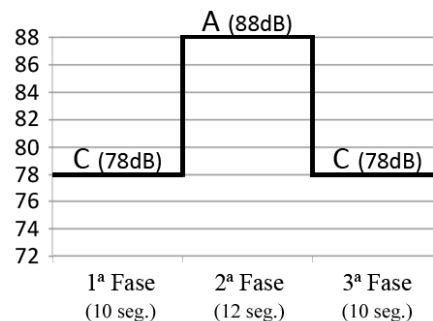
L'altra seqüència, la que no recuperava el valor del nivell acústic inicial, ens va servir per a que els participants de les enquestes no poguessin intuir que algunes de les seqüències recuperaven el valor inicial i així no tinguessin cap tipus de predisposició en la seva valoració o possible expectativa pel que fa als resultats.

A les 6 gràfiques de la Figura A_I.28 es detallen gràficament les seqüències de l'Experiment 1 de Valoració Relativa, tant per al to pur de 440 cps com per al soroll blanc, en l'ordre en que es van exposar:

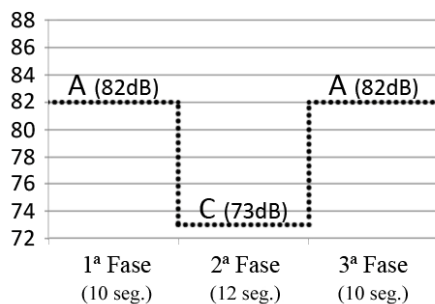
Seqüència To Pur ACB (Val. Rel.):



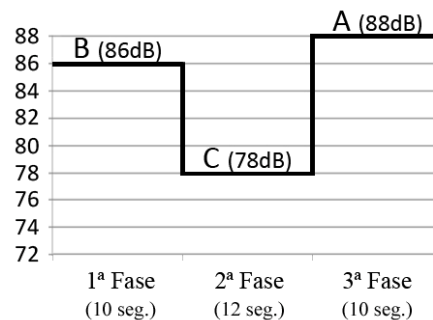
Seqüència Soroll Blanc CAC (Val. Rel.):



Seqüència To Pur ACA (Val. Rel.):



Seqüència Soroll Blanc BCA (Val. Rel.):



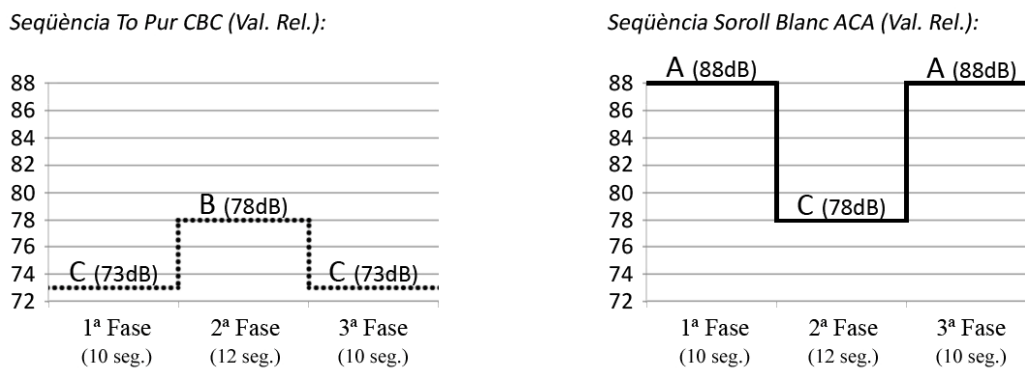


Figura A_I.28: Gràfiques esquemàtiques de les 6 seqüències de l'Experiment 1 de Valoració Relativa, amb els seus respectius nivells d'intensitat acústica mesurats en decibels al centre del local.

Seqüències acústiques de l'Experiment 2 de Valoració Absoluta.

En el cas de l'Experiment 2 i tenint en compte que els subjectes enquestats estaven més entrenats pel que fa a conceptes acústics i la seva mesura que en l'Experiment 1, es va exposar als subjectes no a 6 sinó a 8 seqüències diferents. 4 seqüències per a canvis en el nivell acústic d'un to pur, també de 440 cps, i 4 seqüències més per a canvis en el nivell acústic d'un soroll blanc.

Tot i que aquí es segueix utilitzant la nomenclatura de "escenes A, B i C" per designar nivells acústics relativament alts, mitjos i baixos entre ells, a les múltiples tandes de l'experiment aquestes escenes tenien diferents valors. Com a exemple: el que a l'Experiment 2 designem com a escena A no tenia el mateix valor de decibels a dues seqüències diferents del mateix experiment. El mateix passava amb les escenes B i C. Per tant, la nomenclatura d'una seqüència A-C-B significaria que el nivell acústic de la primera fase era el més alt dins de la seqüència (A), que el de la segona fase era el més baix (C) i que el de la tercera fase tenia un valor entre mig dels altres dos (B).

Les seqüències a les que es va sotmetre als 7 subjectes de l'Experiment 2 van ser, per ordre d'exposició, les de la Taula A_I.09. A la taula també s'exposen els nivells d'intensitat acústica mesurada en un mateix punt per a cada una de les fases de cada seqüència.

Els nivells acústics de cada fase es detallen amb un decimal de precisió degut a la proximitat que hi havia entre alguns dels valors d'alguna de les seqüències, tot i que el sistema auditiu de les persones no sigui capaç de distingir nivells acústics amb aquest grau de precisió.

Seqüència	So	Fase 1	Fase 2	Fase 3
A-C-B	To Pur	74 dB	64 dB	70,5 dB
C-A-C	Soroll Blanc	67 dB	75,5 dB	67 dB
A-C-A	To Pur	74 dB	66,5 dB	74 dB
B-C-A	Soroll Blanc	75 dB	67,5 dB	76,5 dB
C-A-C	To Pur	66 dB	74 dB	66 dB
A-C-A	Soroll Blanc	76 dB	67,5 dB	76 dB
C-A-B	To Pur	64,5 dB	74,5 dB	68 dB
B-A-C	Soroll Blanc	69 dB	76,5 dB	65 dB

Taula A_I.09: nivells acústics per a cada una de les fases de les 8 seqüències a les que es va sotmetre els 7 subjectes de l'Experiment Acústic 2 de Valoració Absoluta.

L'estratègia utilitzada per a les 4 seqüències de to pur i les 4 de soroll blanc era semblant a la de l'Experiment 1.

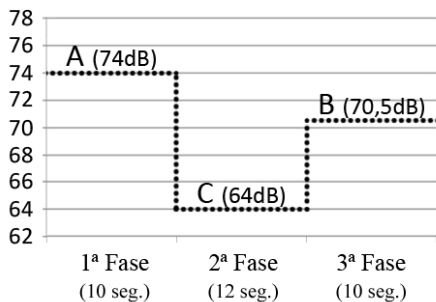
Tant per al to pur com per al soroll blanc teníem dues seqüències que a la tercera fase recuperaven el valor de la primera. Una ho feia passant per un nivell d'intensitat més baix i una altra per un nivell d'intensitat més alt: per al to pur tenim una seqüència A-C-A, de 74 dB - 66,5 dB - 74 dB, i una seqüència C-A-C, de 66 dB - 74 dB - 66 dB; i per al soroll blanc tenim una seqüència A-C-A, de 76 dB - 67,5 dB - 76 dB, i una seqüència C-A-C, de 67 dB - 75,5 dB - 67 dB.

Per als dos tipus de so també teníem dues seqüències que a la tercera fase no recuperaven el nivell acústic de la primera. Per al to pur, una d'elles partia d'un nivell acústic alt, passava per un baix i acabava amb un nivell mig (A-C-B) i una altra seqüència ho feia a la inversa, partia d'un nivell acústic baix, passava per un alt i finalment acabava amb un nivell mig (C-A-B). Per al soroll blanc, una seqüència partia d'un nivell acústic mig, passava per un baix i acabava amb un nivell alt (B-C-A) i una altra seqüència ho feia a la inversa, partia d'un nivell acústic mig, passava per un alt i finalment acabava amb un nivell baix (B-A-C).

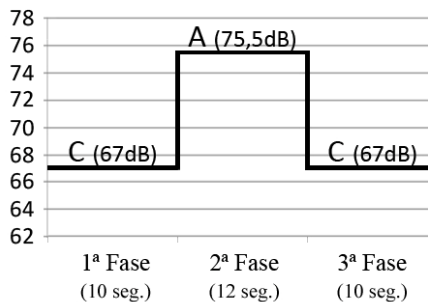
Aquestes seqüències que no recuperaven el valor inicial estaven intercalades amb les que sí ho feien per a que els participants experts de l'enquesta no poguessin tenir cap tipus d'expectativa o predisposició per a la seva valoració.

A la Figura A_I.29 es detalla gràficament les seqüències de l'Experiment 2 de Valoració Absoluta per ordre d'exposició durant l'experiment, tant per al to pur de 440 cps com per al soroll blanc.

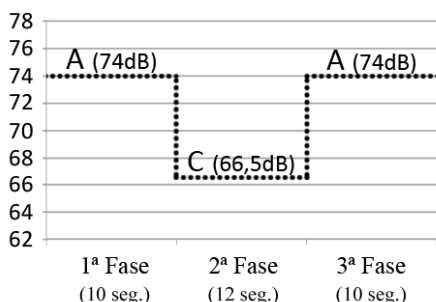
Seqüència To Pur ACB (Val. Abs.):



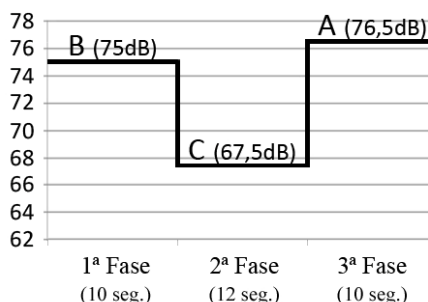
Seqüència Soroll Blanc CAC (Val. Abs.):



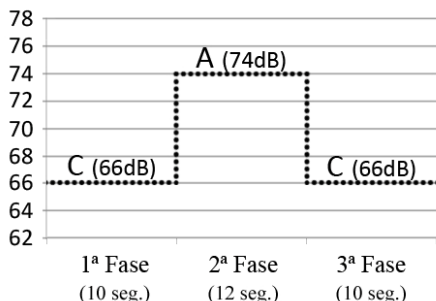
Seqüència To Pur ACA (Val. Abs.):



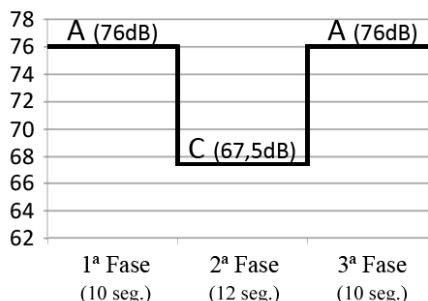
Seqüència Soroll Blanc BCA (Val. Abs.):



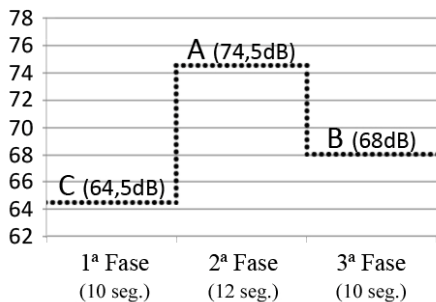
Seqüència To Pur CAC (Val. Abs.):



Seqüència Soroll Blanc ACA (Val. Abs.):



Seqüència To Pur CAB (Val. Abs.):



Seqüència Soroll Blanc BAC (Val. Abs.):

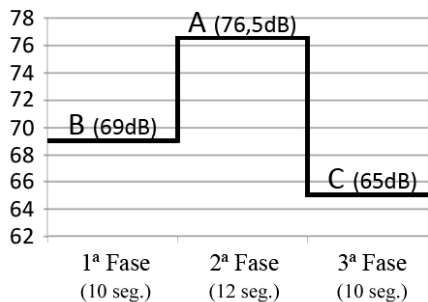


Figura A_I.29: Gràfiques esquemàtiques de les 8 seqüències de l'Experiment 2 de Valoració Absoluta, amb els seus respectius nivells d'intensitat acústica mesurats en decibels al centre del local.

Cronograma de l'experiment i valoracions dels enquestats.

El cronograma dels dos experiments va ser similar. Als dos experiments se sotmetia als subjectes a una sèrie de seqüències acústiques, separades per un temps de descans entre elles. A l'Experiment Acústic 1 es va exposar als subjectes a 6 seqüències i a l'Experiment 2 se'ls va exposar a 8 seqüències. Les seqüències acústiques dels dos experiments tenien el mateix diagrama temporal (Figura A_I.30).

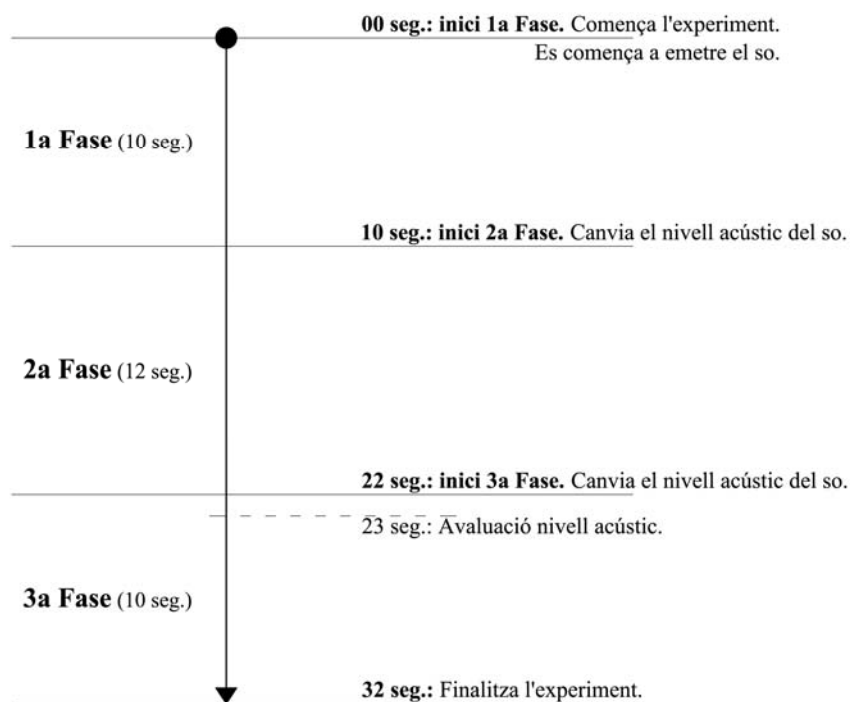


Figura A_I.30: Esquema temporal i definició de les fases d'una seqüència estàndard tant de l'experiment acústic 1 de valoració relativa com de l'experiment acústic 2 de valoració absoluta.

La primera fase de cada seqüència durava 10 segons. Durant aquesta fase, als subjectes de l'Experiment 2 de Valoració Absoluta se'ls comunicava el nivell acústic en dB del so que estaven escoltant, a fi de que tinguessin una referència a l'hora de valorar més endavant el nivell acústic estimat de la tercera fase.

Passats els 10 segons de la primera fase es produïa un canvi en l'escena acústica, començant així la fase 2 de l'experiment. Aquesta fase es mantenia constant durant un període de 12 segons.

Passats els 12 segons de la segona fase, es produïa un segon canvi en l'escena acústica i s'iniciava la tercera fase de la seqüència. En aquesta fase es demanava, tant als subjectes de l'Experiment 1 com als de l'Experiment 2, una valoració del nivell acústic en relació al nivell de la primera fase. També es

demanava als subjectes de l'Experiment 2 una estimació del valor en dB del nivell d'intensitat acústica. Això se'ls hi demanava passat 1 segon de l'inici de la tercera fase.⁴⁴

La duració de cada una de les fases de cada seqüència es va decidir tenint en compte les experiments previs realitzats i publicats per altres investigadors⁴⁵, així com a partir de la pròpia experimentació amb diverses proves prèvies als experiments.

Les preguntes que es van fer als enquestats a l'inici de la tercera fase de cada seqüència van ser de dos tipus:

- Al subjectes enquestats dels dos experiments se'ls demanava que fessin una valoració comparativa de la seva sensació acústica, en relació a la de la primera fase. Per aquesta valoració es va utilitzar una adaptació acústica de l'escala de confort tèrmic de l'ASHRAE⁴⁶ i de l'escala de confort tèrmic de Bedford⁴⁷ (Taula A_I.10).
- Als subjectes enquestats de l'Experiment 2 també se'ls demanava que fessin una valoració absoluta del nivell d'intensitat acústica en dB durant la tercera fase, tenint com a referència el de la primera fase.

Vot	Valoració de la sensació acústica
+3	Nivell bastant més alt que el de la fase 1
+2	Nivell més alt que el de la fase 1
+1	Nivell lleugerament més alt que el de la fase 1
0	Nivell igual que el de la fase 1
-1	Nivell lleugerament més baix que el de la fase 1
-2	Nivell més baix que el de la fase 1
-3	Nivell bastant més baix que el de la fase 1

Taula A_I.10: Escala de sensació acústica de 7 punts per a la valoració relativa dels enquestats.

⁴⁴ Model tipus de la fitxa d'enquesta a l'Annex I.B.3.

⁴⁵ Especialment interessants els estudis de E. C. Carterette (1956), E. Lüscher i J. Zwislocki (1949) i B. Scharf et. al. (1993-2010).

⁴⁶ ASHRAE. "Standard 55 - Thermal Environment Conditions for Human Occupancy". American Society of Heating Ventilating and Air-conditioning Engineers, Atlanta, USA, 1992.

⁴⁷ Bedford, T. "The Warmth Factor in Comfort at Work", MRC Industrial Health Board Report No. 76, HMSO, 1936.

ANNEX I.B.2.- ANÀLISI DELS RESULTATS DE L'EXPERIMENTACIÓ EN ADAPTACIÓ ACÚSTICA.

Existeixen dues classes de resultats per a l'experimentació acústica.⁴⁸

Per un costat tenim els resultats de l'Experiment 1, que ens permeten fer un anàlisi qualitatiu de si es produeix o no el fenomen d'overshoot acústic. Això es pot analitzar a partir de la valoració comparativa del nivell acústic que els 75 subjectes enquestats feien a la darrera fase de cada seqüència de l'experiment.

Per l'altre costat tenim els resultats de l'Experiment 2, que ens permeten fer un anàlisi quantitatiu i valorar en quina mesura es produeix aquest fenomen d'overshoot. Això es pot fer a partir de la valoració absoluta del nivell acústic que els 7 subjectes relativament experts en temes acústics feien també a la darrera fase de cada seqüència de l'experiment.

Resultats de l'Experiment 1 de Valoració Relativa.

Els resultats de les diferents seqüències dels dos experiments acústics ens mostren com sí es va produir el fenomen d'overshoot, tant per al tor pur de 440 cps com per al soroll blanc. Aquest fenomen va succeir tant quan es produïa un canvi cap a un major nivell acústic com quan es produïa un canvi cap a un menor nivell acústic. La seva sensació acústica sempre va sobrepassar el valor real en el sentit en el que es produïa el canvi:

Quan els subjectes enquestats van recuperar el nivell acústic inicial, havent passat prèviament per un nivell clarament més baix, aquests van percebre que el so era més alt que el del principi. Van experimentar una sobrevaloració en la seva sensació acústica tant per al to pur com per al soroll blanc.

De la mateixa manera, quan els subjectes enquestats van recuperar el nivell acústic inicial després d'haver passat per un nivell clarament més alt, aquests van percebre que el so era més baix que el del principi. Van experimentar una infravaloració en la seva sensació acústica tant per al to pur com per al soroll blanc.

S'illustra aquest fenomen de sobrevaloració o infravaloració de la sensació acústica que experimenten els usuaris sotmesos a canvis en el nivell d'intensitat acústica amb la valoració que fan els usuaris tot just es recupera el nivell inicial de decibels en dues de les seqüències de to pur, una cap a major i una cap a menor intensitat, i dues de les seqüències de soroll blanc, també una cap a major i una cap menor intensitat.

⁴⁸ A l'Annex I.B.4 s'expliciten les taules resum de les dades resultants de les enquestes de l'experiment, així com també les gràfiques resum d'aquests resultats.

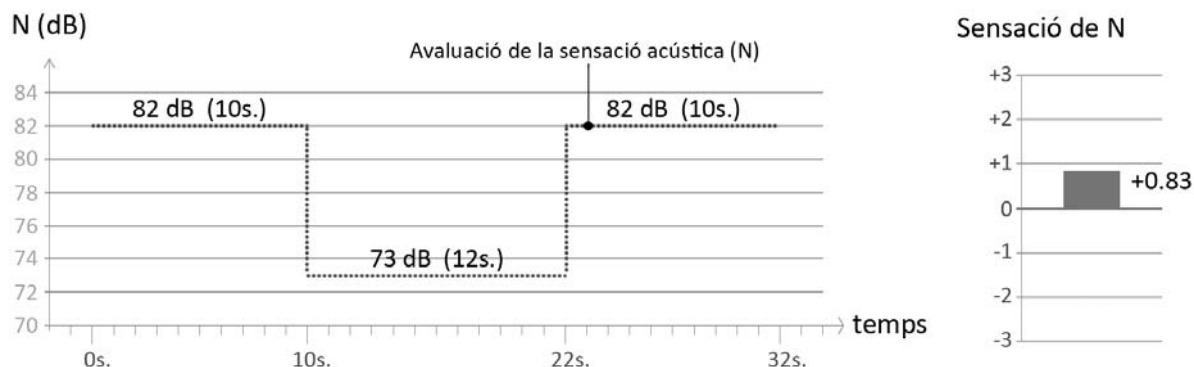
Seqüència acústica To Pur A-C-A de l'experiment acústic 1 de valoració relativa:

Figura A_I.31: Esquema de la seqüència acústica de To Pur A-C-A de l'Experiment 1 de Valoració Relativa i valoració dels enquestats passat 1 segon del canvi acústic.

La seqüència acústica To Pur A-C-A s'iniciava amb la reproducció d'un to de 440 cps que produïa un nivell acústic al centre de l'aula de 82 dB. Aquest to es mantenia constant durant tota la primera fase que durava 10 segons i de sobte reduïa el seu nivell acústic fins als 73 dB. Aquesta segona fase durava 12 segons, fins a que es produïa un segon canvi de nivell acústic, augmentant de nou als 82 dB. En aquest instant els usuaris enquestats van definir la seva sensació acústica com un "nivell lleugerament més alt que el de la fase 1", amb una valoració de +0,83 i una desviació estàndard de 0,88 (Figura A_I.31).

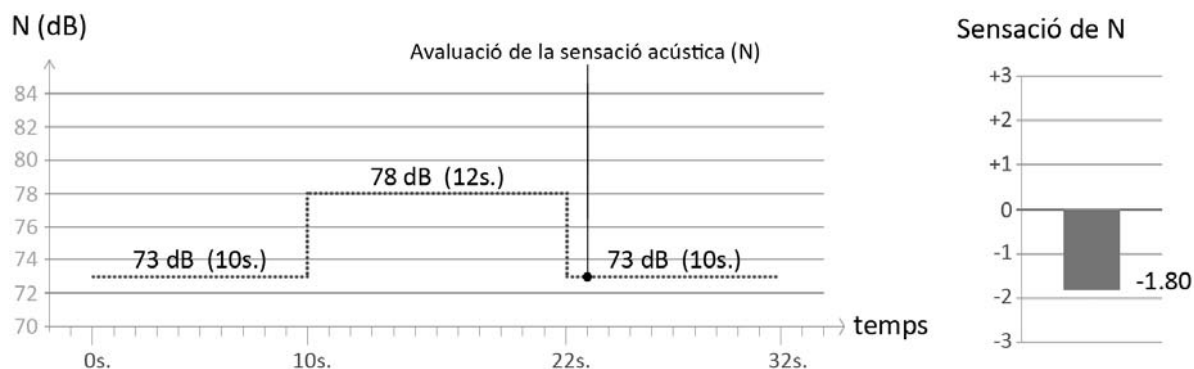
Seqüència acústica To Pur C-B-C de l'experiment acústic 1 de valoració relativa:

Figura A_I.32: Esquema de la seqüència acústica de To Pur C-B-C de l'Experiment 1 de Valoració Relativa i valoració dels enquestats passat 1 segon del canvi acústic.

La seqüència acústica To Pur C-B-C s'iniciava amb un nivell d'intensitat acústica de 73 dB, que augmentava a 78 dB i finalment recuperava els 73 dB inicials. La sensació acústica va ser valorada pels enquestats com a nivell més baix que el de la fase 1, amb una valoració de -1,80 i una desviació estàndard de 0,92 (Figura A_I.32).

Seqüència acústica Soroll Blanc A-C-A de l'experiment acústic 1 de valoració relativa:

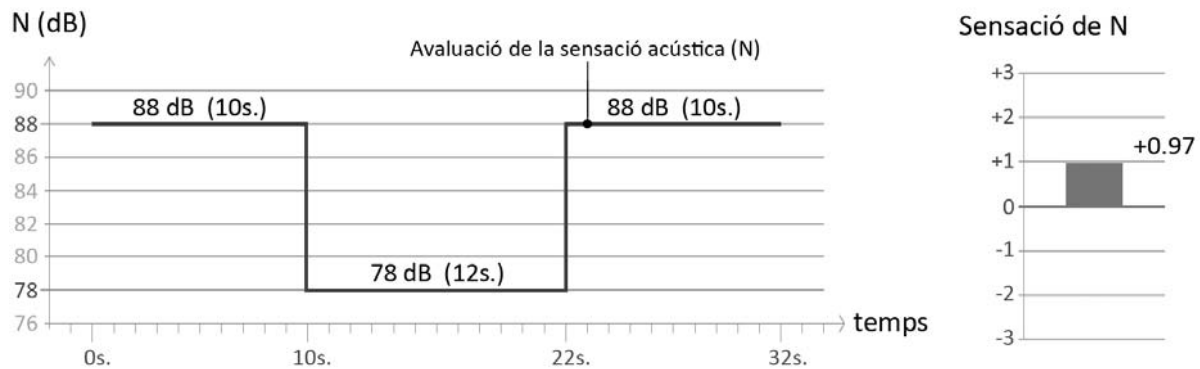


Figura A_I.33: Esquema de la seqüència acústica de Soroll Blanc A-C-A de l'Experiment 1 de Valoració Relativa i valoració dels enquestats passat 1 segon del canvi acústic.

Pel que fa a les sèries on s'utilitzava un soroll blanc en lloc d'un to pur, la seqüència acústica Soroll Blanc A-C-A s'iniciava amb un nivell acústic de 88 dB, que es reduïa fins als 78 dB a la segona fase i tornava a augmentar als 88 dB inicials. En aquest moment els subjectes enquestats van valorar el nivell acústic com a nivell lleugerament més alt que el de la fase 1. La seva valoració de la sensació acústica va ser de +0,97, amb una desviació estàndard de 0,96 (Figura A_I.33).

Seqüència acústica Soroll Blanc C-A-C de l'experiment acústic 1 de valoració relativa:

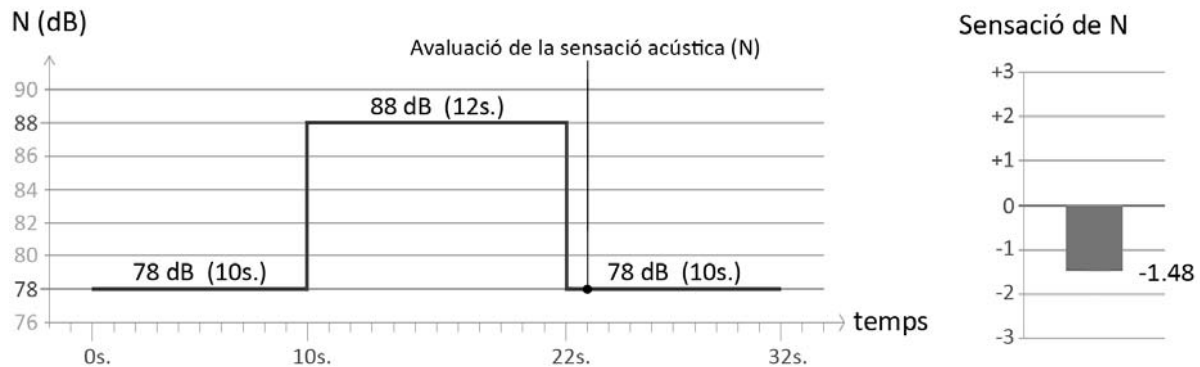


Figura A_I.34: Esquema de la seqüència acústica de Soroll Blanc C-A-C de l'Experiment 1 de Valoració Relativa i valoració dels enquestats passat 1 segon del canvi acústic.

A la seqüència acústica Soroll Blanc C-A-C el canvi de nivell es produïa en l'altre sentit. La sèrie s'iniciava amb un nivell acústic de 78 dB, que augmentava fins als 88 dB i després es tornava a reduir fins als 78 dB. La sensació acústica va ser valorada pels subjectes enquestats com a nivell lleugerament més baix i més baix que el de la fase 1, amb una valoració de -1,48 i una desviació estàndard de 0,92 (Figura A_I.34).

Les seqüències acústiques To Pur A-C-B i Soroll Blanc B-C-A de l'Experiment 1 no recuperaven el nivell acústic inicial durant la tercera fase de la seqüència. Aquestes dues van ser utilitzades més aviat per a evitar la repetició sistemàtica de seqüències que sempre recuperaven el valor inicial durant la tercera fase i prevenir així que els subjectes enquestats estiguessin predisposats en les seves valoracions. Aquestes dues seqüències es poden consultar a l'Annex I.B.4.

Resultats de l'Experiment 2 de Valoració Absoluta.

Amb els resultats de l'Experiment Acústic 2 podem confirmar que succeeix el fenomen d'overshoot, tant per a un to pur com per a un soroll blanc. També podem afirmar que aquest excés en la sensació acústica que experimenten els usuaris sotmesos a un canvi en el nivell d'intensitat acústica succeeix tant quan el canvi és cap a una major intensitat, on experimenten una sobrevaloració en la seva sensació, com quan el canvi és cap a una menor intensitat, on n'experimenten una infravaloració.

Observem aquest tipus de fenomen tant amb les valoracions relatives dels 7 subjectes familiaritzats amb conceptes acústics, on aquests comparaven la sensació acústica de la tercera fase de cada seqüència amb la de la primera fase, com també amb les seves valoracions absolutes del nivell d'intensitat acústica en decibels, tenint com a referència els valors de la primera fase.

S'illustra aquest fenomen amb la valoració que fan els subjectes en les dues seqüències de to pur que recuperen el valor inicial de la fase 1, una amb un canvi cap a major intensitat i una amb un canvi cap a menor, i les dues seqüències de soroll blanc que també el recuperen, de nou amb canvis cap a major i cap menor intensitat. Les gràfiques il·lustratives mostren exclusivament els resultats de valoració absoluta en decibels.⁴⁹

La seqüència acústica To Pur A-C-A (Figura A_I.35) s'iniciava amb la reproducció d'un to pur de 440 cps amb un nivell acústic de 74 dB mesurat al centre del local. Després de 10 segons durant els quals el to es mantenia a un nivell constant, aquest es reduïa fins als 66,5 dB i es mantenia durant 12 segons. Transcorreguts els 12 segons es tornava a produir un canvi en el nivell acústic, recuperant els 74 dB inicials i era en aquest punt on els subjectes havien de fer una valoració de la seva sensació.

Els resultats obtinguts mostren una valoració de la sensació acústica de 76,8 dB. Això es troba 2,8 dB per sobre dels 74 dB mesurats, davant d'un salt de 7,5 dB de diferència. O el que és el mateix, una sobrevaloració del 3,8%. La desviació estàndard va ser aproximadament de 2 dB.

Els resultats de la valoració relativa també mostraven una sensació de +1,43, amb una sensació de nivell acústic entre lleugerament més alta i més alta que el de la primera fase de la seqüència.

⁴⁹ A l'Annex I.B.4 podem trobar també els resultats i les gràfiques de les valoracions relatives d'aquestes seqüències de l'Experiment Acústic 2.

Seqüència acústica To Pur A-C-A de l'experiment acústic 2 de valoració absoluta:

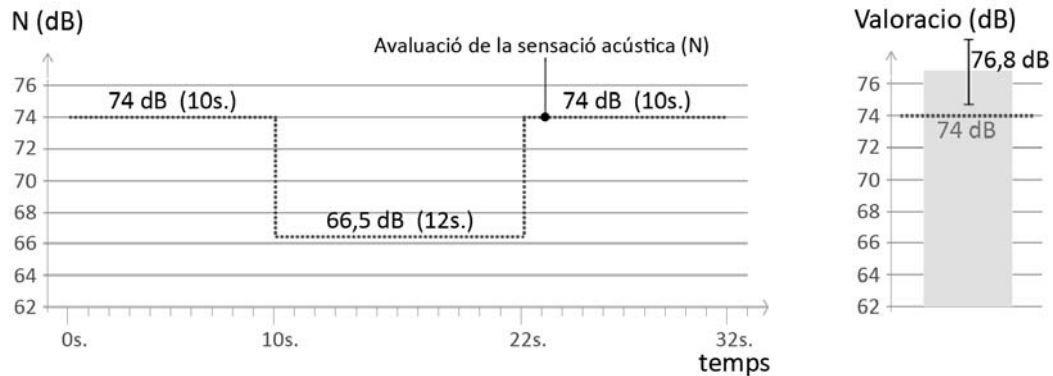


Figura A_I.35: Esquema de la seqüència acústica de To Pur A-C-A de l'Experiment 2 de Valoració Absoluta i valoració dels enquestats del nivell acústic en decibels passat 1 segon del canvi acústic.

La seqüència acústica To Pur C-A-C (Figura A_I.36) s'iniciava amb un nivell d'intensitat acústica de 66 dB, que augmentava a 74 dB i finalment recuperava els 66 dB inicials.

Davant una reducció de 8 dB del nivell acústic del to pur, la sensació acústica va ser valorada pels enquestats 1,5 dB per sota dels 66 dB mesurats. La valoració absoluta va ser de 64,5 dB, una infravaloració del 2,3%. La desviació estàndard va ser d'1,4 dB.

Els resultats de la valoració relativa també mostraven una sensació de -0,86, amb una sensació de nivell acústic lleugerament més baixa que el de la primera fase de la seqüència.

Seqüència acústica To Pur C-A-C de l'experiment acústic 2 de valoració absoluta:

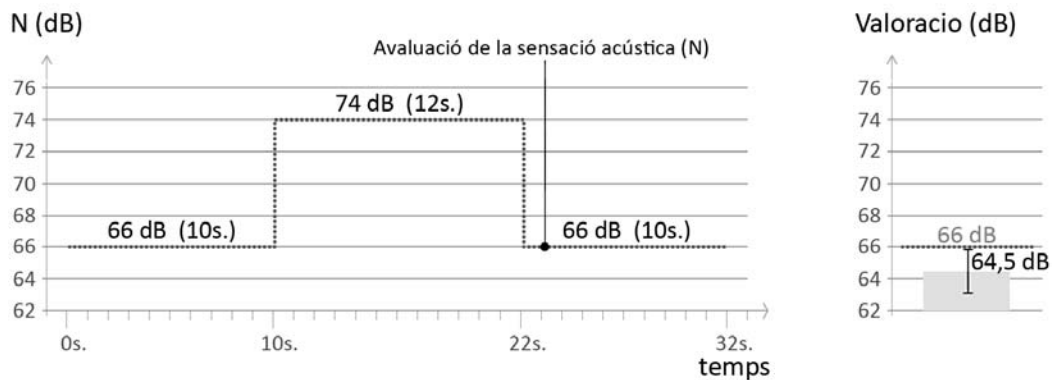


Figura A_I.36: Esquema de la seqüència acústica de To Pur C-A-C de l'Experiment 2 de Valoració Absoluta i valoració dels enquestats del nivell acústic en decibels passat 1 segon del canvi acústic.

Les altres dues seqüències que no es mostren gràficament de to pur també coincideixen en les tendències d'overshoot:

- La seqüència To Pur A-C-B partia de 74 dB, disminuïa fins als 64 dB i a la tercera fase augmentava només fins als 70,5 dB. Davant d'aquest augment de 6,5 dB els subjectes enquestats sobrevaloraven el nivell acústic 3,9 dB, fins als 74,4 dB enlloc dels 70,5 dB mesurats.

- La seqüència To Pur C-A-B partia de 64,5 dB, augmentava fins als 74,5 dB i a la tercera fase disminuïa només fins als 68 dB. Davant d'aquesta disminució de 6,5 dB els subjectes enquestats infravaloraven el nivell acústic 2,7 dB, fins als 65,3 dB enlloc dels 68 dB mesurats.⁵⁰

Pel que fa a les sèries on s'utilitzava un soroll blanc en lloc d'un to pur, la seqüència acústica Soroll Blanc A-C-A (Figura A_I.37) s'iniciava amb un nivell acústic de 76 dB, que es reduïa fins als 67,5 dB a la segona fase i tornava a augmentar als 76 dB inicials.

Davant un augment de 8,5 dB del nivell acústic del soroll blanc, la sensació acústica va ser valorada pels enquestats 1 dB per sobre dels 76 dB mesurats. La valoració absoluta va ser de 77 dB, o el que és el mateix, una sobrevaloració de l'1,3%. La desviació estàndard va ser d'1,3 dB.

Els resultats de la valoració relativa també mostraven una sensació de +0,29 en relació a la sensació de nivell acústic de la primera fase de la seqüència.

Seqüència acústica Soroll Blanc A-C-A de l'experiment acústic 2 de valoració absoluta:

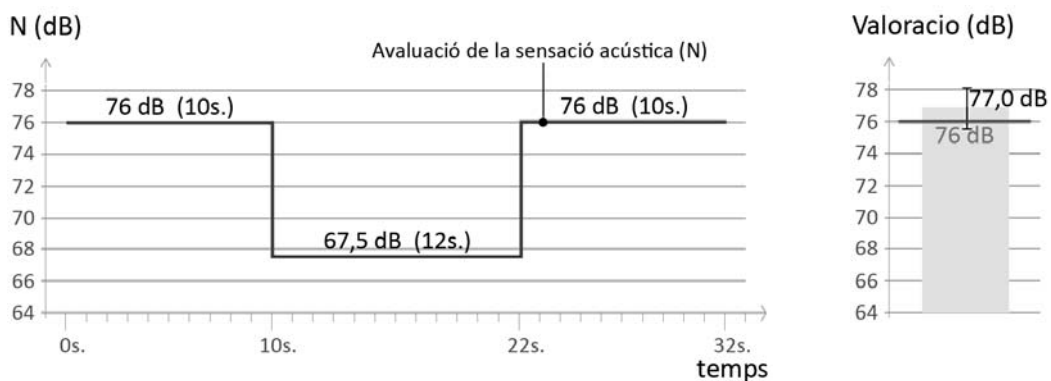


Figura A_I.37: Esquema de la seqüència acústica de Soroll Blanc A-C-A de l'Experiment 2 de Valoració Absoluta i valoració dels enquestats del nivell acústic en decibels passat 1 segon del canvi acústic.

La seqüència acústica Soroll Blanc C-A-C (Figura A_I.38) s'iniciava amb un nivell d'intensitat acústica de 67 dB, que augmentava a 75,5 dB i finalment recuperava els 67 dB inicials.

Davant un augment de 8,5 dB del nivell acústic del soroll blanc, la sensació acústica va ser valorada pels enquestats 2,5 dB per sota dels 67 dB mesurats. La valoració absoluta va ser de 64,5 dB, una infravaloració que equival al 3,8%. La desviació estàndard va ser d'1,8 dB.

⁵⁰ Les dades i gràfiques de les seqüències To Pur A-C-B i To Pur C-A-B es poden consultar a l'Annex I.4.B.

Els resultats de la valoració relativa també mostraven una sensació de -1,36, amb una sensació de nivell acústic entre lleugerament més baixa i més baixa que el de la primera fase de la seqüència.

Seqüència acústica Soroll Blanc C-A-C de l'experiment acústic 2 de valoració absoluta:

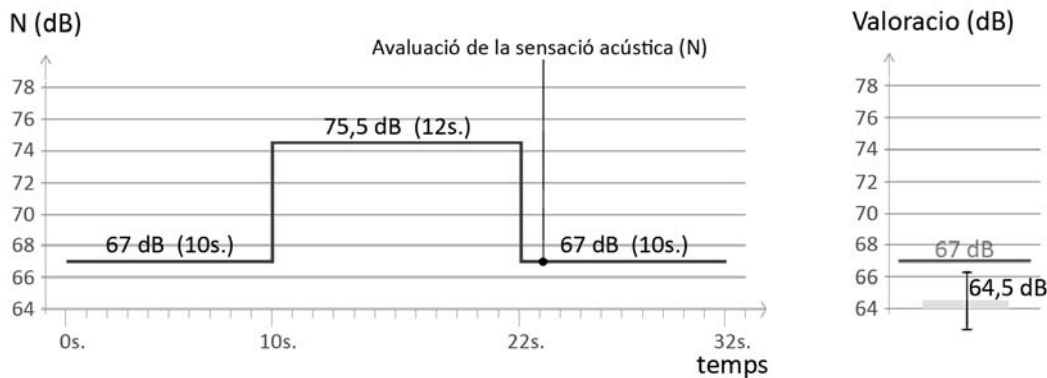


Figura A_I.38: Esquema de la seqüència acústica de Soroll Blanc C-A-C de l'Experiment 2 de Valoració Absoluta i valoració dels enquestats del nivell acústic en decibels passat 1 segon del canvi acústic.

Les altres dues seqüències que no es mostren gràficament de soroll blanc també coincideixen en les tendències d'overshoot:

- La seqüència Soroll Blanc B-C-A partia de 75 dB, disminuïa fins als 67,5 dB i a la tercera fase augmentava més enllà fins als 76,5 dB. Davant d'aquest augment de 9 dB els subjectes enquestats sobrevaloraven el nivell acústic 0,6 dB, fins als 77,1 dB enlloc dels 76,5 dB mesurats.
- La seqüència Soroll Blanc B-A-C partia de 69 dB, augmentava fins als 76,5 dB i a la tercera fase disminuïa més enllà fins als 65 dB. Davant d'aquesta disminució d'11,5 dB els subjectes enquestats infravaloraven el nivell acústic 0,3 dB, fins als 64,7 dB enlloc dels 65 dB mesurats.⁵¹

Degut a les característiques fisiològiques del sistema auditiu i la velocitat d'adaptació de l'oïda, als experiments acústics només es va fer una valoració puntual de la sensació acústica dels subjectes enquestats durant la tercera fase. Per tant, a diferència del que passava amb els experiments lumínics, amb els experiments acústics portats a terme no es pot fer una valoració de com el sistema auditiu tendeix a recuperar la seva sensació normal al llarg del temps.

En qualsevol cas, aquests dos experiments són una primera aproximació al model adaptatiu acústic. Es demostra que la sensació acústica que experimenten els subjectes davant d'un canvi en el nivell d'intensitat està influenciada per l'exposició prèvia. Els usuaris experimenten un fenomen d'adaptació davant del canvi, entesa com a una sensació de sobrevaloració o infravaloració del nivell acústic, en funció del sentit en el que es produeix aquest.

⁵¹ Les dades i gràfiques de les seqüències Soroll Blanc B-C-A i Soroll Blanc B-A-C es poden consultar a l'Annex I.4.B.

ANNEX I.B.3.- MODEL D'ENQUESTA ACÚSTICA.

Nombre: _____
 Nacionalidad: _____ Fecha: _____
 Edad: _____ Sexo: hombre mujer
 ¿Tienes algún problema de audición conocido?: sí no

Prueba A:**VALORACIÓN DEL NIVEL ACÚSTICO (FASE 3)**

- Bastante más bajo que el de la fase 1
- Más bajo que el de la fase 1
- Ligeramente más bajo que el de la fase 1
- Igual que el de la fase 1
- Ligeramente más alto que el de la fase 1
- Más alto que el de la fase 1
- Bastante más alto que el de la fase 1

Prueba B:**VALORACIÓN DEL NIVEL ACÚSTICO (FASE 3)**

- Bastante más bajo que el de la fase 1
- Más bajo que el de la fase 1
- Ligeramente más bajo que el de la fase 1
- Igual que el de la fase 1
- Ligeramente más alto que el de la fase 1
- Más alto que el de la fase 1
- Bastante más alto que el de la fase 1

Prueba C:**VALORACIÓN DEL NIVEL ACÚSTICO (FASE 3)**

- Bastante más bajo que el de la fase 1
- Más bajo que el de la fase 1
- Ligeramente más bajo que el de la fase 1
- Igual que el de la fase 1
- Ligeramente más alto que el de la fase 1
- Más alto que el de la fase 1
- Bastante más alto que el de la fase 1

Prueba D:**VALORACIÓN DEL NIVEL ACÚSTICO (FASE 3)**

- Bastante más bajo que el de la fase 1
- Más bajo que el de la fase 1
- Ligeramente más bajo que el de la fase 1
- Igual que el de la fase 1
- Ligeramente más alto que el de la fase 1
- Más alto que el de la fase 1
- Bastante más alto que el de la fase 1

Prueba E:

VALORACIÓN DEL NIVEL ACÚSTICO (FASE 3)

- Bastante más bajo que el de la fase 1
- Más bajo que el de la fase 1
- Ligeramente más bajo que el de la fase 1
- Igual que el de la fase 1
- Ligeramente más alto que el de la fase 1
- Más alto que el de la fase 1
- Bastante más alto que el de la fase 1

Prueba F:

VALORACIÓN DEL NIVEL ACÚSTICO (FASE 3)

- Bastante más bajo que el de la fase 1
- Más bajo que el de la fase 1
- Ligeramente más bajo que el de la fase 1
- Igual que el de la fase 1
- Ligeramente más alto que el de la fase 1
- Más alto que el de la fase 1
- Bastante más alto que el de la fase 1

Prueba G:

VALORACIÓN DEL NIVEL ACÚSTICO (FASE 3)

- Bastante más bajo que el de la fase 1
- Más bajo que el de la fase 1
- Ligeramente más bajo que el de la fase 1
- Igual que el de la fase 1
- Ligeramente más alto que el de la fase 1
- Más alto que el de la fase 1
- Bastante más alto que el de la fase 1

Prueba H:

VALORACIÓN DEL NIVEL ACÚSTICO (FASE 3)

- Bastante más bajo que el de la fase 1
- Más bajo que el de la fase 1
- Ligeramente más bajo que el de la fase 1
- Igual que el de la fase 1
- Ligeramente más alto que el de la fase 1
- Más alto que el de la fase 1
- Bastante más alto que el de la fase 1

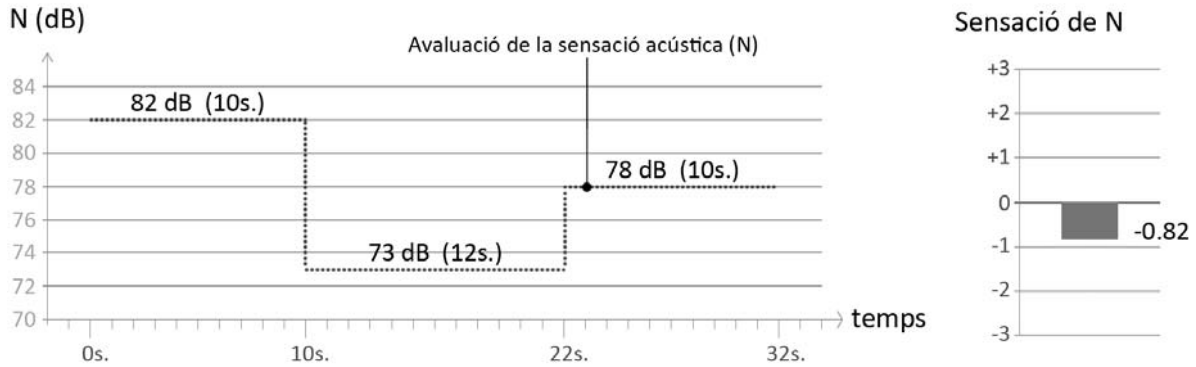
ANNEX I.B.4.- TAULES DE DADES I GRÀFIQUES RESULTANTS.

Taula de dades amb les respostes dels 75 participants a l'experiment acústic 1: valoració relativa.

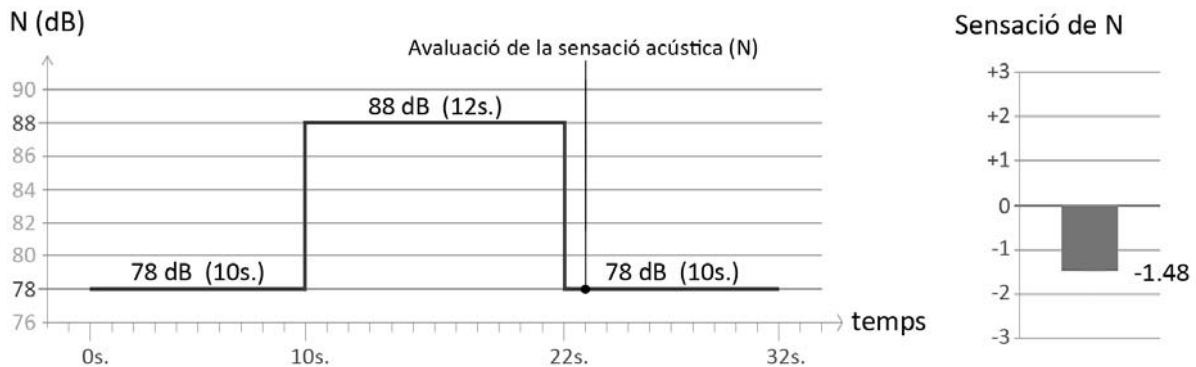
Usuari	Nacionalitat	Edat	Sexe	Algun Problema Auditiu?	Valor. Rel. TP (ACB)	Valor. Rel. SB (CAC)	Valor. Rel. TP (ACA)	Valor. Rel. SB (BCA)	Valor. Rel. TP (CBC)	Valor. Rel. SB (ACA)
Usuari 01	Espanyola	19	D	No	0	-1	2	3	-3	2
Usuari 02	Espanyola	23	D	No	-1	-1	0	1	0	1
Usuari 03	Espanyola	19	D	No	-1	-1	2	1	-2	0
Usuari 04	Espanyola	19	D	No	0	-2	1	2	-2	1
Usuari 05	Espanyola	19	D	No	-1	0	2	2	-2	0
Usuari 06	Espanyola	18	D	No	-1	-3	0	1	0	1
Usuari 07	Espanyola	19	D	No	0	-1	1	1	-1	-2
Usuari 08	Espanyola	19	D	No	-2	0	1	0	2	1
Usuari 09	Espanyola	19	H	No	-1	-1	1	2	-2	0
Usuari 10	Espanyola	20	D	No	-1	-2	0	0	-3	1
Usuari 11	Espanyola	20	H	No	-2	-3	1	0	-2	3
Usuari 12	Espanyola	18	H	No	0	-2	0	1	-1	0
Usuari 13	Espanyola	32	H	No	-2	0	0	0	-1	1
Usuari 14	Espanyola	19	D	No	-1	-2	1	2	-2	0
Usuari 15	Espanyola	19	H	No	-1	-3	1	1	-3	1
Usuari 16	Espanyola	19	D	Si	1	-2	1	1	-3	0
Usuari 17	Espanyola	19	D	No	-1	-2	0	2	-1	1
Usuari 18	Espanyola	19	D	No	-1	0	0	0	-1	0
Usuari 19	Espanyola	19	D	No	-2	-1	0	1	-3	0
Usuari 20	Espanyola	19	D	No	1	-9	0	2	-1	0
Usuari 21	Espanyola	19	H	No	-1	0	0	2	0	0
Usuari 22	Espanyola	19	D	No	-1	-1	0	2	0	2,5
Usuari 23	Espanyola	19	H	No	0	-2	0	2	0	1
Usuari 24	Espanyola	19	H	No	-2	-1	0	1	-3	1
Usuari 25	Espanyola	19	D	No	1	-2	0	2	-3	2
Usuari 26	Espanyola	19	D	No	1	-2	0	0	-3	1
Usuari 27	Espanyola	19	D	No	-1	-3	0	-1	-2	-1
Usuari 28	Espanyola	19	D	No	0	0	1	3	-2	0
Usuari 29	Espanyola	19	D	No	-2	-3	0	1	-1	1
Usuari 30	Espanyola	19	D	No	0	-1	2	3	-2	1
Usuari 31	Espanyola	20	H	No	-1	0	0	2	1	0
Usuari 32	Espanyola	20	D	No	-2	-3	0	1	-3	1
Usuari 33	Espanyola	19	D	No	-2	-1	1	1	-3	0
Usuari 34	Espanyola	30	D	Si (constipada)	-1	0	1	2	0	2
Usuari 35	Espanyola	19	D	Si (poca audició oïda esq.)	-1	0	0	2	-2	1
Usuari 36	Espanyola	19	D	No	1	-3	1	-2	-2	0
Usuari 37	Espanyola	18	D	No	-2	-1	2	-3	-3	3
Usuari 38	Japonesa	19	H	No	-2	-1	1	2	-2	2
Usuari 39	Espanyola	19	D	No	0	-1	1	1	-2	2
Usuari 40	Espanyola	19	H	No	-1	-2	2	2	-2	2
Usuari 41	Corea Sud	19	D	No	-2	-1	1	2	-3	3
Usuari 42	Espanyola	21	D	No	-1	-2	0	2	-1	1
Usuari 43	Espanyola	19	D	No	-1	0	1	1	0	1
Usuari 44	Espanyola	18	D	No	1	-3	1	3	-2	2
Usuari 45	Espanyola	19	D	No	0	-1	1	3	-2	3
Usuari 46	Espanyola	18	D	No	0	-2	1	2	-1	2
Usuari 47	Espanyola	19	D	No	-1	-2	0	1	-3	1
Usuari 48	Espanyola	19	H	No	-1,5	-1	1,5	2	-3	0
Usuari 49	Espanyola	20	D	No	-1	-2	1	1	-2	0
Usuari 50	Espanyola	18	H	No	-1	-2	2	2	0	2
Usuari 51	Espanyola	18	H	No	-1	-2	2	3	-1	2
Usuari 52	Espanyola	19	D	No	-1	-2	0	2	-1	2
Usuari 53	Espanyola	19	H	No	-1	-2	0	2	-2	0
Usuari 54	Espanyola	20	H	No	0	-2	2	3	-2,5	1
Usuari 55	Espanyola	19	D	No	1	-2	0	1	-3	1
Usuari 56	Argentina	18	H	No	-1	-2	1,5	2	-3	1
Usuari 57	Espanyola	20	H	No	-1	-1	2	0	-1	0
Usuari 58	Espanyola	21	D	No	-1	-1	1	2	-2	0
Usuari 59	Espanyola	20	D	No	-1	-2	2	2	0	2
Usuari 60	Espanyola	18	D	No	-1	-3	0	1	-2	0
Usuari 61	Espanyola	19	D	No	-1	-1	0	2	0	3
Usuari 62	Espanyola	20	H	No	-1	-1	2	2	0	1
Usuari 63	Espanyola	22	H	No	-1	-1	2	2	-2	1
Usuari 64	Espanyola	19	D	No	-1	-1	0	2	-2	2
Usuari 65	Espanyola	19	D	No	-2	0	1	2	3	1
Usuari 66	Espanyola	19	D	No	-1	-3	0	1	-3	0
Usuari 67	Andorrana	19	H	No	-3	-1	2	1	-2	0
Usuari 68	Espanyola	19	D	No	1	-2	2	0	-1	0
Usuari 69	Espanyola	20	D	No	1	-1	2	0	-3	1
Usuari 70	Espanyola	19	D	No	-1	-1	0	1	-2	-1
Usuari 71	Espanyola	18	D	No	-1	-2	2	1	-3	1
Usuari 72	Espanyola	18	H	No	-1	-2	0	2	-2,5	1
Usuari 73	Francesa	18	H	No	-1	-2	0	1	-3	0
Usuari 74	Espanyola	19	D	No	-1	-2	2	2	-3	1
Usuari 75	Espanyola	20	H	No	0	-2	1	0	-2	1
Promig:					-0,82	-1,48	0,83	1,49	-1,80	0,97
Desviació Estàndard:					0,88	0,92	0,81	0,91	1,07	0,96

Cronograma en ordre d'execució de les 6 sèries de l'experiment acústic 1: valoració relativa, amb els seus nivells (en dB) i la valoració immediata dels usuaris.

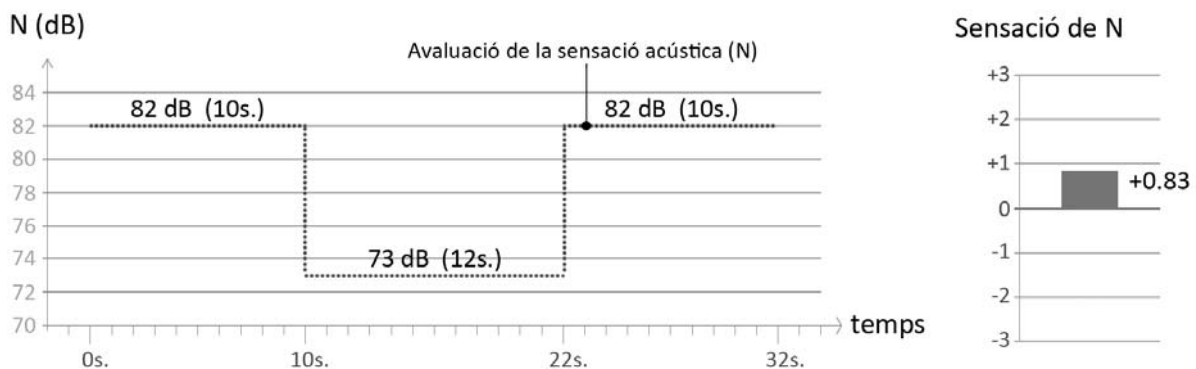
Seqüència acústica To Pur A-C-B de l'experiment acústic 1 de valoració relativa:



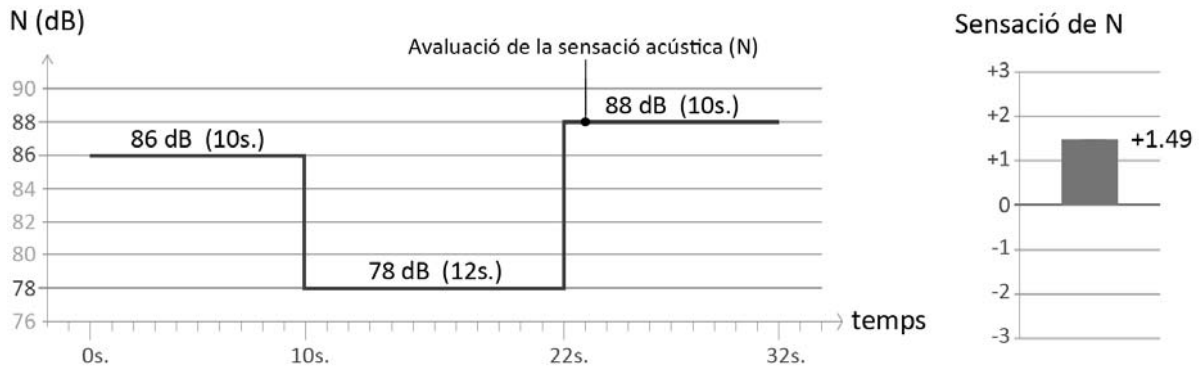
Seqüència acústica Soroll Blanc C-A-C de l'experiment acústic 1 de valoració relativa:



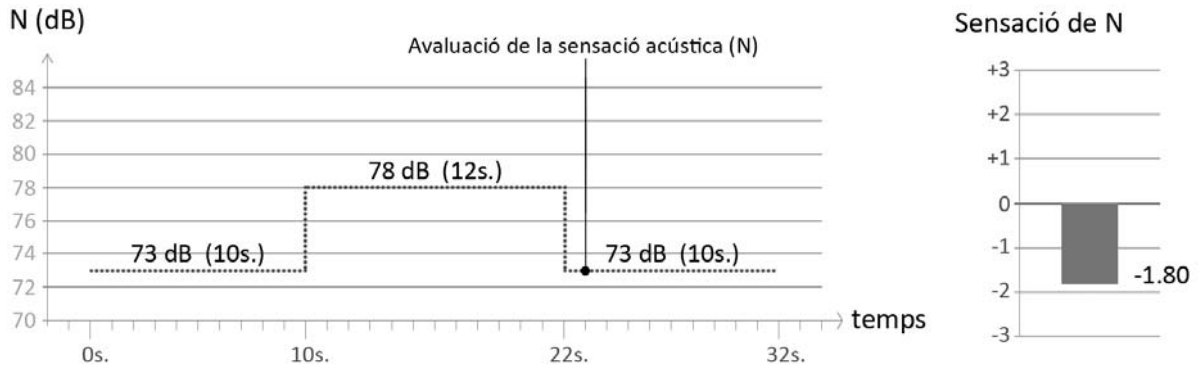
Seqüència acústica To Pur A-C-A de l'experiment acústic 1 de valoració relativa:



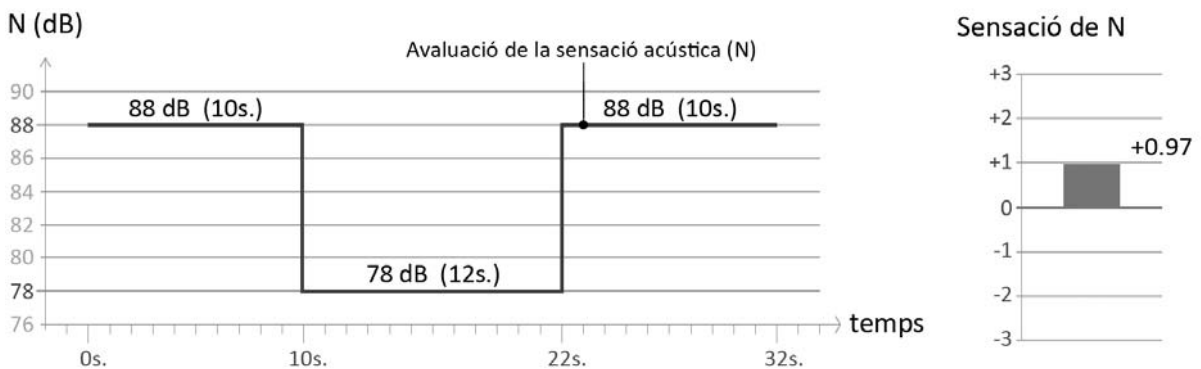
Seqüència acústica Soroll Blanc B-C-A de l'experiment acústic 1 de valoració relativa:



Seqüència acústica To Pur C-B-C de l'experiment acústic 1 de valoració relativa:



Seqüència acústica Soroll Blanc A-C-A de l'experiment acústic 1 de valoració relativa:



Pel que fa a la caracterització de les persones que van participar a l'experiment acústic 1 de valoració relativa, eren 75 persones procedents de 6 països diferents. La gran majoria (70) eren d'Espanya, però també hi havia 1 d'Andorra, 1 d'Argentina, 1 de França, 1 de Corea del Sud i 1 de Japó.

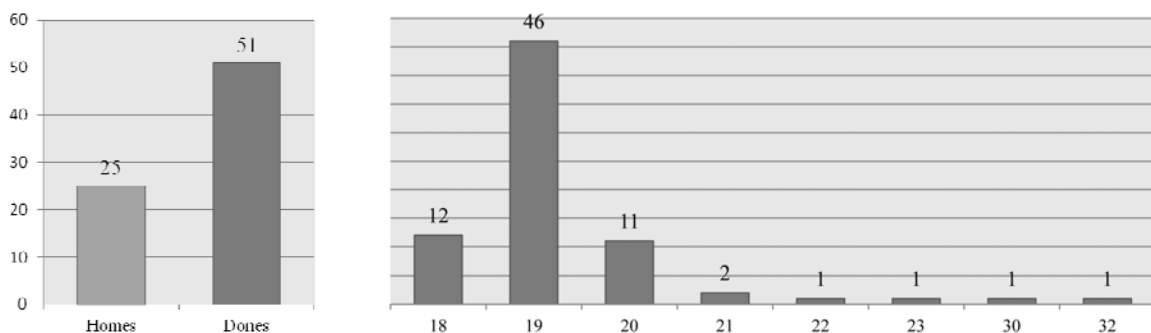
Procedència dels enquestats a l'experiment acústic 1: valoració relativa.



El 33% dels participants eren homes i el 67% eren dones. La suma total és de 25 homes i 51 dones. En relació amb l'edat, tots els participants es troben entre els 18 i els 32 anys, i el 95% d'ells tenen entre 18 i 21 anys.

Proporció d'homes i dones de l'experiment acústic 1: valoració relativa (esquerra).

Edat que tenen els participants de l'experiment acústic 1: valoració relativa (dreta).



Taules de dades amb les respostes dels 7 participants de l'experiment acústic 2: valoració absoluta.

To pur A-C-B									
Usuari	Edat	Sexe	Nacio.	Prb.Aud?	A-fort	C-fluix	B-mig	Val.Rel.	Val.Abs.
Usuari 01	51	D	Esp.	Si	74	64	70,5	0	No
Usuari 02	54	D	Esp.	No	74	64	70,5	0	?
Usuari 03	54	H	Esp.	No	74	64	70,5	1	76
Usuari 04	34	D	Esp.	No	74	64	70,5	-1	72
Usuari 05	33	H	Esp.	No	74	64	70,5	0	74
Usuari 06	38	D	Esp.	No	74	64	70,5	0	74
Usuari 07	28	D	Esp.	No	74	64	70,5	1	76
Promig:								0,14	74,40
Dev. Est.:								0,69	1,67

Soroll Blanc C-A-C									
Usuari	Edat	Sexe	Nacio.	Prb.Aud?	C-fluix	A-fort	C-fluix	Val.Rel.	Val.Abs.
Usuari 01	51	D	Esp.	Si	67	75,5	67	-1	No
Usuari 02	54	D	Esp.	No	67	75,5	67	-1,5	?
Usuari 03	54	H	Esp.	No	67	75,5	67	-2	62,5
Usuari 04	34	D	Esp.	No	67	75,5	67	0	67
Usuari 05	33	H	Esp.	No	67	75,5	67	-1	65
Usuari 06	38	D	Esp.	No	67	75,5	67	-2	65
Usuari 07	28	D	Esp.	No	67	75,5	67	-2	63
Promig:								-1,36	64,50
Dev. Est.:								0,75	1,80

To pur A-C-A									
Usuari	Edat	Sexe	Nacio.	Prb.Aud?	A-fort	C-fluix	A-fort	Val.Rel.	Val.Abs.
Usuari 01	51	D	Esp.	Si	74	66,5	74	2	No
Usuari 02	54	D	Esp.	No	74	66,5	74	1	80
Usuari 03	54	H	Esp.	No	74	66,5	74	2	78
Usuari 04	34	D	Esp.	No	74	66,5	74	0	74
Usuari 05	33	H	Esp.	No	74	66,5	74	1	76
Usuari 06	38	D	Esp.	No	74	66,5	74	2	76
Usuari 07	28	D	Esp.	No	74	66,5	74	2	77
Promig:								1,43	76,83
Dev. Est.:								0,79	2,04

Soroll Blanc B-C-A									
Usuari	Edat	Sexe	Nacio.	Prb.Aud?	B-mig	C-fluix	A-fort	Val.Rel.	Val.Abs.
Usuari 01	51	D	Esp.	Si	75	67,5	76,5	2	No
Usuari 02	54	D	Esp.	No	75	67,5	76,5	2	80
Usuari 03	54	H	Esp.	No	75	67,5	76,5	2	77,5
Usuari 04	34	D	Esp.	No	75	67,5	76,5	1	76
Usuari 05	33	H	Esp.	No	75	67,5	76,5	2	78
Usuari 06	38	D	Esp.	No	75	67,5	76,5	2	76
Usuari 07	28	D	Esp.	No	75	67,5	76,5	0	75
Promig:								1,57	77,00
Dev. Est.:								0,79	1,80

To pur C-A-C									
Usuari	Edat	Sexe	Nacio.	Prb.Aud?	C-fluix	A-fort	C-fluix	Val.Rel.	Val.Abs.
Usuari 01	51	D	Esp.	Si	66	74	66	0	No
Usuari 02	54	D	Esp.	No	66	74	66	-2	63
Usuari 03	54	H	Esp.	No	66	74	66	-1	63
Usuari 04	34	D	Esp.	No	66	74	66	0	66
Usuari 05	33	H	Esp.	No	66	74	66	0	66
Usuari 06	38	D	Esp.	No	66	74	66	-2	64
Usuari 07	28	D	Esp.	No	66	74	66	-1	65
Promig:								-0,86	64,50
Dev. Est.:								0,90	1,38

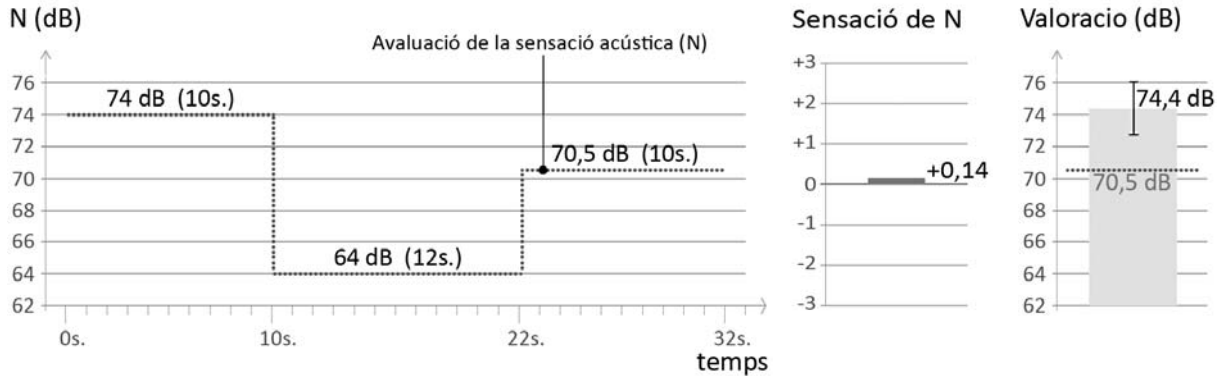
Soroll Blanc A-C-A									
Usuari	Edat	Sexe	Nacio.	Prb.Aud?	A-fort	C-fluix	A-fort	Val.Rel.	Val.Abs.
Usuari 01	51	D	Esp.	Si	76	67,5	76	0	No
Usuari 02	54	D	Esp.	No	76	67,5	76	1	79
Usuari 03	54	H	Esp.	No	76	67,5	76	1	78
Usuari 04	34	D	Esp.	No	76	67,5	76	-1	76
Usuari 05	33	H	Esp.	No	76	67,5	76	1	77
Usuari 06	38	D	Esp.	No	76	67,5	76	0	76
Usuari 07	28	D	Esp.	No	76	67,5	76	0	76
Promig:								0,29	77,00
Dev. Est.:								0,76	1,26

To pur C-A-B									
Usuari	Edat	Sexe	Nacio.	Prb.Aud?	C-fluix	A-fort	B-mig	Val.Rel.	Val.Abs.
Usuari 01	51	D	Esp.	Si	64,5	74,5	68	1	No
Usuari 02	54	D	Esp.	No	64,5	74,5	68	2	70
Usuari 03	54	H	Esp.	No	64,5	74,5	68	0	64
Usuari 04	34	D	Esp.	No	64,5	74,5	68	0	64
Usuari 05	33	H	Esp.	No	64,5	74,5	68	1	65
Usuari 06	38	D	Esp.	No	64,5	74,5	68	-1	63
Usuari 07	28	D	Esp.	No	64,5	74,5	68	1	66
Promig:								0,57	65,33
Dev. Est.:								0,98	2,50

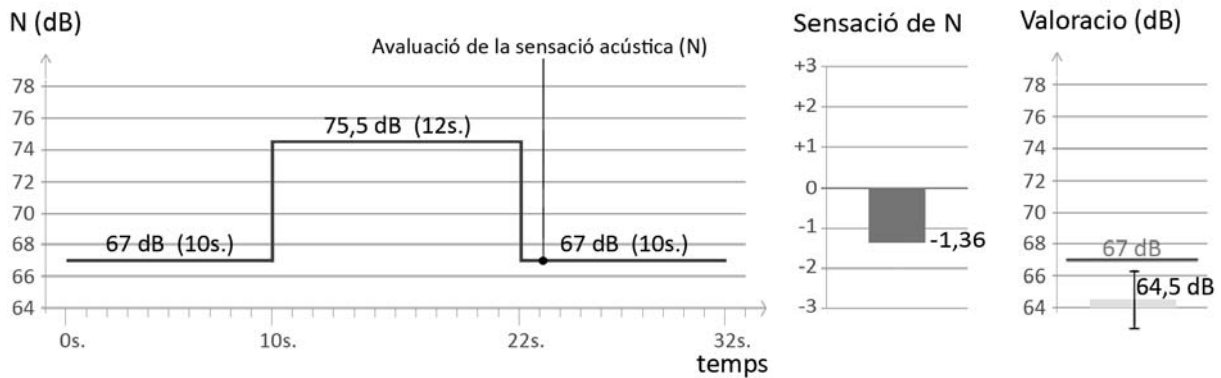
Soroll Blanc B-A-C									
Usuari	Edat	Sexe	Nacio.	Prb.Aud?	B-mig	A-fort	C-fluix	Val.Rel.	Val.Abs.
Usuari 01	51	D	Esp.	Si	69	76,5	65	-2	No
Usuari 02	54	D	Esp.	No	69	76,5	65	-2	63
Usuari 03	54	H	Esp.	No	69	76,5	65	-2	62
Usuari 04	34	D	Esp.	No	69	76,5	65	-2	66
Usuari 05	33	H	Esp.	No	69	76,5	65	-3	65
Usuari 06	38	D	Esp.	No	69	76,5	65	-3	66
Usuari 07	28	D	Esp.	No	69	76,5	65	-2	66
Promig:								-2,29	64,67
Dev. Est.:								0,49	1,75

Cronograma de les 8 sèries en ordre d'execució de l'experiment acústic 2: valoració absoluta amb els seus nivells (en dB) i la valoració immediata dels usuaris, tant relativa com absoluta.

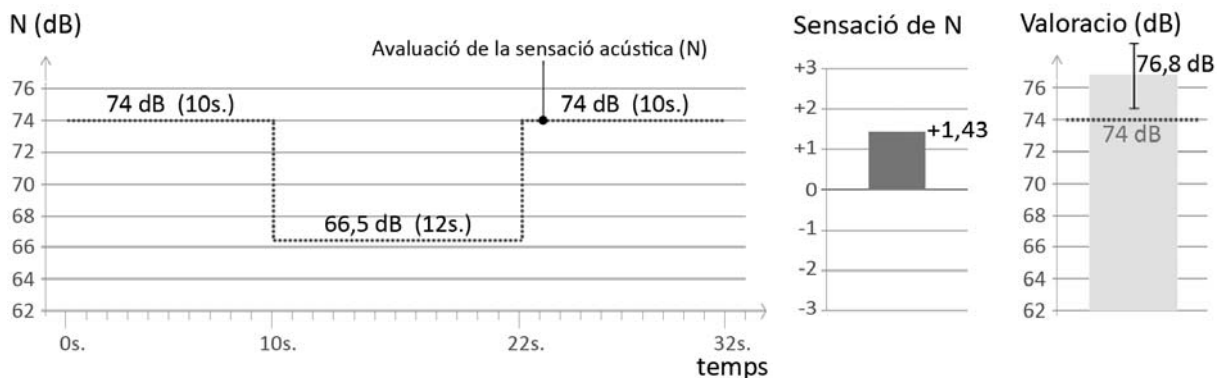
Seqüència acústica To Pur A-C-B de l'experiment acústic 2 de valoració absoluta:



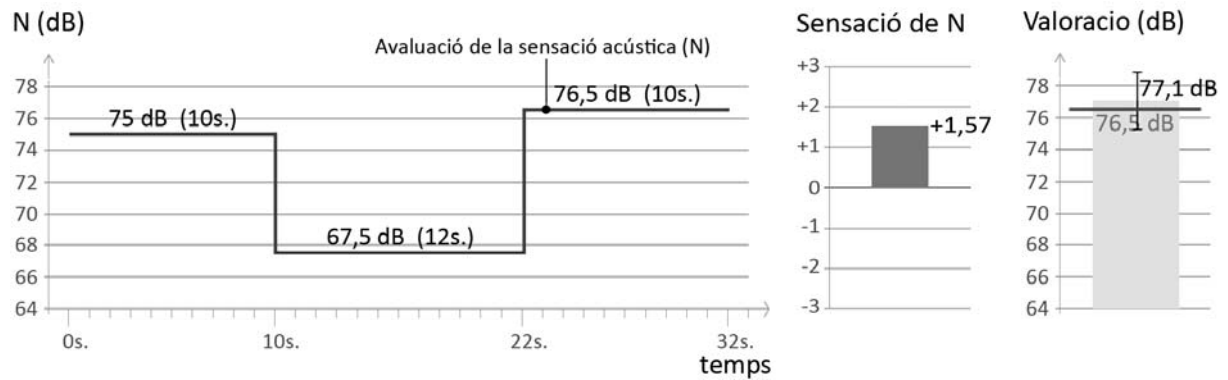
Seqüència acústica Soroll Blanc C-A-C de l'experiment acústic 2 de valoració absoluta:



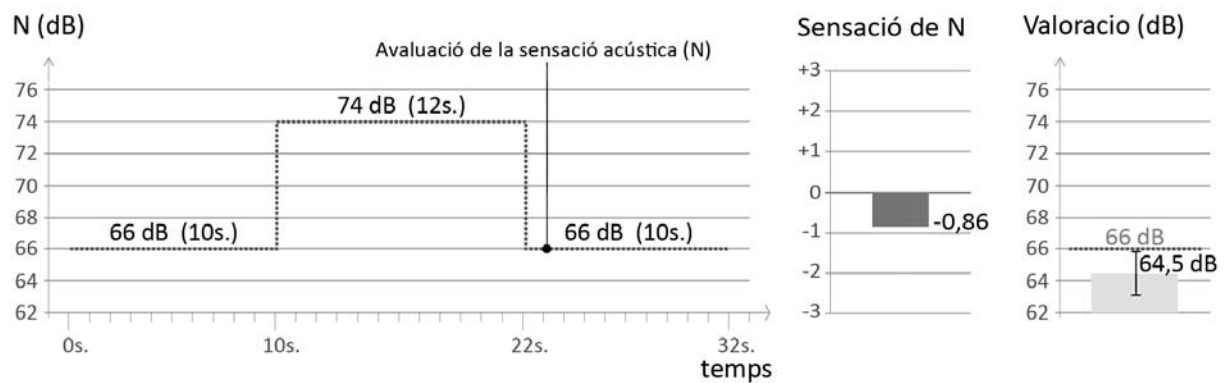
Seqüència acústica To Pur A-C-A de l'experiment acústic 2 de valoració absoluta:



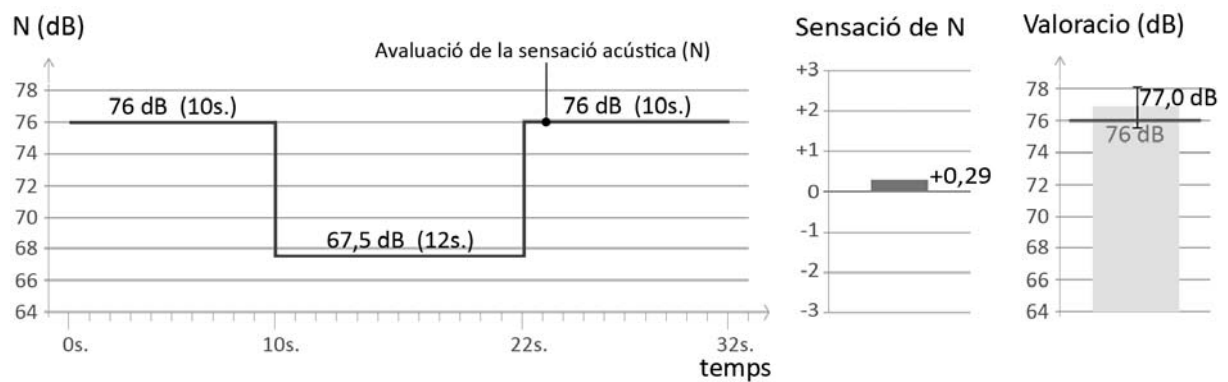
Seqüència acústica Soroll Blanc B-C-A de l'experiment acústic 2 de valoració absoluta:

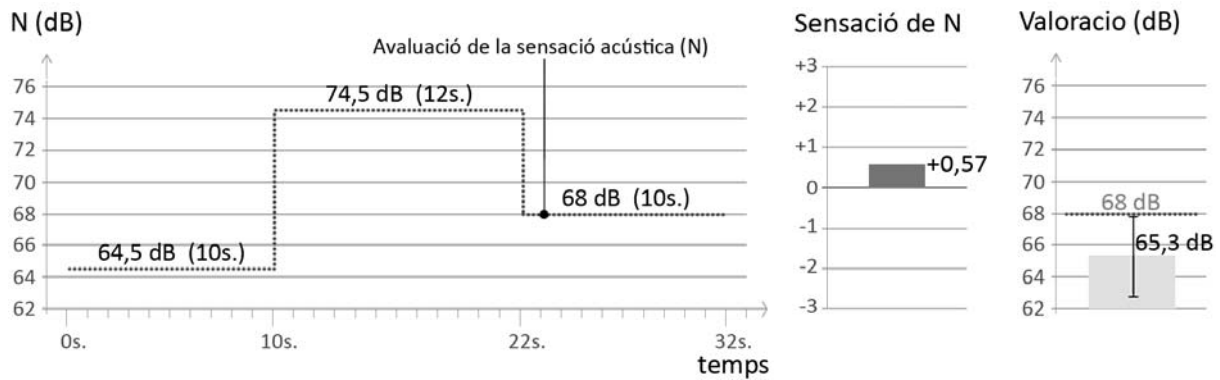
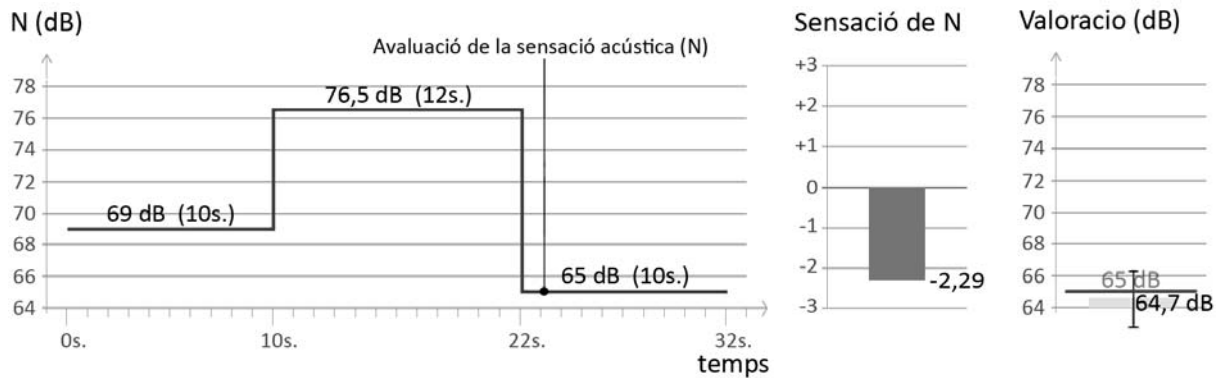


Seqüència acústica To Pur C-A-C de l'experiment acústic 2 de valoració absoluta:



Seqüència acústica Soroll Blanc A-C-A de l'experiment acústic 2 de valoració absoluta:

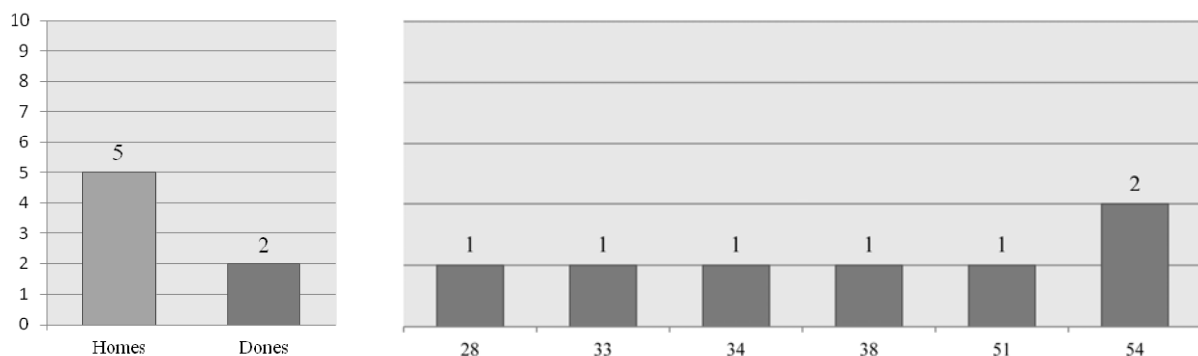


Seqüència acústica To Pur C-A-B de l'experiment acústic 2 de valoració absoluta:*Seqüència acústica Soroll Blanc B-A-C de l'experiment acústic 2 de valoració absoluta:*

Pel que fa a la caracterització de les persones que van participar a l'experiment acústic 2: valoració absoluta, eren 7 persones totes elles espanyoles, 2 homes i 5 dones. En relació amb l'edat, tots els participants es troben entre els 18 i els 58 anys.

Proporció d'homes i dones de l'experiment acústic 2: valoració absoluta (esquerra).

Edat que tenen els participants de l'experiment acústic 2: valoració absoluta (dreta).



ANNEX I.C.- Equip utilitzat per a l'obtenció de dades.

Una part important del treball de la tesi es basa en diversos experiments de percepció adaptativa. Aquests experiments no són de camp, si no que s'han portat a terme al laboratori, es a dir, amb una definició i control rigorós de les condicions ambientals del local durant tota l'experimentació. D'aquesta manera es vol minimitzar la influència de la resta de paràmetres ambientals en un experiment, així com el possible efecte de les sinestèsies.

Per l'experiment lumínic s'ha utilitzat:

- (I.a) Dos luxímetres Kaise MS6610 Digital Luxometer (SN: 121100010 / SN: 121100032);
- (I.b) Un luxímetre Lutron LX-102 Lightmeter (SN: AC. 57776);
- (I.c) Una sonda de temperatura i humitat Testo 175 H1 (SN: 40308451);
- (I.d) Un sonòmetre Tes 1350A Sound Level Meter (SN: 94019617);
- (I.e) Un mesurador de nivells de CO₂ PCE Air Control 3000 (SN: E853C00CA).

Per generar la llum i el so dels experiments lumínic i acústic, s'ha utilitzat:

- Luminàries de fluorescents amb control d'encesa ràpida.
- Altaveus EV connectats a un amplificador Dynacord MV 512 i controlats mitjançant un PC.

Experiment		Codi	I.a	I.b	I.c	I.d	I.e
Lumínic	Març 2012, Barcelona	AEM + IDERA	x	x	x	x	x
Acústic	Octubre 2012, Barcelona	CONDIS		x	x	x	x
	Octubre 2012, Barcelona	Grup Inv. AiEM		x	x	x	x

LUXÍMETRE KAISE MS6610 DIGITAL LUXOMETER	Codi nomenclatura: I.a
	Números de Sèrie: 121100010 121100032

CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE L'INSTRUMENT

OBJECTIU	Mesurar la il·luminància rebuda en un punt pertanyent a una superfície (lux)
CONDICIONS AMBIENTALS DE SERVEI	Temperatura de treball: de 0°C a 40°C Humitat relativa: menor de 80%
SISTEMA DE TREBALL	Sistema integrat dual slop
RATIO DE SORTIDA	Dos cops per segon per a dades digitals
DISPLAY	LCD 3 ½ dígits amb comptador màxim de 1999
TAMANY DEL FOTODETECTOR	83 x 52 x 20.5 mm

IMATGE



CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DE L'INSTRUMENT

PRECISSIÓ +/- (% de la lectura + número de dígits) a una temperatura entre 18°C i 28°C i una humitat relativa del 80%

RANG	RESOLUCIÓ	PRECISSIÓ
0-1999 lux	1 lux	+/- (5% + 2d)
2000-19999 lux	10 lux	+/- (5% + 2d)
20000-50000 lux	100 lux	+/- (5% + 2d)

Precisió provada amb una làmpada estàndard tipus tungstè a una temperatura de 2854K

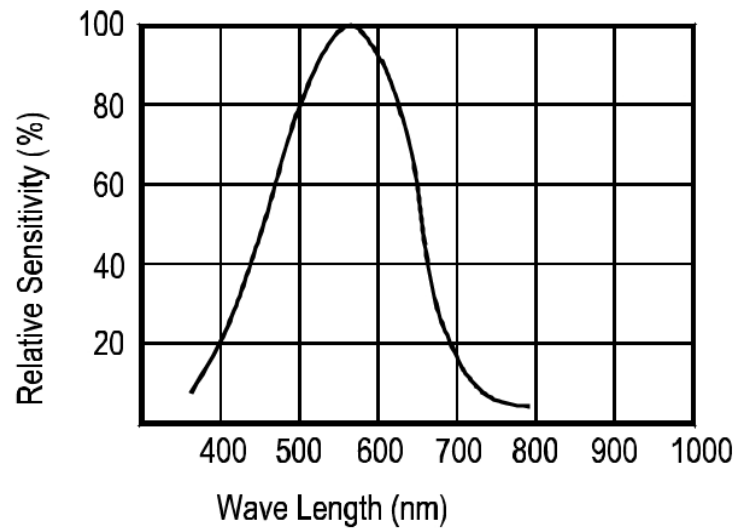
FACTOR DE CORRECCIÓ

Làmpada de mercuri: x1.1

Làmpada fluorescent: x1.0

Llum incandescent: x1.0

Llum de dia: x1.0

**ESPECTRE DEL
FOTODETECTOR**

LUXÍMETRE LUTRON LX-102 LIGHTMETER	Codi nomenclatura: I.b
	Número de Sèrie: AC. 57776

CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE L'INSTRUMENT

OBJECTIU	Mesurar la il·luminància rebuda en un punt pertanyent a una superfície (lux)
CONDICIONS AMBIENTALS DE SERVEI	Temperatura de treball: de 0°C a 50°C Humitat relativa: menor de 80%
RATIO DE SORTIDA	0.4 segons aproximadament
DISPLAY	13mm. LCD
TAMANY DEL FOTODETECTOR	82 x 55 x 7 mm

IMATGE



CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DE L'INSTRUMENT

PRECISSIÓ +/- (% de la lectura + número de dígit) a una temperatura entre 18°C i 28°C

RANG	RESOLUCIÓ	PRECISIÓ
0-2000 lux	1 lux	+/- (5% + 2d)
2001-19999 lux	10 lux	+/- (5% + 2d)
20000-50000 lux	100 lux	+/- (5% + 2d)

SONDA DE TEMPERATURA I HUMITAT TESTO 175 H1	Codi nomenclatura: I.c
	Número de Sèrie: 40308451

CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE L'INSTRUMENT

OBJECTIU	Mesurar la temperatura (°C/°F) i la humitat relativa (%) de forma continuada, segons la programació prèvia.
CONDICIONS AMBIENTALS DE SERVEI	Temperatura de treball: de -20°C a 55°C Humitat relativa: menor de 80%
TIPUS DE SENSOR	Sensor de temperatura NTC i sensor d'humitat capacitiu
NOMBRE DE CANALS DE MEDICIÓ	Dos interns
INTERVAL DE MEDICIÓ	Des de 10 segons fins a 24 hores
CAPACITAT D'EMMAGATZEMATGE	1000000 de valors mesurats

IMATGE



CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DE L'INSTRUMENT

RANGS DE MEDICIÓ	Temperatura: de -20°C a 55°C Humitat relativa: de 0% a 100% (atmosfera sense condensació)
PRECISIÓ	Temperatura: +/- 0.4°C (amb temperatures entre -20°C i 55°C) +/- 1 dígit Humitat relativa: +/- 2.0% (amb humitats relatives entre el 2% i el 98%, a una temperatura de 25°C)
RESOLUCIÓ	Temperatura: 0.1°C Humitat relativa: 0.1%

SONÒMETRE TES 1350A SOUND LEVEL METER	Codi nomenclatura: I.d
	Número de Sèrie: 94019617

CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE L'INSTRUMENT

OBJECTIU	Mesurar el nivell acústic (dB)
CONDICIONS AMBIENTALS DE SERVEI	Temperatura de treball: de 0°C a 40°C Humitat relativa: entre 10% i 90% Altitud inferior 2000 metres
ESTANDAR APLICAT	IEC 651 Tipus 2
RATIO DE SORTIDA	Fast (125 msec.); SLOW (1seg.)
DISPLAY	LCD de 4 dígits amb resolució de 0.1 dB i període de 0.5 seg.
MICRÒFON	1/2 inch Electral condenser microphone

IMATGE



CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DE L'INSTRUMENT

PRECISIÓ +/- 2 dB, per a freqüències entre 31.5 Hz i 8 KHz.

RANG	PRECISIÓ
A LO (low)	35 – 100 dB
A HI (high)	65 – 130 dB
C LO (low)	35 – 100 dB
C HI (high)	65 – 130 dB

Rang dinàmic de 65 dB

MESURADOR DE NIVELLS DE CO ₂ PCE AIR CONTROL 3000	Codi nomenclatura: I.e
	Número de Sèrie: E853C00CA

CARACTERÍSTIQUES GENERALS DE L'INSTRUMENT

OBJECTIU	Mesurar la concentració de CO ₂ de l'aire
CONDICIONS AMBIENTALS DE SERVEI	Temperatura de treball: de 0°C a 50°C Humitat relativa: de 0% a 95%, sense condensació
SISTEMA DE TREBALL	Tecnologia sensor NDIR
TEMPS DE CALENTAMENT	Inferior a 60 segons a 22°C
TEMPS DE RESPOSTA	Inferior a 2 minuts per a 63% de canvi de pas

IMATGE



CARACTERÍSTIQUES TÈCNIQUES DE L'INSTRUMENT

RANGS DE MEDICIÓ	De 0 ppm a 3000 ppm
PRECISIÓ	+/- 50 ppm ó +/- 5% de la lectura
RESOLUCIÓ	Entre 0 ppm i 1000 ppm: 1 ppm Entre 1000 ppm i 2000 ppm: 5 ppm Entre 2000 ppm i 3000 ppm: 10 ppm
REPETIBILITAT	+/- 20 ppm
DEPENDÈNCIA DE LA TEMPERATURA	A 25°C, el que sigui major entre: +/- 0.1% de la lectura per cada °C ó +/- 2ppm per cada °C
DEPENDÈNCIA DE LA PRESSIÓ	0.13% de la lectura per mm Hg (corregit per l'usuari introduint l'altitud)

ANNEX I.D.- Articles relacionats amb l'adaptació lum. i acúst. presentats a congressos.

ANNEX I.D.1.- PLEA2012.

- Títol: “*Visual Adaptability in Architecture. A physical and psychological approach.*”
- Autors: Alonso, C.; López, J.; Coch, H.; Serra, R.
- Congrés: PLEA 2012. Passive and Low Energy Architecture 2012. 28th International PLEA Conference. Opportunities, Limits and Needs. Towards an Environmentally Responsible Architecture.
- Lloc i data de celebració: Del 7 al 9 de novembre de 2012 a Lima, Perú.
- ISBN: 978-612-4057-89-2

Visual Adaptability in Architecture A Physical and Psychological Approach

Carlos ALONSO¹, Judit LÓPEZ¹, Helena COCH¹, Rafael SERRA¹

¹Arquitectura, Energia i Medi Ambient, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Spain

ABSTRACT: This paper deals with both physical and psychological dimensions of visual adaptability in architecture. The adaptive model of environmental comfort has been studied especially from the thermal point of view. Studies revealed that, when moving from one space to another, the sensation of thermal comfort at the arrival location is widely determined by prior exposure temperatures over the whole course. As all the senses work together in our perception of the environment, the movement between spaces with different environmental conditions has a considerable effect on our overall sense of comfort. Consequently, the main objective of this study is to investigate whether the adaptive model of thermal comfort can be extrapolated to a visual adaptive model. It may seem that when examining visual comfort conditions, users' sensation of the same stimulus is more pleasant by contrast if they come from higher or lower energy levels than if they come from similar or gradually reached environmental conditions. But this extrapolation is not immediate. On the one hand, thermal and visual environmental changes take place neither at the same speed nor at the same energy level. On the other hand, users' thermal and visual adaptation periods are not the same. The proposed methodology is based on an exhaustive observation of individual behavior performed with a sequenced exposure to different environmental conditions with controlled visual levels. The final outcome is the production of generic physical and psychological conclusions related to the experience of changing environmental conditions, since exposure time, expectation and predicted environmental conditions seem particularly important in the final sense of comfort. The results can be applied not only to general change in environmental conditions but also while walking through transitional spaces.

Keywords: visual comfort, adaptive approach, transitional, transient, survey.

INTRODUCTION

People have a natural tendency to adapt to changing conditions in their environment. This natural tendency is expressed in the adaptive approach to thermal comfort, as developed by Nicol and Humphreys [1]. However, this tendency is not solely applicable to thermal adaptation but it also encompasses all human beings' sensorial fields, being processes such as adaptation of vision or hearing fairly common in everyday life. These senses are particularly important when interacting with our environment and getting information on our environmental and architectural surroundings. Therefore, this paper takes an adaptive approach to visual comfort based on the potential extrapolation of some of the concepts from the most recent studies performed on thermal comfort, given that this is the field where the adaptive model has been developed the most.

With regard to thermal comfort, there are many contextual variables that play a role in the sense of comfort. Some of them are due to the environmental parameters that are dependent upon the climate, while others are due to user-dependent factors, be they social, physiological or psychological. Examples can include the users' kind of activity, clothing, anatomy or posture,

education or how the building and its facilities are used [1, 2]. In this sense, the time factor is particularly significant either in terms of the speed at which the environmental changes take place or the period needed by the user to get acclimated. What is more, from the physiological standpoint, human beings are particularly sensitive to the perception of changes in environmental stimuli. However, if the stimulus remains steady, humans may experience fatigue in the excitement of the sense receptors, thus leading to a decline in the perception of the stimulus. For this reason, some variability in the environmental conditions can come to be perceived more pleasant than being in environments with highly neutral or steady conditions [3, 4, 5, 6].

As Nicol and Humphreys state, if a change occurs that produces discomfort, people react in ways which tend to restore their comfort. According to their research, this can be done by two types of actions: changing the conditions to match their comfort and changing the comfort temperature to match the prevailing conditions [1]. In contrast to these more static situations, such as an office building or home, Chun and Tamura researched the thermal comfort in more dynamic situations, such as those that occur because a user is walking through a

PLEA2012 - 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture Lima, Perú 7-9 November 2012

transitional space. In this case, when thermal changes take place more quickly, what they call the “relative evaluation tendency” happens. Their findings revealed that thermal comfort at one point in a transitional space is determined by the relative temperature at that location compared to the average value of prior exposure temperatures [7].

To the contrary, regarding visual or acoustic energy, regardless of whether it is a situation with a static user and changing conditions or a more dynamic situation with a user in motion, visual and acoustic energy changes are more frequent and usually take place at a higher speed compared to thermal energy. In this sense, human beings’ response is much quicker, that is, their visual and auditory adaptation to the change takes place at a much higher speed than their adaptation to changes in temperature.

For this study, we experimented with the specific case of visual adaptation and the users’ response, setting aside the possible functioning of acoustic adaptation for future studies.

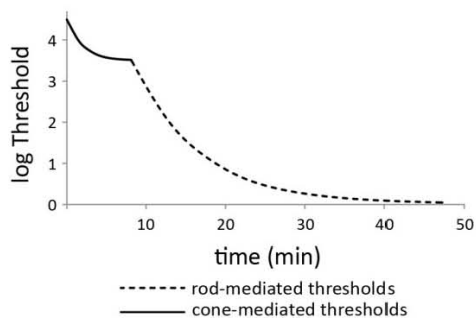


Figure 1: Schematic diagram of adaptation to the dark: the recovery of the visual threshold following bright-light adaptation as a function of the amount of time spent in darkness. (Version of a diagram from John E. Dowling [8].)

In this aspect, visual adaptation is due to a modification of the sensitivity of the eye’s receptive organs to the stimulus. In visual adaptation to both darkness and light, there is an initial mechanism which consists of the immediate change in the size of the pupil, which regulates the amount of light that reaches the retina via fluctuations in the aperture in a range of 1 to 16. Simultaneously, the sensitivity of the cones and rods (cells located on the eye’s retina that receive the light) also enlarge or shrink respectively due to the increase or destruction of the light-sensitive chemical substance. For this reason, adaptation to darkness takes around 5 to 10 minutes in the case of photopic vision (cones), while in the case of scotopic vision (rods) it takes approximately 20 to 30 minutes (Fig. 1). In the opposite sense,

adaptation to light is much quicker and takes place in just a few seconds [8, 9].



Figure 2: The visitor to this exhibition, who is circulating at a low level of light, adapts his vision to the illuminated work of art and then continues circulating at the same light level as at the start. (Version of a picture of Mario Gonzalo “Cachero” posted at: lalugareja.blogspot.com.)

There are many situations in our everyday lives when there is a momentary change in the light conditions, thus leading to a contrast towards greater light or darkness. Clear examples of this include looking out a window, stopping to look at the display window of a shop, walking around a museum (Fig. 2) and going from one room to another through a transitional space [10]. Given this, we wondered how this kind of change in the light levels affects the user’s visual comfort and the adaptation of their perception of light.

RESEARCH METHODS

The methodology used to examine this adaptive approach to light comfort is based on the conclusions yielded through laboratory surveys performed with a series of young architects. They are all 2011-12 “Architecture, Energy and Environment” Master’s degree students and 2011-2012 “Architecture and the Environment: Integration of Renewable Energies into Architecture” Master’s degree students at the School of Architecture of Barcelona (UPC).

Even though we do not discard the possibility of administering field surveys in the future, since this study examines visual comfort and we know that both the energy changes in light conditions and users’ visual adaptation take place at relatively quick speeds, in field surveys there is a lower ability to control the conditions and as a result a higher probability that the results might be distorted. Likewise, we chose to administer laboratory surveys since in this kind of survey not only can there be the predefined environmental conditions and a higher capacity for control but also the range of conditions that users consider comfortable tend to be stricter than in field surveys, where users have more chances to adapt to the environment.

PLEA2012 - 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture Lima, Perú 7-9 November 2012

Regarding the description of the design of the experiment, it was performed with 24 healthy individuals, eight men and 16 women between the ages of 24 and 36. The participants come from different countries in Europe and the Americas. Likewise, they are all architects and students in post-graduate courses related to environmental energies in architecture, so they all have some knowledge about light issues as well as a certain discernment regarding the units used to measure illuminance (lux).

The survey respondents were seated, as shown in Figure 3, in a room with multiple light scenes, of which three standard scenes were chosen: scene A, scene B and scene C. In the multiple runs of the experiment, these three light scenes produced average illuminance levels over a useful working surface (located 70 cm over the floor): A = 530 lux, B = 7.5 lux and C = 1 lux. The changes between the different light scenes took place almost instantaneously, since we used fluorescent lamps with quick switch control (Fig. 3).

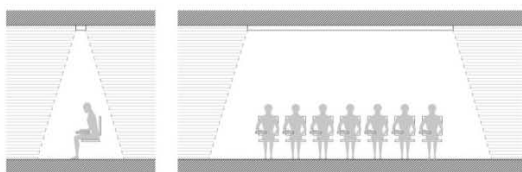


Figure 3: Upright projection and cross-section scheme of the location of the users in the room.

The difference in illuminances (average values in lux over the working surface) between what was seen by the survey respondents seated under the centre of the light source and those located at the ends was insignificant for low illuminance levels, on the order of 3 lux in medium levels and 170 lux at high levels (Table 1). In this sense, if we bear in mind that human perception follows a logarithmic relation, this difference in measured values at medium and high levels of light should be clearly unimportant in the different users' perceptions.

Table 1: Average, minimum and maximum illuminance levels measured (in lux) according to the light scene.

Scene	E_{AV} (lux)	E_{min} (lux)	E_{Max} (lux)
A	530	445	615
B	7.5	6	9
C	1	1	1

The 24 participants took part in four different experiments: experiment A1, experiment A2, experiment C1 and experiment C2. Each of the four experiments had three phases. The first phase began with a light scene with an initial illuminance value over the useful surface which remained constant over a certain period of time. The second phase began with an initial change in the light scene with a different illuminance value over the useful surface, which once again remained constant over a given period of time. Finally, the third phase began with a second change, which returned to the same light scene as in phase 1 (that is, with the same illuminance value over the useful surface as at the start), which once again remained constant over a given period of time.

The participants in the experiments were never given any complementary information on the experiment in advance. Thus, we tried to avoid their having any kind of predisposition or possible expectation in terms of the results.

Regarding the timeline of the experiments (Fig. 4), the first phase in the experiment required a prolonged period of time (10 minutes), since it was aimed at ensuring that the survey respondents' vision was accustomed to the initial light level. What is more, during this first phase, the respondents were informed about the existing light level on the useful working surface so that they could have a point of reference when later estimating the light level. During the entire process (all three phases) in each of the four experiments, the subjects were involved in doing Sudoku puzzles in order to keep them entertained and thus ensure that their vision was set on a specific area. Likewise, the fact that they were engaged with Sudoku puzzles, which have numbers of a certain size and color over a homogenous white background, enabled us to ensure that the assessment and estimate of the light levels that they would be requested later were always made with regard to the same point of reference.

After the ten minutes in phase 1 had elapsed, there was a change in the light scene, and therefore in the illuminance of the useful work surface, thus ushering in phase 2 of the experiment. This phase remained constant over a relatively short period of time (45 seconds). During this period, 30 seconds after having begun phase 2, the respondents were asked to assess the light level at that moment compared to the light level in the first phase. What is more, they were also asked to estimate the approximate illuminance (value in lux) on the working surface.

Forty-five seconds after phase 2 began, there was a second change in the light scene, going back to the illuminance of the useful working surface in the first phase and thus beginning phase 3 of the experiment. In

PLEA2012 - 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture Lima, Perú 7-9 November 2012

this phase, the respondents were once again asked to value the light level compared to the first phase, and to estimate the approximate illuminance (value in lux) over the working surface. As shown in Figure 4, they were asked this 2 seconds, 15 seconds and 4 minutes after the beginning of the third phase.

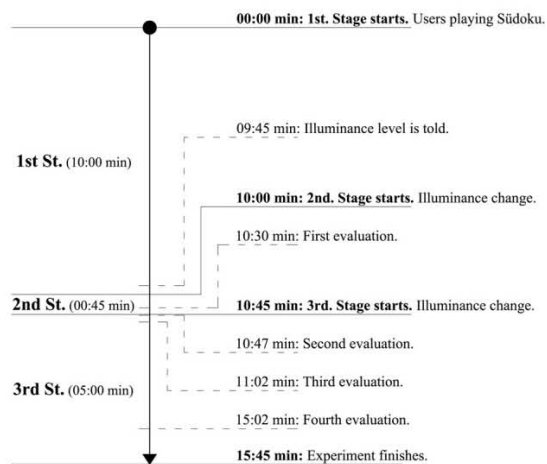


Figure 4: Scheme of the definition of the phases and time procedure of a standard experiment.

The respondents were asked two kinds of questions at the different points in the experimental process. First, in phases 2 and 3 they were asked to comparatively assess the illuminance level compared to the level in phase 1. To make this assessment, they used an adaptation for light of the ASHRAE scale and the Bedford Scale of Thermal Comfort (Table 2). Secondly, they were also asked to make in these phases an absolute assessment of the illuminance (estimated sensation in lux) on the working surface (bearing in mind that they knew the lux level in phase 1 in advance).

Table 2: 7-point visual sensation scale.

Vote	Assessment of the sensation of illuminance on the working surface
+3	Much higher level than in phase 1
+2	Higher level than in phase 1
+1	Slightly higher level than in phase 1
0	Same level as in phase 1
-1	Slightly lower level than in phase 1
-2	Lower level than in phase 1
-3	Much lower level than in phase 1

In the specific case of experiment A1, there was a succession of A-B-A scenes, while in the case of experiment A2, there was a succession of A-C-A scenes. We shall see how both cases started with a given high level of illuminance (530 lux), then dropped to lower levels (7.5 lux and 1 lux, respectively) and then went back to the initial level (530 lux). Given this sequence, we predicted that the respondents' answers would reflect different assessments of their sensation of light according to whether phase 2 was closer to or further from the initial illuminance level.

In contrast, the C1 experiment (with a succession of C-B-D scenes) and C2 experiment (with a succession of C-A-C scenes) started with low illuminance levels (1 lux), which were then raised to higher levels (7.5 lux and 530 lux, respectively) and then went back to the initial level (1 lux) (Fig. 5). In this case, since the process was the opposite of experiments A1 and A2, we predicted that the responses would also be different since users' adaptation time to brighter or darker levels are different.

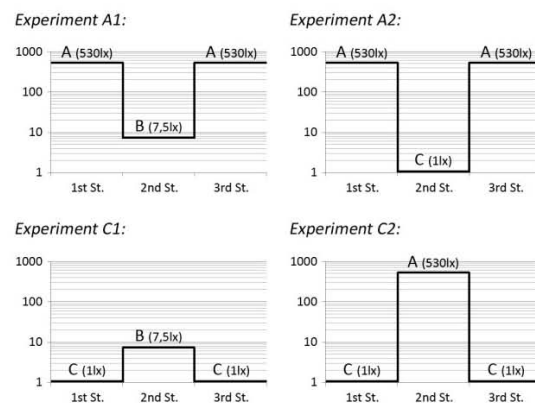


Figure 5: Scheme of the four experiments with their respective illuminance levels (lux) on the working surface.

The experiments were performed in March 2012, and the other environmental conditions were monitored throughout the entire experiment to ensure that they fell within acceptable comfort margins. In this way, we attempted to prevent these conditions from interfering in the perception of light and to minimize any possible effect of synesthesia. During the entire process, the temperatures were maintained within the range of 22.2° C to 22.4° C. The relative humidity ranged from 44% to 46.5%. Most of the time, the acoustic range was between 38 dB and 40 dB. The CO₂ levels were always kept within acceptable ranges, with values that spanning between 1100 ppm (parts per million) and 1305 ppm. What is more, the experiment was performed between 2.5 and 4 hours after the respondents had eaten. Finally,

PLEA2012 - 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture Lima, Perú 7-9 November 2012

we avoided any kind of external lighting during the experiment to prevent interference and a distortion in the results.

RESULTS AND DISCUSSION

Regarding the results of the experiment, there are two kinds of assessments to analyze.

The first is the comparative assessment, that is, the light level that the survey respondents perceived when going back to the original illuminance value after experiencing a clearly higher or lower level of light (experiments C1 and C2, and A1 and A2, respectively). By observing the results of all four cases (Fig. 6, 7), we can see how in all of them the respondents overestimated or underestimated the illuminance once the original lighting level was restored (when entering phase 3). That is, when there was a change in the illuminance level, the sensation of light exceeded the real value in the direction of the change. For example, experiment A1 starts with a high illuminance level of 530 lux, in the first change this level drops to 7.5 lux, and when the conditions return to the initial value of 530 lux, the respondents' sensation was a higher illuminance level than that value. What is more, in all the experiments we noted how in just a brief time (a few seconds), the respondents recovered their real sensation of light. In experiment A2 (530/1/530 lux), where the differences in illuminance values are greater than in A1, the effect of having a sensation of brighter light also occurs, although not so drastically. In experiment C2 (1/530/1 lux), whose sequence is the opposite of A2, the assessment of the sensation of light follows behavior quite similar yet opposite to that of experiment A2. Finally, in experiment C1 (1/7.5/1 lux), we noted how the respondents had little ability to discern the sensation of light, perhaps due to the similarity between the two illuminance levels.

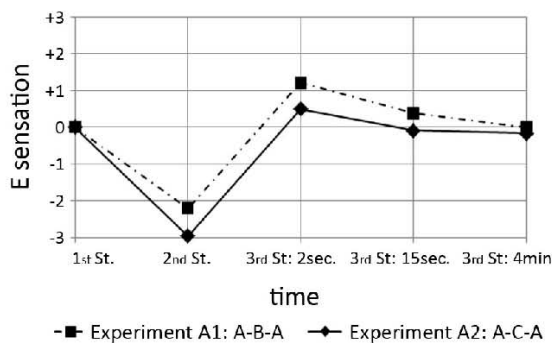


Figure 6: Visual sensation for each of the illuminances in experiments A1 and A2.

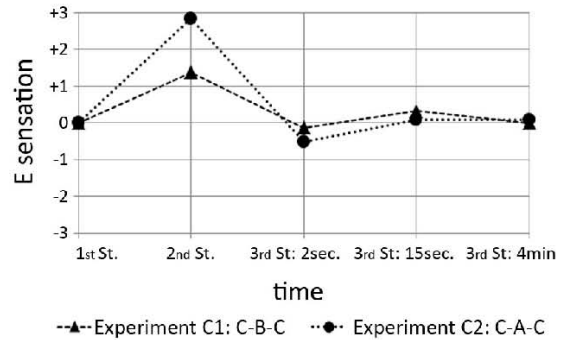


Figure 7: Visual sensation for each of the illuminances in experiments C1 and C2.

The second assessment to analyze is the absolute estimated value, that is, the illuminance level in lux that the survey subjects estimated once the initial value was restored. On this point we should recall that the survey respondents are all architects who are familiar with the units and that in all four experiments their point of reference is the respective illuminance values in phase 1. Likewise, they do not know that the illuminance in phase 3 has the same value as in phase 1. By examining the results in all four cases, we can see how the survey respondents displayed some variation in their assessments of the estimated lux values over the useful surface. For example, in the specific case of experiment A1, which had the most common average conditions, there is a standard deviation in all three assessments in phase 3 of 68, 68 and 71 lux over the estimated 580, 565 and 532 (Fig. 8). What is more, we should note that by carefully examining these results, there seems to be a kind of predisposition by some of the respondents to estimate the lux they assume there to be instead of the lux they estimated there to be. That is, some respondents distinguished between what they might know and the sensation they have. We also found that even though initially none of the respondents showed major signs of visual impairments, one of the subjects did show some signs. Following with the example of experiment A1, we can see how the estimate of illuminance is approximately 10% higher than the average illuminance. What is more, in this case it took around 30 seconds to recover half of this value (Fig. 9).

PLEA2012 - 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture Lima, Perú 7-9 November 2012

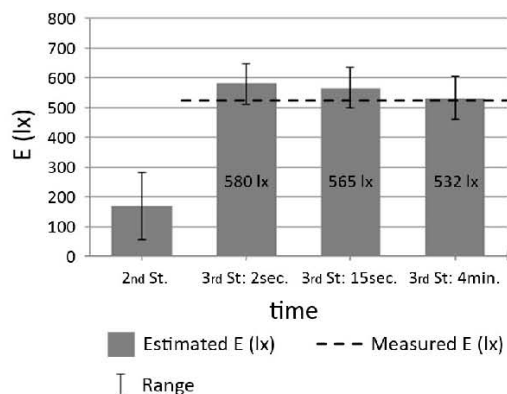


Figure 8: Assessment of the estimated illuminance in experiment A1.

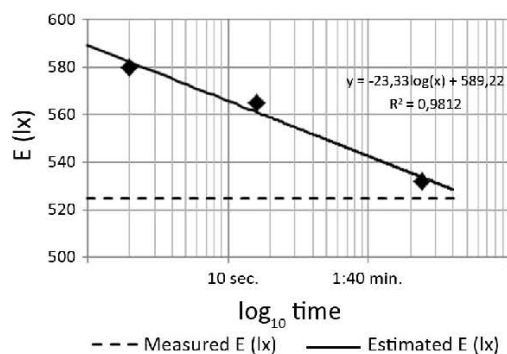


Figure 9: Trend in estimated illuminance (continuous line) in phase 3 of experiment A1, compared to the measured (dots).

Finally, even though this topic is being left for future studies, we can predict that in acoustics a similar overestimation and underestimation effect of the perceived decibels may occur after a change in the acoustic level, although a priori it seems that the acoustic adaptation might be a bit slower than adaptation to light yet substantially quicker than adaptations to temperature changes. In any event, the kind of experiment to be conducted must be carefully studied bearing in mind all the variables that can specifically influence this approach to acoustic adaptability, including the kind of noise, its informational content, its dynamic, etc.

CONCLUSION

This paper is an initial approach to the adaptive model of light comfort. Just as with the thermal model, the experiment in the visual field shows us how after a change in the illuminance level the sensation of light is influenced by prior exposure. When there is a change to a higher illuminance level, the light sensation exceeds the actual light level and the viewer has the sense of higher

illuminance. To the contrary, when the change is toward a lower level of light, the sensation is lower illuminance. What is more, in a relatively short period of time, the sensation gradually approaches the real value. The degree of overestimation or underestimation of the light sensation and the time needed to recover the real value are related to the magnitude of this change. These conclusions came from several laboratory experiments conducted with 24 subjects, all of them architecture graduates who were familiar with light magnitudes. The results can be applied in situations in which light conditions change and in circulation through transitional spaces.

ACKNOWLEDGEMENTS. This paper is supported by the Spanish MICINN under project ENE2009-11540.

REFERENCES

1. J. Fergus Nicol and Michael A. Humphreys, (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy and Buildings*, Volume 34, Issue 6: p. 563-572.
2. Andris Auliciems and Steven V. Szokolay, (1997), Thermal Comfort. *PLEA notes*, note 3.
3. Lisa Heschong, (1979), Thermal Delight in Architecture. *MIT Press*.
4. Alison G. Kwok, (2000). Thermal Boredom. *Proceedings of the PLEA 2000 Conference in Cambridge*: p. 640-641.
5. Natalia Kafassis, (2011). Exploiting adaptation and transitions, Learning from environments beyond the boundaries of comfort. *Proceedings of the PLEA 2011 Conference in Louvain-la-Neuve*: p. 481-486.
6. Marialena Nikolopoulou and Koen Steemers, (2003). Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy and Buildings*, 35: p. 95-101.
7. Chungyoon Chun and Akihiro Tamura, (2005). Thermal comfort in urban transitional spaces. *Building and Environment*, 40: p. 633-639.
8. John E. Dowling, (1987), The Retina. An Approachable Part of the Brain. *Harvard University Press*.
9. Optical Society of America, (1994), Handbook of Optics: fundamentals, techniques, and design. Volume 1. *McGraw-Hill Publishing Co.*
10. Judit López, Carlos Alonso, Isabel Crespo, Rafael Serra and Helena Coch, (2012). Visual Comfort Assessment Based on Perception in Transitional Spaces Between Inside and Outside: a Mediterranean Case Study. *WREF 2012*.

ANNEX I.D.2.- CESB13.

- Títol: “*Visual and Acoustic Adaptability in Architecture.*”
- Autors: Alonso, C.; Isalgue, A.; Coch, H.; Palme, M.
- Congrés: CESB 13 - central europe towards sustainable building. Sustainable Building and Refurbishment for Next Generations.
- Lloc i data de celebració: Del 26 al 28 de juny de 2013 a Praga, República Txeca.
- ISBN: 978-80-247-5015-6 (Printed edition); 978-80-247-5018-7 (Complete edition).

VISUAL AND ACOUSTIC ADAPTABILITY IN ARCHITECTURE.

Carlos ALONSO

Arquitectura, Energia i Medi Ambient, Universitat Politècnica de Catalunya, EtsaB. Avda. Diagonal, 649. Edifici A, 7ª planta. 08028 Barcelona, Spain. carlos.alonso-montolio@upc.edu

Antonio ISALGUE

Arquitectura, Energia i Medi Ambient, Universitat Politècnica de Catalunya, EtsaB. Avda. Diagonal, 649. Edifici A, 7ª planta. 08028 Barcelona, Spain. antonio.isalgue@upc.edu

Helena COCH

Arquitectura, Energia i Medi Ambient, Universitat Politècnica de Catalunya, EtsaB. Avda. Diagonal, 649. Edifici A, 7ª planta. 08028 Barcelona, Spain. helena.coch@upc.edu

Massimo PALME

Escuela de Arquitectura, Universidad Católica del Norte. Av. Angamos 610, 1240000, Antofagasta, Chile. mpalme@ucn.cl

Summary

This paper deals with both physical and psychological dimensions of visual and acoustic adaptability in architecture. Studies revealed that thermal comfort at one point in a transitional space is determined by the relative temperature at the location compared to the average temperatures the subjects had previously been exposed to. The objective of this study is to investigate whether these results can be extrapolated to visual and acoustic perception. The proposed methodology is based on observing individual behaviour with a sequenced exposure to different controlled visual and acoustic conditions. The results, which will be discussed, can be applied not only to general change in environmental conditions but also while walking through transitional spaces, where a well-designed gradient of environmental conditions could imply energy savings.

Keywords: visual and acoustic comfort, adaptive approach, transitional spaces

1 Introduction

The perception of the environment encompasses all human sensorial fields working together. Thermal, visual and acoustic senses are particularly important to obtain information on our environmental and architectural surroundings. Moreover, these senses are especially significant in our perception of global comfort.

Thermal, visual and acoustic comfort conditions have been widely studied, in particular from a static point of view. However, there are many situations in our everyday lives where environmental conditions are not static but dynamic; when users move around from one place to another, changes in environmental conditions take place faster. Consequently, users' perceptive response and their ability to adapt to these environmental changes may have a major impact on the design of architectural spaces. Studies by Nicol and Humphreys[1] dealt with an adaptive approach to thermal comfort with users in static

CESB13 Prague
Integrated building design

situations and changing environments, such as those experienced while working in an office or staying at home. Other studies, like those by Chun and Tamura[2], dealt with more dynamic situations, such as when users are walking through a transitional space. In this case their findings revealed that, when moving from one space to another, the sensation of thermal comfort at the arrival location is strongly determined by the temperatures to which they have been exposed throughout this movement.

From here we wondered how changes in light or acoustic levels could affect users' visual and acoustic comfort and the possible adaptation of their perception to dynamic conditions. We must consider that the range of energy involved as well as the time of adaptation due to physiology is very different for each sense.

2 Research methods

A first approach is based on the results yielded from different laboratory surveys where the range of conditions that users consider comfortable tends to be stricter than in field surveys. The experiments were performed with a series of young architects exposed to different changes in the illuminance and acoustic levels in an interior static space. We discarded the field surveys, where it is more difficult to control the visual and acoustic conditions and consequently the probability that results might be distorted by other factors is higher.

Several series of visual and acoustic experiments were conducted where the survey respondents were asked to comparatively assess the light or the acoustic level perceived after experiencing a clearly higher or lower level. A seven-point visual or acoustic sensation scale was used by participants to make this assessment.

Tab. 1 7-point visual / acoustic sensation scale

Vote	Assessment of the sensation of illuminance / acoustic level
+3	Much higher level than in phase 1
+2	Higher level than in phase 1
+1	Slightly higher level than in phase 1
0	Same level than in phase 1
-1	Slightly lower level than in phase 1
-2	Lower level than in phase 1
-3	Much lower level than in phase 1

2.1 Visual experiment.

Two experiments were carried out on visual adaptability. The first one was conducted in Barcelona (Spain) in March 2012 and the second in Antofagasta (Chile) in September 2012. In Experiment 1, using 24 subjects, visual adaptability was studied for changes between different average illuminance levels of 1, 7.5 and 530 lux on a working surface in the multiple runs of the experiment [3]. In Experiment 2, using 10 subjects, the average illuminance levels were readjusted to 8, 45 and 350 lux, in order to use more common values in architecture.

Participants took part in several runs for each experiment. For each run, they were initially exposed to a constant illuminance level (level A) on the working surface that remained constant over a certain period of time (10 minutes) to ensure that the survey respondents' vision became adapted to the light level. A second illuminance level (level B)

Central Europe towards Sustainable Building 2013
Integrated building design

remained constant over a relatively short period of time (45 seconds). Finally, a third level (level C) was used and the respondents were asked to comparatively assess the final illuminance in relation to the light level at the beginning of the run (**Fig. 1**).

This methodology was repeated in several runs combining different illuminance levels for each experiment. The participants in the experiments did not know in advance that the final illuminance level was the same as the one at the beginning.

2.2 Acoustic experiment.

The experiment on acoustic adaptability was conducted only in Barcelona (Spain) in October 2012 using the same methodology with 75 subjects. Multiple runs were conducted, half with a pure tone (440 cps) studying adaptability to changes between different average acoustic levels of 73 dB, 78 dB and 82 dB, and half with white noise for changes between average acoustic levels of 78 dB, 86 dB and 88 dB.

For each run, subjects were initially exposed to a constant acoustic level (level X) for 10 seconds. A second acoustic level (level Y) remained constant for 12 seconds. Finally, a third acoustic level (level Z) was used and at this moment the respondents were asked to assess their perception of the acoustic level compared to the first. None of the participants knew that the levels at the beginning and end of the experiment were the same (**Fig. 3**).

3 Results and discussion

3.1 Visual experiment.

The results of the different runs of the two visual experiments show that in all of them the respondents overestimated or underestimated the illuminance once the lighting level was restored, and their sensation of illuminance always exceeded the level in the direction of the change.

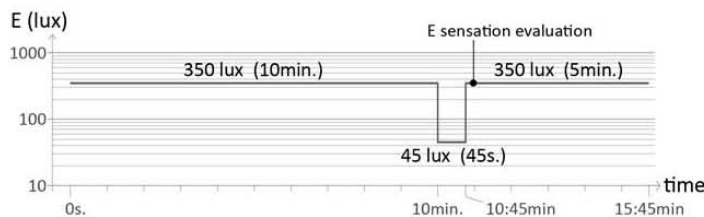


Fig. 1 Scheme of one of the Visual rounds (350-45-350 lux)

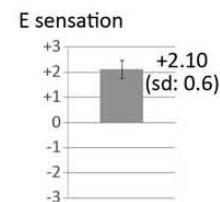


Fig. 2 Visual main vote

A run of Experiment 2 as an illustrative case of habitual architectural illuminance levels is shown in Figures 1-2. It started with an illuminance level of 350 lux that dropped to 45 lux and finally went back to the initial 350 lux. The respondents' sensation of illuminance on the working surface was higher (+2.10) than that measured (**Fig. 2**). This case could be, for example, people moving from one classroom to another, walking through a corridor, considered a transitional space.

CESB13 Prague Integrated building design

3.2 Acoustic experiment.

Regarding the acoustic experiment, it can also be stated that in all of them the respondents perceived a higher or a lower acoustic level than the value measured when the original level was restored. Users' sensations exceeded the real value in the direction of the change in all runs of the experiment, regardless of whether a pure tone or white noise was used.

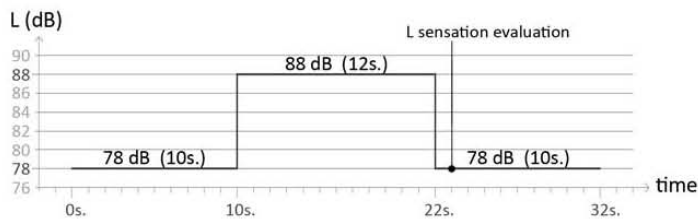


Fig. 3 Scheme of one of the Acoustic rounds (78-88-78 dB)

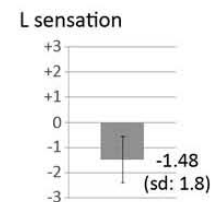


Fig. 4 Acoustic main vote

As an illustrative case, shown in Figures 3-4, we can use a run performed with a 78 dB white noise suddenly increased to 88 dB, which after 12 seconds returned to the initial level of 78 dB. The respondents' acoustic sensation was between "slightly lower" and "lower" (-1.48) than the measured value (**Fig. 4**). This may be a representative example for a common situation in a transitional space like moving from one shop to another through a noisy street.

4 Conclusions

The major conclusions are the following:

- An overshoot in their perception can be observed in users when a change in the energy level occurs, whether illuminance or acoustic conditions.
- This overshoot can be observed whether the change is to a higher energy level (where the user's sensation is higher than the existing level), or to a lower energy level (where the user's sensation is lower than the real value).

These early results could lead us to find out more about the transition lighting and acoustic conditions in order to apply it to improve designs of the gradient of environmental conditions in architectural transitional spaces. Adjusting the lighting or acoustic energy demand of architectural spaces would lead to potential energy savings as a consequence of designing for better conditions of comfort.

References

- [1] NICOL, J. F., HUMPHREYS, M. A. *Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings*. Energy and Buildings, 2002, Volume 34, Issue 6: pp.563-572.
- [2] CHUN, C., TAMURA, A. *Thermal comfort in urban transitional spaces*. Building and Environment, 2005, 40: pp. 633-639.
- [3] ALONSO, C., LÓPEZ, J., COCH, H., SERRA, R. *Visual Adaptability in Architecture. A physical and psychological approach*. Proceedings of the PLEA 2012 Conference in Lima.

ANNEX I.D.3.- CESB13.

- Títol: *“Visual and Acoustic Adaptability in Architecture. Effects of Level Change in Users' Sensation.”*
- Autors: Alonso, C.; Isalgue, A.; Coch, H.; Palme, M.
- Congrés: CESB 13 - central europe towards sustainable building. Sustainable Building and Refurbishment for Next Generations.
- Lloc i data de celebració: Del 26 al 28 de juny de 2013 a Praga, República Txeca.
- ISBN: 978-80-247-5017-0 (Extended electronic edition).

VISUAL AND ACOUSTIC ADAPTABILITY IN ARCHITECTURE. EFFECTS OF LEVEL CHANGE IN USERS' SENSATION

Carlos ALONSO

Arquitectura, Energia i Medi Ambient, Universitat Politècnica de Catalunya, EtsaB. Avda. Diagonal, 649. Edifici A, 7ª planta. 08028 Barcelona, Spain. carlos.alonso-montolio@upc.edu

Antonio ISALGUE

Arquitectura, Energia i Medi Ambient, Universitat Politècnica de Catalunya, EtsaB. Avda. Diagonal, 649. Edifici A, 7ª planta. 08028 Barcelona, Spain. antonio.isalgue@upc.edu

Helena COCH

Arquitectura, Energia i Medi Ambient, Universitat Politècnica de Catalunya, EtsaB. Avda. Diagonal, 649. Edifici A, 7ª planta. 08028 Barcelona, Spain. helena.coch@upc.edu

Massimo PALME

Escuela de Arquitectura, Universidad Católica del Norte. Av. Angamos 610, 1240000, Antofagasta, Chile. mpalme@ucn.cl

Summary

This paper deals with both physical and psychological dimensions of visual and acoustic adaptability in architecture. Studies revealed that, thermal comfort at one point in a transitional space is determined by the relative temperature at the location compared to the average temperatures the subjects had been exposed to. The objective of this study is to investigate whether these results can be extrapolated to visual and acoustic perception. The proposed methodology is based on observing individual behaviour with a sequenced exposure to different controlled visual and acoustic conditions. The results, which will be discussed, can be applied not only to general change in environmental conditions but also while walking through transitional spaces, where a well-designed gradient of environmental conditions could imply energy savings.

Keywords: visual and acoustic comfort, adaptive approach, transitional spaces

1 Introduction

The perception of the environment encompasses all human sensorial fields working together. Thermal, visual and acoustic senses are particularly important to obtain information on our environmental and architectural surroundings. Moreover, these senses are especially significant in our perception of global comfort [1].

Thermal, visual and acoustic comfort conditions have been widely studied, in particular from a static point of view. However, there are many situations in our everyday lives where environmental conditions are not static but dynamic; when users move around from one place to another, changes in environmental conditions take place faster.

CESB13 Prague Integrated building design

Consequently, users' perceptive response and their ability to adapt to these environmental changes may have a major impact on the design of architectural spaces.

Studies by Nicol and Humphreys [2] dealt with an adaptive approach to thermal comfort with users in static situations and changing environments, such as those experienced while working in an office or staying at home. Their researches revealed that, if a change occurs that produces discomfort, people react in ways which tend to restore their comfort, by changing the conditions to match their comfort or by changing the comfort temperature to match the prevailing conditions. Other studies, like those by Chun and Tamura [3], dealt with more dynamic situations, such as when users are walking through a transitional space. In this case their findings revealed that, when moving from one space to another, the sensation of thermal comfort at the arrival location is strongly determined by the temperatures to which they have been exposed throughout this movement.

From here we wondered how changes in light or acoustic levels could affect users' visual and acoustic comfort and the possible adaptation of their perception to dynamic conditions. Regardless of whether it is a situation with a static user and changing conditions or a more dynamic situation with a user in motion, it is possible to say that thermal, visual and acoustic changes have different energy range widths. Furthermore, visual and acoustic changes usually take place at a higher speed and are produced more frequently than thermal ones. Finally, human response is also different, as users' time of adaptation due to physiology is very different for each sense.



Fig. 1 User looking at a store window of a shop, an example of light condition change



Fig. 2 User looking at an illuminated work of art at Picasso Museum in Barcelona.

There are many situations in our common life in which there is a momentary change in the light or the acoustic conditions, leading us to a contrast towards a greater or smaller visual or acoustic level. Some illustrative visual situations may be stopping to look at the display window of a shop or looking at a work of art while walking around a museum, whereas some acoustic example may be going from one shop to another while walking through a mall.

2 Research methods

A first approach is based on the results yielded from different laboratory surveys where the range of conditions that users consider comfortable tends to be stricter than in field surveys where users have more chances to adapt to the environment. The experiments were performed with a series of young architects exposed to different changes in the illuminance levels (lux) and acoustic levels (dB) in an interior static space. We discarded the field surveys, where it is more difficult to control the visual and acoustic conditions and consequently the probability that results might be distorted by other factors is higher.

Several series of visual and acoustic experiments were conducted where the survey respondents were asked to comparatively assess the light or the acoustic level perceived after experiencing a clearly higher or lower level. A seven-point visual or acoustic sensation scale based on the ASHRAE scale and the Bedford Scale of Thermal Comfort was used by participants to make this assessment.

Tab. 1 7-point visual/acoustic sensation scale

Vote	Assessment of the sensation of illuminance / acoustic level
+3	Much higher level than in phase 1
+2	Higher level than in phase 1
+1	Slightly higher level than in phase 1
0	Same level than in phase 1
-1	Slightly lower level than in phase 1
-2	Lower level than in phase 1
-3	Much lower level than in phase 1

2.1 Visual experiment

Two experiments were carried out on visual adaptability. The first one was conducted in Barcelona (Spain) in March 2012 and the second one in Antofagasta (Chile) in September 2012. In Experiment 1, using 24 subjects, visual adaptability was studied for changes between different average illuminance levels of 1, 7.5 and 530 lux on a working surface in the multiple runs of the experiment [4]. In Experiment 2, using 10 subjects, the average illuminance levels were readjusted to 8, 45 and 350 lux, in order to use more common values in architecture. In this way, although humans' visual sense follows a logarithmic perception of light, the proportion between the different illuminance levels becomes linear.



Fig. 3 Three standard scenes on Experiment 1, with average illuminance levels of 1, 7.5 and 530 lux over the working surface

Participants took part in several runs for each experiment. For each run, they were initially exposed to a constant illuminance level (level A) on the working surface that remained constant over a certain period of time (10 minutes) to ensure that the survey respondents' vision became adapted to the light level. A second illuminance level (level B) remained constant over a relatively short period of time (45 seconds). Finally, a third level (level C) was used and the respondents were asked to comparatively assess the final illuminance in relation to the light level at the beginning of the run (Fig. 4, 6).

This methodology was repeated in several runs combining different illuminance levels for each experiment. The participants in the experiments did not know in advance that the final illuminance level was the same as the one at the beginning.

CESB13 Prague Integrated building design

2.2 Acoustic experiment

The experiment on acoustic adaptability was conducted only in Barcelona (Spain) in October 2012 using the same methodology with 75 subjects. Multiple runs were conducted, half with a pure tone (440 cps) studying adaptability to changes between different average acoustic levels of 73 dB, 78 dB and 82 dB, and half with white noise for changes between average acoustic levels of 78 dB, 86 dB and 88 dB.

For each run, subjects were initially exposed to a constant acoustic level (level X) for 10 seconds. A second acoustic level (level Y) remained constant for 12 seconds. Finally, a third acoustic level (level Z) was used and at this moment the respondents were asked to assess their perception of the acoustic level compared to the first. None of the participants knew that the levels at the beginning and end of the experiment were the same (Fig. 8, 10).

3 Results and discussion

3.1 Visual experiment

The results of the different runs of the two visual experiments show that in all of them the respondents overestimated or underestimated the illuminance once the lighting level was restored, and their sensation of illuminance always exceeded the level in the direction of the change.

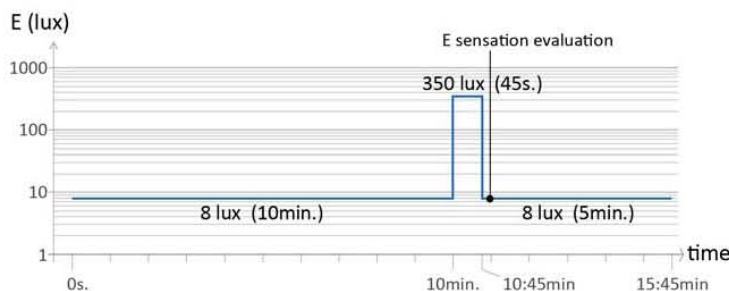


Fig. 4 Scheme of one of the Visual rounds (8-350-8 lux)

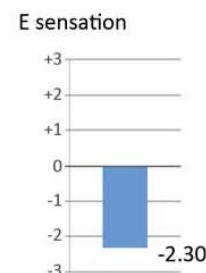


Fig. 5 Visual main vote

A run of Experiment 2 is shown in Figures 4-5. It started with an illuminance level of 8 lux, that increased to 350 lux and finally went back to the initial 8 lux. The respondents' sensation of illuminance on the working surface was lower (-2.30) than that measured and standard deviation was between -1.48 and -3.12 (Fig. 5).

A second run of Experiment 2 as an illustrative case of habitual architectural illuminance levels is shown in Figures 6-7. It started with an illuminance level of 350 lux, that dropped to 45 lux and finally went back to the initial 350 lux. The respondents' sensation of illuminance on the working surface was higher (+2.10) than that measured and standard deviation was between +1.78 and +2.42 (Fig. 7). This case could be, for example, people moving from one classroom to another, walking through a corridor, considered a transitional space.

**Central Europe towards Sustainable Building 2013
Integrated building design**

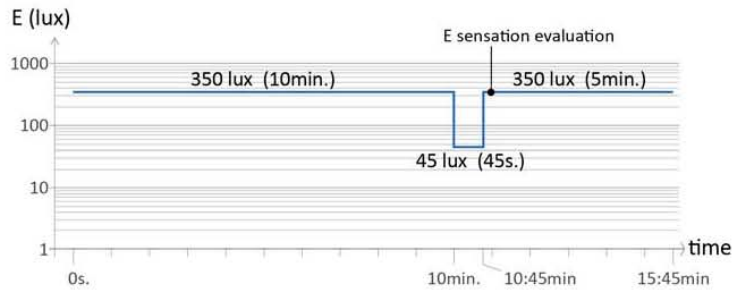


Fig. 6 Scheme of one of the Visual rounds (350-45-350 lux)

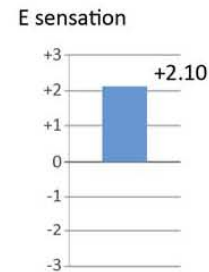


Fig. 7 Visual main vote

3.2 Acoustic experiment

Regarding the acoustic experiment, it can also be stated that in all of them the respondents perceived a higher or a lower acoustic level than the value measured when the original level was restored. Users' sensations exceeded the real value in the direction of the change in all runs of the experiment, regardless of whether a pure tone or white noise was used.

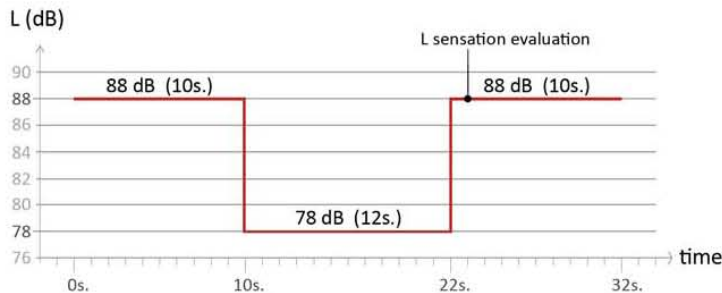


Fig. 8 Scheme of one of the Acoustic rounds (88-78-88 dB)

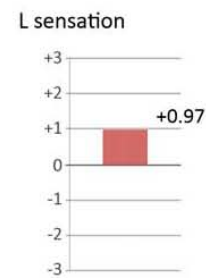


Fig. 9 Acoustic main vote

As an illustrative case, shown in Figures 8–9, we can use a run performed with a 88 dB white noise suddenly dropped to 78 dB, which after 12 seconds returned to the initial level of 88 dB. The respondents' acoustic sensation was slightly higher (+0.97) than the measured value and the standard deviation was between +0.01 and +1.93 (Fig. 9).

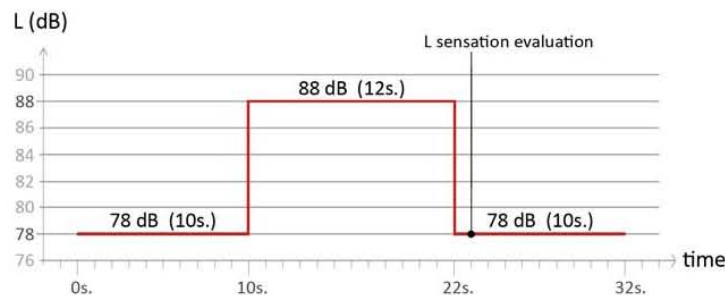


Fig. 10 Scheme of one of the Acoustic rounds (78-88-78 dB)

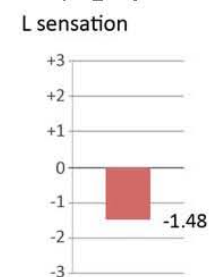


Fig. 11 Acoustic main vote

As a second illustrative case, shown in Figures 10–11, we can use a run performed with a 78 dB white noise suddenly increased to 88 dB, which after 12 seconds returned to the

CESB13 Prague

Integrated building design

initial level of 78 dB. The respondents' acoustic sensation was between "slightly lower" and "lower" (-1.48) than the measured value and the standard deviation was between -0.56 and -2.40 (Fig. 11). This may be a representative example for a common situation in a transitional space like moving from one shop to another through a noisy street.

4 Conclusions

This paper is an approach to visual and acoustic adaptability in architecture. The conclusions came from the observation of the results yielded through several laboratory experiments, where respondents were exposed to different lighting and acoustic level changes. The major conclusions are the following:

- An overshoot in their perception can be observed in users when a change in the energy level occurs, whether illuminance or acoustic conditions.
- This overshoot can be observed whether the change is to a higher energy level (where the user's sensation is higher than the existing level), or to a lower energy level (where the user's sensation is lower than the real value).

These early results could lead us to find out more about the transition lighting and acoustic conditions in order to apply it to improve designs of the gradient of environmental conditions in architectural transitional spaces. Adjusting the lighting or acoustic energy demand of architectural spaces would lead to potential energy savings as a consequence of designing for better conditions of comfort.

References

- [1] SERRA, R., COCH, H. *Arquitectura y Energía Natural*. Edicions UPC, Barcelona, 1995, pp. 67–93.
- [2] NICOL, J. F., HUMPHREYS, M. A. *Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings*. Energy and Buildings, 2002, Volume 34, Issue 6: pp. 563–572.
- [3] CHUN, C., TAMURA, A. *Thermal comfort in urban transitional spaces*. Building and Environment, 2005, 40: pp. 633–639.
- [4] ALONSO, C., LÓPEZ, J., COCH, H., SERRA, R. *Visual Adaptability in Architecture. A physical and psychological approach*. Proceedings of the PLEA 2012 Conference in Lima.
- [5] DOWLING, J. E. *The Retina. An Approachable Part of the Brain*. Harvard University Press, 1987.
- [6] OPTICAL SOCIETY OF AMERICA. *Handbook of Optics: fundamentals, techniques, and design*. Volume 1, 1994. McGraw-Hill Publishing Co.
- [7] LÜSCHER, E., ZWISLOCKI, J. *Adaptation of the Ear to Sound Stimuli*. The Journal of the Acoustical Society of America, 1949, Volume 21, Number 2.
- [8] CARTERETTE C. *Loudness Adaptation for Bands of Noise*. The Journal of the Acoustical Society of America, 1956, Volume 28, Number 5.
- [9] SCHARF, B., REEVES, A., GIOVANETTI, H. *Loudness reduction induced by a contralateral tone (L)*. The Journal of the Acoustical Society of America, 2007, Volume 122 (1): pp. 35–37.

ANNEX II.

ANNEX II.- Enquesta dels espais de circulació dels edificis d'habitatges.

ANNEX II.A.- Metodologia i model de l'enquesta

ANNEX II.B.- Taula de dades i gràfiques resultants

ANNEX II.A.- Metodologia i model de l'enquesta.

S'ha utilitzat un model d'enquesta on-line a fi de poder arribar a un gran nombre d'usuaris de tot el món. L'enquesta ha estat desenvolupada mitjançant Google Docs i es pot consultar a la següent direcció: https://docs.google.com/forms/d/1F67IpG6eZEcBTv958VT2J97QRHtET_m4dmaNopJd1Sw/viewform.

La pregunta principal és “*quines característiques aporten qualitat a un passadís/passera d'accés a un edifici d'habitatges?*”. La posició relativa en que apareixen les característiques a valorar per part de les persones que responen a l'enquesta és arbitrària cada cop que algú accedeix a l'enquesta. D'aquesta manera es busca minimitzar la influència que l'ordre en que es pregunten els paràmetres pugui tenir sobre les persones a l'hora de respondre.

Un exemple del model d'enquesta és el següent:



The image shows a screenshot of a Google Forms survey titled "Encuesta Carlos". The form is set against a light gray background. At the top, the title "Encuesta Carlos" is displayed in a bold, black font. Below the title, there is a note "*Obligatorio" (Mandatory). The form contains several fields, each with a label and an asterisk indicating it is mandatory:

- Nombre y Apellidos ***: A text input field.
- Nacionalidad ***: A text input field.
- Profesión ***: A text input field.
- Fecha de nacimiento ***: A date input field with the placeholder "dd/mm/aaaa".
- Sexo ***: A radio button selection with two options: "Hombre" (Male) and "Mujer" (Female).

¿Qué características aportan calidad a un pasillo/pasarela de acceso a un edificio de viviendas?

	No aporta calidad	Aporta poca calidad	Aporta cierta calidad	Aporta bastante calidad	Aporta mucha calidad
La protección térmica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La sensación de seguridad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El acceso solar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La existencia de hilo musical	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El tamaño de las aberturas en relación a la pared	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La climatización artificial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las aberturas hacia el exterior	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La presencia de vegetación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La existencia de mobiliario: sillas, mesas,...	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La iluminación artificial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La visión del destino / lugar donde se va	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El material del pavimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La presencia de los núcleos de acceso: escaleras/ascensor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El color de las superficies	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La estética del espacio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La presencia de barandillas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La existencia de ruido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Las vistas hacia el exterior	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La altura del espacio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La evidencia de ventanas hacia las viviendas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La iluminación natural	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

La decoración	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La ventilación natural	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La presencia de desniveles	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La posibilidad de manipulación de las aberturas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El resguardo de la lluvia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La posibilidad de acceso de los no residentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La sombra	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Los materiales de acabado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La anchura del espacio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
La variación en el ancho del pasillo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
El aislamiento acústico del sonido exterior	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Otras:

Escribir otras características que puedan aportar calidad y su valoración

Observaciones:

Cualquier comentario que creas oportuno

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

ANNEX II.B.- Taula de dades i gràfiques resultants.

A continuació s'exposen els resultats de l'enquesta, mitjançant gràfiques i taules de resultats.

A la taula resum podem veure les respostes de cadascun dels enquestats, així com el sexe, la seva nacionalitat, professió, data de naixement i la vinculació que tenen amb el grup de recerca o l'autor de la tesi.

Un cop obtingudes totes les respostes, s'ha creat una taula d'equivalències numèriques a fi de poder processar les dades amb major agilitat. Així es pot expressar amb una taula més sintètica la valoració qualitativa que cadascun dels enquestats fa de cada característica a valorar.

Els números corresponents a cada valoració quantitativa són:

- No aporta qualitat = 0
- Aporta poca qualitat = 1
- Aporta certa qualitat = 2
- Aporta bastant qualitat = 3
- Aporta molta qualitat = 4

El llistat de 84 persones enquestades està ordenat cronològicament per data de resposta. Totes les respostes van ser donades entre el 26 de maig i el 14 de juliol de 2014.

La interpretació de les dades es mostra a dues gràfiques resum de les respostes obtingudes. A ambdues gràfiques s'ordenen les característiques segons la valoració resultant obtinguda. Primer les característiques que aporten majora qualitat segons els enquestats i al final les que aporten menor qualitat.

La valoració promig que s'obté per a cada característica està representada gradualment amb una barra horitzontal que va de "no aporta qualitat" a "aporta molta qualitat". També s'expressa la desviació estàndard de cadascuna d'elles per saber si hi ha molta dispersió en l'opinió dels enquestats.

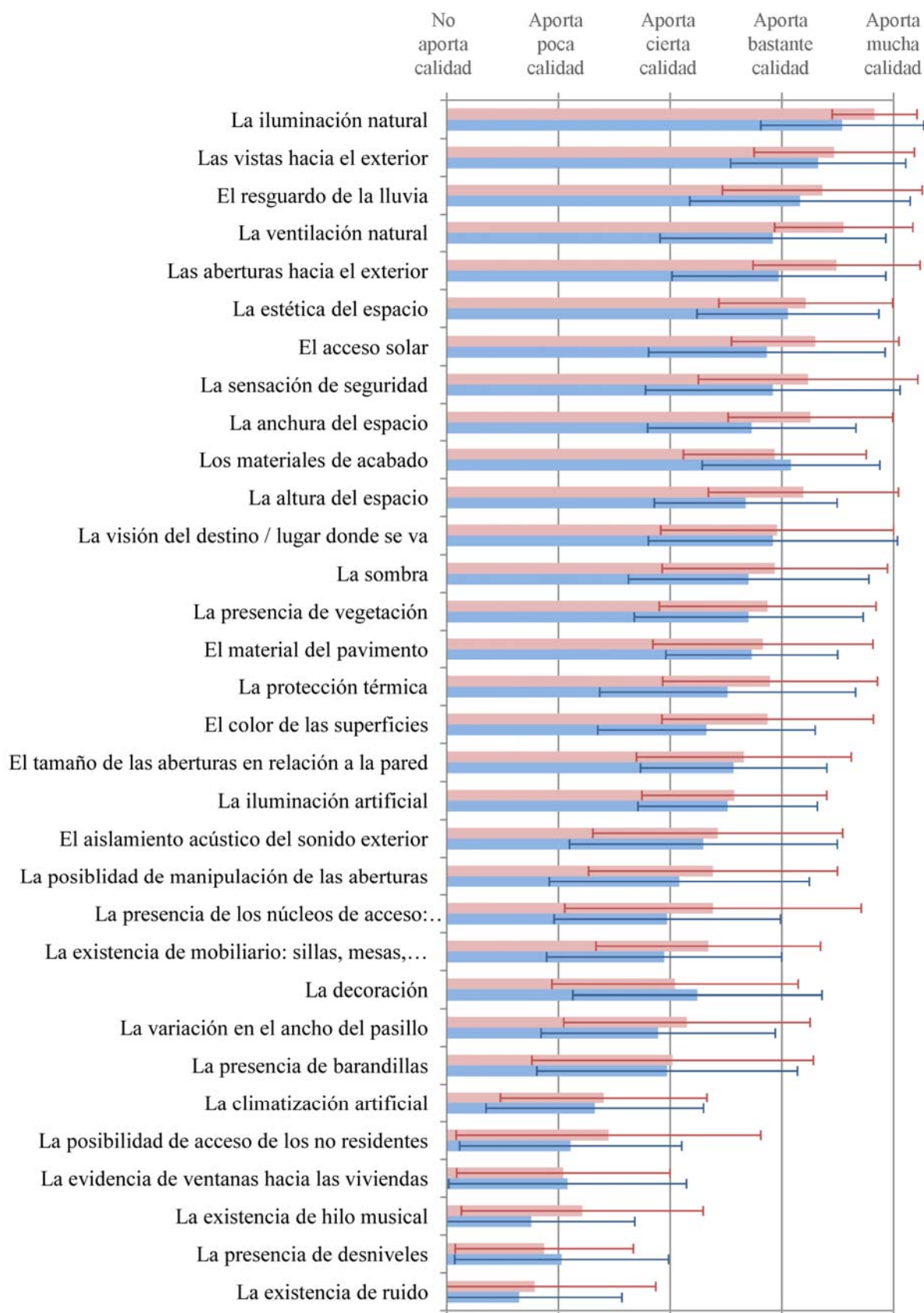
La primera de les gràfiques mostrada expressa la valoració promig obtinguda dels 84 enquestats, mentre que la segona gràfica diferencia el valor promig obtingut diferenciant entre homes i dones.

Taula de dades amb les respostes dels participants 1/2.

Usuari	Sexo	Nacionalidad	Profesión	Vinculació	Fecha de nacimiento	El resguardo de la huaya	El exceso solar	La sombra	La ventilación natural	Las vistas hacia el exterior	El aislamiento acústico del sonido exterior	Las aberturas hacia el exterior	La posibilidad de manipulación de las aberturas	El tamaño de las aberturas en relación a la pared	La protección térmica	La climatización artificial	La iluminación artificial	La visión del destino / lugar donde se va	El material de pavimento	El color de las superficies	La estética del espacio	La decoración	La existencia de hilo musical	Los materiales de acabado	La existencia de ruido	La existencia de mobiliario: sillas, mesas,...	La presencia de vegetación	La anchura del espacio	La altura del espacio	La ventilación en el ancho del pasillo	La presencia de desperdicios	La presencia de nichos de acceso: escaleras, ascensores	La sensación de seguridad	La posibilidad de acceso de los no residentes	La evidencia de ventanas hacia las viviendas	La presencia de barandillas					
Usuario 01	Mujer	Española	Arquitecta	Miembro del grupo de investigación	2 de junio de 1958	3	3	3	4	4	2	2	2	2	2	1	2	3	3	2	2	0	2	2	2	2	2	3	3	2	0	0	0	3	2	0	2				
Usuario 02	Mujer	Italiana	Ingeniera Edile	Estancia en el grupo de investigación	9 de mayo de 1986	3	2	3	3	4	4	4	4	2	2	2	2	4	1	2	2	1	0	2	0	0	4	2	4	1	0	0	4	2	0	0					
Usuario 03	Mujer	Española	Arquitecta	Miembro del grupo de investigación	21 de abril de 1974	3	3	3	4	4	4	4	2	2	2	2	2	4	2	3	3	3	0	3	1	2	3	3	2	2	2	2	2	1	0	1	1				
Usuario 04	Hombre	Mexicana	Arquitecto	Alumno Máster curso AEM 2013/14	4 de agosto de 1982	3	3	3	2	3	2	1	3	0	2	2	2	4	2	1	3	3	0	3	1	4	2	1	3	3	2	4	1	3	2	4	1	2			
Usuario 05	Mujer	Española	Arquitecta	Profesor de la Etsab	20 de enero de 1961	4	2	3	4	4	4	4	4	4	2	3	0	2	4	3	2	2	0	2	1	1	2	4	4	3	1	2	3	3	1	2	3	1	2		
Usuario 06	Hombre	Española	Arquitecto	Profesor de la Etsab	29 de marzo de 1954	3	4	3	4	4	4	4	4	4	2	0	4	4	4	2	4	4	2	0	3	0	1	2	3	4	2	0	0	4	0	4	0	1	3		
Usuario 07	Hombre	Española	Arquitecto	Profesor de la Etsab	29 de noviembre de 1948	3	1	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	4	4	4	2	4	2	4	1	2	4	1	0	2	3	0	0	2	0	0	2		
Usuario 08	Mujer	Española	Arquitecta	Profesor de la Etsab	28 de enero de 1970	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	3	3	4	3	3	0	4	0	2	2	4	2	2	2	1	4	0	4	3	1	4	0	2	
Usuario 09	Mujer	Española	Arquitecta	Docorando del grupo de investigación	10 de febrero de 1972	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	2	0	2	3	2	2	2	0	2	0	2	2	2	2	2	2	2	0	4	0	4	0	2	1	2	
Usuario 10	Hombre	Española	Arquitecto	Profesor de la Etsab	7 de octubre de 1959	3	3	4	2	4	3	2	3	2	2	1	3	3	3	4	3	3	4	0	3	0	2	2	3	3	1	1	3	4	1	3	4	1	0	1	0
Usuario 11	Hombre	Española	Arquitecto	Miembro del grupo de investigación	15 de marzo de 1979	3	3	2	2	4	4	3	2	3	2	1	3	3	3	4	3	4	1	0	3	0	1	1	3	2	1	1	2	2	1	0	2	1	0	2	
Usuario 12	Hombre	Española	Arquitecto	Profesor de la Etsab	5 de octubre de 1974	4	1	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	3	4	3	2	3	0	3	0	1	1	3	2	1	0	1	0	0	0	2	0	2		
Usuario 13	Hombre	Española	Fisico	Miembro del grupo de investigación	6 de septiembre de 1958	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	0	2	2	1	3	3	2	1	3	3	4	2	3	4	2	2	4	
Usuario 14	Mujer	Española	Arquitecta	Miembro del grupo de investigación	12 de marzo de 1978	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	2	3	2	3	1	2	3	3	0	2	0	2	3	3	2	3	1	0	3	0	0	2	0	2		
Usuario 15	Mujer	Rumana	Arquitecta	Alumno Máster AEM curso 2006/09	20 de marzo de 1984	3	2	3	4	3	2	4	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	0	4	1	2	3	2	3	2	1	1	2	2	0	2	0	2		
Usuario 16	Hombre	Chilena	Arquitecto	Alumno Máster AEM curso 2006/10	27 de diciembre de 1979	4	1	3	4	2	4	3	2	4	3	2	3	2	4	2	2	3	2	0	4	1	2	3	2	3	2	1	1	2	2	0	2	0	2		
Usuario 17	Mujer	Española	Arquitecta	Alumno Máster AEM curso 2012/13	1 de junio de 1968	2	4	4	3	4	2	4	4	1	2	2	0	3	3	3	3	0	1	3	0	3	0	3	4	3	2	0	0	2	0	2	1	1	0		
Usuario 18	Mujer	Española	Arquitecta	Alumno Máster SEDAA curso 2013/15	7 de abril de 1968	3	1	4	4	4	4	4	4	4	2	1	2	1	3	3	4	1	2	1	0	3	4	4	4	4	0	0	3	1	2	3	1	2	2	4	
Usuario 19	Hombre	Española	Fisico	Profesor de la Etsab	4 de diciembre de 1959	4	1	3	4	4	4	4	4	4	2	3	1	3	4	2	2	2	0	4	1	3	3	3	3	3	1	1	3	4	2	2	4	2	4		
Usuario 20	Hombre	Chilena	Arquitecto	Alumno Máster SEDAA curso 2013/15	20 de noviembre de 1983	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	0	3	1	4	4	4	4	3	2	2	3	0	2	0	4	
Usuario 21	Mujer	Griega	Arquitecta	Alumno Máster AEM curso 2006/09	22 de diciembre de 1982	2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	2	3	4	4	4	4	4	2	2	0	2	0	3	4	4	2	2	2	0	3	2	0	2	0	2	
Usuario 22	Mujer	Italiana	Arquitecta	Alumno Máster AEM curso 2006/10	7 de octubre de 1981	4	2	4	3	4	4	4	4	4	3	4	2	1	4	2	3	3	3	2	0	3	2	0	3	4	3	2	0	3	4	1	0	1	0	1	
Usuario 23	Mujer	Española	Arquitecta	Ex-alumno Etsab	23 de junio de 1989	2	3	2	3	3	2	3	2	2	1	1	3	4	1	1	4	2	1	3	0	2	1	3	2	2	2	1	3	4	1	1	1	1	1	1	
Usuario 24	Mujer	Italiana	Arquitecta	Alumno Máster AEM curso 2010/11	17 de marzo de 1965	3	1	2	3	3	3	3	3	3	4	2	3	4	2	3	4	4	2	4	2	4	1	2	4	4	4	2	4	2	3	2	2	3	2	1	3
Usuario 25	Mujer	Española	Arquitecta	Ex-alumno Etsab	12 de mayo de 1982	3	2	4	4	4	4	4	4	4	3	3	0	3	3	3	3	3	0	3	0	3	0	3	2	4	1	1	3	2	0	0	3	0	3		
Usuario 26	Hombre	Española	Arquitecto	Profesor de la Etsab	14 de agosto de 1959	4	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	0	3	3	3	3	2	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Usuario 27	Mujer	Española	Arquitecta	Ex-alumno Etsab	4 de abril de 1982	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Usuario 28	Hombre	Española	Ingeniero	Alumno Máster SEDAA curso 2013/15	10 de febrero de 1986	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Usuario 29	Mujer	Española	Arquitecta	Ex-alumno Etsab	15 de mayo de 1982	4	3	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Usuario 30	Mujer	Griega	Arquitecta	Alumno Máster AEM curso 2006/10	30 de septiembre de 1964	1	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Usuario 31	Hombre	Española	Arquitecto	Ex-alumno Etsab	3 de marzo de 1982	4	2	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Usuario 32	Hombre	Portuguesa	Arquitecto	Alumno Máster AEM curso 2006/10	31 de octubre de 1984	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Usuario 33	Hombre	Ecuadoriana	Arquitecto	Alumno Máster AEM curso 2012/13	24 de enero de 1979	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Usuario 34	Hombre	Mexicana	Arquitecto	Alumno Máster AEM curso 2013/14	6 de enero de 1973	4	1	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Usuario 35	Mujer	Chilena	Arquitecta	Alumno Máster AEM curso 2011/12	4 de febrero de 1985	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Usuario 36	Mujer	Mexicana	Arquitecta	Alumno Máster AEM curso 2012/13	10 de julio de 1962	4	2	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Usuario 37	Mujer	Mexicana	Arquitecta	Alumno Máster AEM curso 2012/13	29 de noviembre de 1985	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Usuario 38	Hombre	Argentina																																							

Gràfica de resultats de l'enquesta dels 84 participants, amb desviació estàndard.



Gràfica comparativa dels resultats de l'enquesta entre homes i dones, amb desviació estàndard.

Pel que fa a la caracterització de les persones que van participar a l'enquesta, hi van respondre 84 persones procedents de 21 països diferents. La procedència d'un alt nombre de persones enquestades és d'Espanya, seguida per Itàlia, Mèxic, Brasil i Xile.

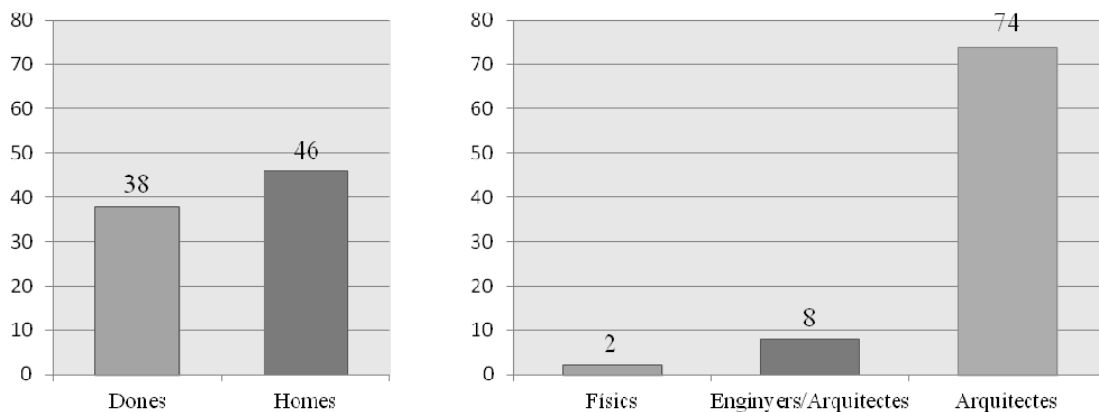
Procedència dels enquestats.



El 45% dels enquestats son homes i el 55% son dones. La suma total és de 38 homes i 46 dones. De les 84 persones enquestades, la gran majoria tenen relació directe amb l'arquitectura: 74 son arquitectes, 8 son enginyers especialitzats en arquitectura i 2 son físics.

Proporció d'homes i dones que han respost a l'enquesta (esquerra).

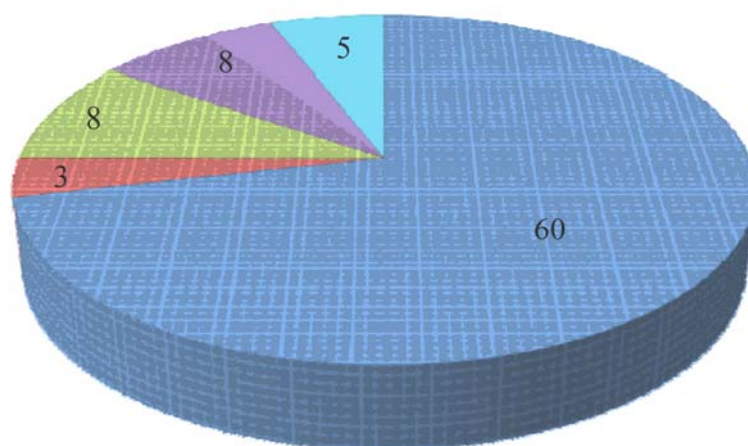
Professió de les persones que han respost a l'enquesta (dreta).



El 90,5% dels enquestats tenen una formació específica en temes relacionats amb les energies ambientals a l'arquitectura. Això són 76 dels 84 participants. La seva vinculació amb el grup de recerca és la següent: 60 dels enquestats són alumnes o exalumnes del Màster en Arquitectura, Energia i Medi Ambient entre els cursos 2007/08 i 2013/14; 3 dels enquestats són alumnes del Màster en Sustainable Environmental Design del curs 2013/15 impartit a la Architectural Association School of Architecture de Londres; 8 dels enquestats són membres o participen com a doctorands al grup de recerca Arquitectura i Energia; i 5 dels enquestats són professors de l'Escola d'Arquitectura de Barcelona que imparteixen assignatures de grau relacionades amb temes d'energies ambientals.

El 9,5% dels enquestats no tenen una formació específica en temes relacionats amb les energies ambientals a l'arquitectura. Això són 8 dels 84 enquestats, on trobem a 3 professors i 5 ex-alumnes de l'Escola d'Arquitectura de Barcelona.

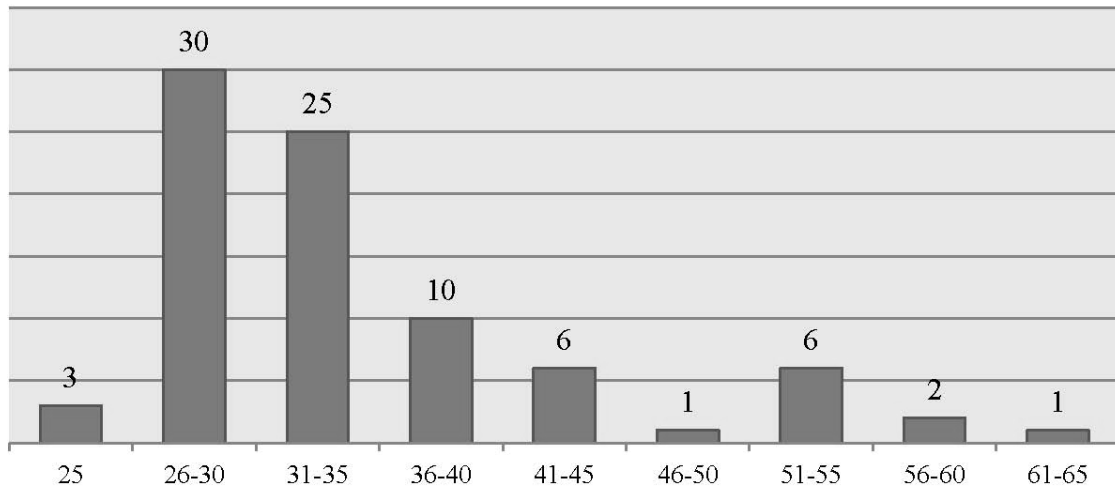
Vinculació i formació específica que les persones que han respost a l'enquesta tenen amb temes relacionats amb les energies ambientals.



- Alumnes Màster AiEM entre els anys 2007 i 2014
- Alumnes Màster SED-AA curs 2013/14
- Membres del grup de recerca AiE i doctorands
- Professors EtsaB
- Exalumnes EtsaB
- Tenen formació específica amb temes ambientals

En relació amb l'edat, tots els enquestats es troben entre els 25 i els 65 anys, tot i que una gran majoria (el 70%) se situen en la franja d'edat entre el 25 i els 35 anys.

Edat que tenen les persones que han respost a l'enquesta.



ANNEX III.

ANNEX III- The London case studies: three itineraries with defined destination.

ANNEX III.A.- The Hallfield State.

Annex III.A.1.- The Hallfield State complex.

Annex III.A.2.- Spatial and environmental definition of the Hallfield State main itinerary.

Annex III.A.3.- Temporal description of the Hallfield State main itinerary.

Annex III.A.4.- The relation between space and time at the Hallfield State main itinerary.

Annex III.A.5.- Information and security at the Hallfield State main itinerary.

ANNEX III.B.- The Pioneer Health Centre (Peckham Experiment).

Annex III.B.1.- The Pioneer Health Centre and the Peckham Experiment.

Annex III.B.2.- Spatial and environmental definition of the Pioneer Centre main itinerary.

Annex III.B.3.- Temporal description of the Pioneer Centre main itinerary.

Annex III.B.4.- The relation between space and time at the Pioneer Health Centre main itinerary.

Annex III.B.5.- Information and security at the Pioneer Health Centre main itinerary.

ANNEX III.C.- The Urban Nest Student Housing.

Annex III.C.1.- The Urban Nest Student Housing building.

Annex III.C.2.- Spatial and environmental definition of the Urban Nest main itinerary.

Annex III.C.3.- Temporal description of the Urban Nest main itinerary.

Annex III.C.4.- The relation between space and time at the Urban Nest Student Housing main itinerary.

Annex III.C.5.- Information and security at the Urban Nest Student Housing main itinerary.

ANNEX III.A.- The Hallfield Estate.

ANNEX III.A.1.- THE HALLFIELD STATE COMPLEX.

Date:	1951 - 1958 / 1955 - 1958
Architects:	Berthold Lubetkin + Tecton Group
Address:	Hallfield Estate, Westminster, London W2 6JJ, UK
Location:	London (Lat. 51° 30' N - Lon. 00° 11' W)

The Hallfield Estate complex is a modernist urban development designed at the late 40's and built during the 50's of the 20th century. It is located between the Hyde Park at the South and the Paddington Railways at the North. The building complex was located on the lot left after the site was bombed in the Second World War due to its proximity to the Paddington Station. The total site area of the urban development is approximately 69.000 m² and it has been partially refurbished during the last 2 decades.



The Hallfield Estate project:

The urban development was designed by Berthold Lubetkin's architecture practice Tecton, with his colleagues Francis Skinner, Denys Lasdun, Godfrey Samuel and Lindsay Drake. They designed a social housing complex, in contrast to the residential area around it. The final built project had sixteen blocks with six hundred fifty-six flat units.

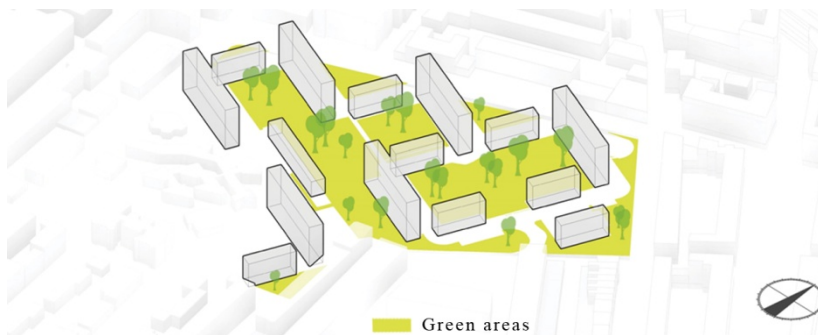


The complex is a built enclosure with limited access points. It consists of sixteen built blocks. Fourteen of them are social housing blocks and the other 2 are public features blocks of 2 stories high. Regarding the housing blocks, there are 6 longer blocks that are approximately 70 x 10 m. each and 8 shorter blocks that are approximately 35 x 8.7 m. each. The longer housing blocks are oriented in a North-West/South-East direction, with a deviation of about 25° to the East-West axis. They are six stories high. The shorter housing blocks are perpendicular to the longer ones. They are oriented in a North-East/South-West direction, with also a deviation of 25° to the North-South axis. The short buildings are ten stories high each.



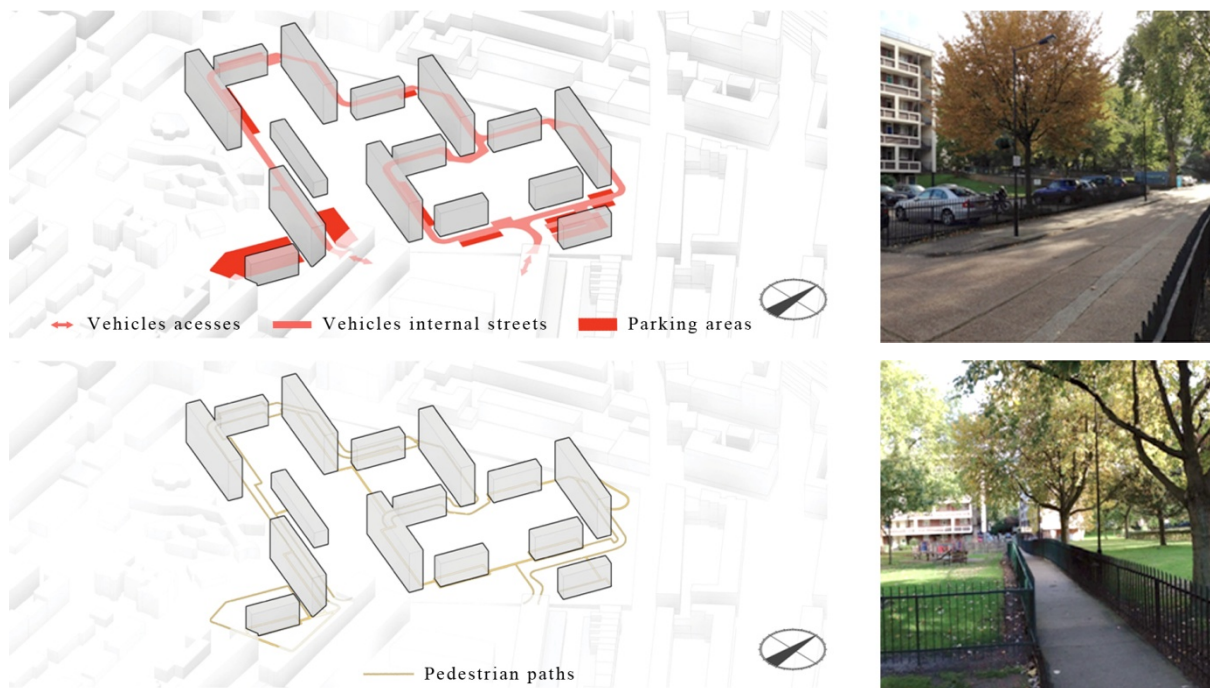
Finally developed Hallfield Estate master plan on the left and old picture of the enclosure on the right.
(Images source: Architects Journal Building Library).

Almost all the free space remaining inside the complex between the buildings is destined to leisure. That is private green areas surrounded by fences, originally designed by J. C. Loudon.



Private green areas scheme and picture from the third floor of one of the buildings inside the enclosure.
(Scheme source: A. Rossi, A. Polomani, F. Godoy and P. Turco *Hallfield Estate. Urban case studies: refurbishing the city.* MSc/MArch Sustainable Environmental Design. Architectural Association School of Architecture).

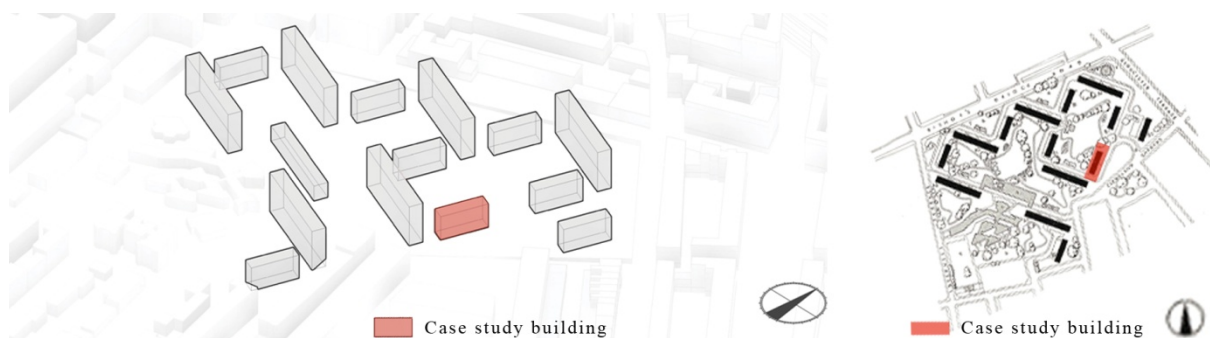
In order to be able to move around inside the enclosure and to go to their own buildings, the residents can circulate with their vehicles throughout a network of small streets inside the complex. There are also some parking areas next to each of the blocks. The residents can also walk through the complex throughout a network of pedestrian paths inside of it.



On the top we can see a scheme and a picture of the both vehicle and pedestrians streets inside the enclosure. On the bottom we can see a scheme and a picture of the pedestrian paths and the green area surrounded by perimeter fences. (Schemes source: A. Rossi, A. Polomani, F. Godoy and P. Turco. *Hallfield Estate. Urban case studies: refurbishing the city.* MSc/MArch Sustainable Environmental Design. Architectural Association School of Architecture).

The Hallfield building:

The building chosen for the case study is one of the 8 shorter blocks. This block is located close to the main South-East entrance of the enclosure. It is chosen as it is located within an average distance from this entrance and also as it is one of the recently refurbished blocks of the complex.



Chosen block of the Hallfield Estate complex for the case study.

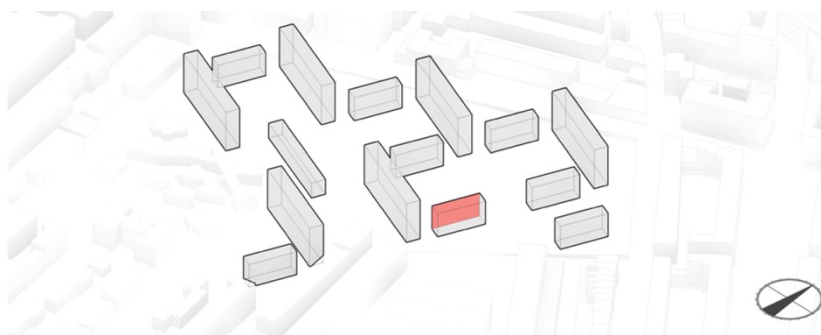
The chosen block for the case study is six stories high, with two flats on the ground floor and with four flats on each of the other floors. The two flats on the ground floor have 3 bedrooms each, meanwhile 2 of the flats on a mean floor have 2 bedrooms and the other 2 flats on a mean floor have only 1 bedroom.

The building has a clear functional scheme. It has a lift in the middle point of the block and one stair on each of the extremes of it. These 3 vertical cores are connected by an opened corridor that faces the private green area and goes all along the North-West façade. In the center of the ground floor there is also a porch that works as an opened hall and connects both sides of the building. All the flat wet rooms (kitchens and bathrooms) are aligned parallel to the external corridor. All the rooms in the South-East façade are intended for the bedrooms and living rooms.

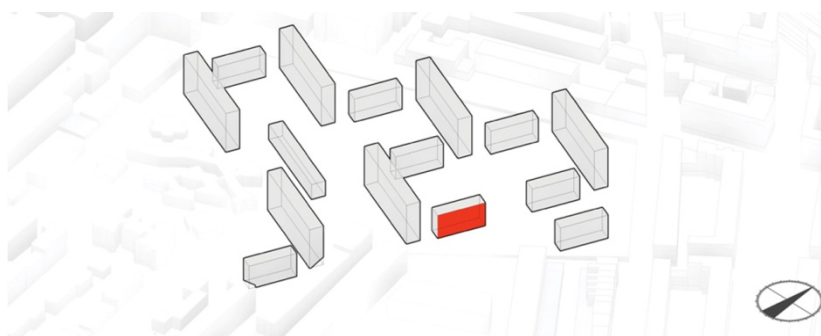


Ground floor, mean floor and section of the chosen block as a case study at the Hallfield Estate complex.

Regarding the main façades, on the one hand, in the North-West façade of the block we can find the corridors to access the flats, stairs and lift. It is also possible to appreciate the doors of the flats and all the windows from the kitchens and bathrooms. On the other hand, the South-East façade of the block is a brick plain façade where we can find an alternating pattern of windows and also some irregular concrete balconies on the third and the fifth floor.



North-West façade of the chosen block as a case study at the Hallfield Estate complex.



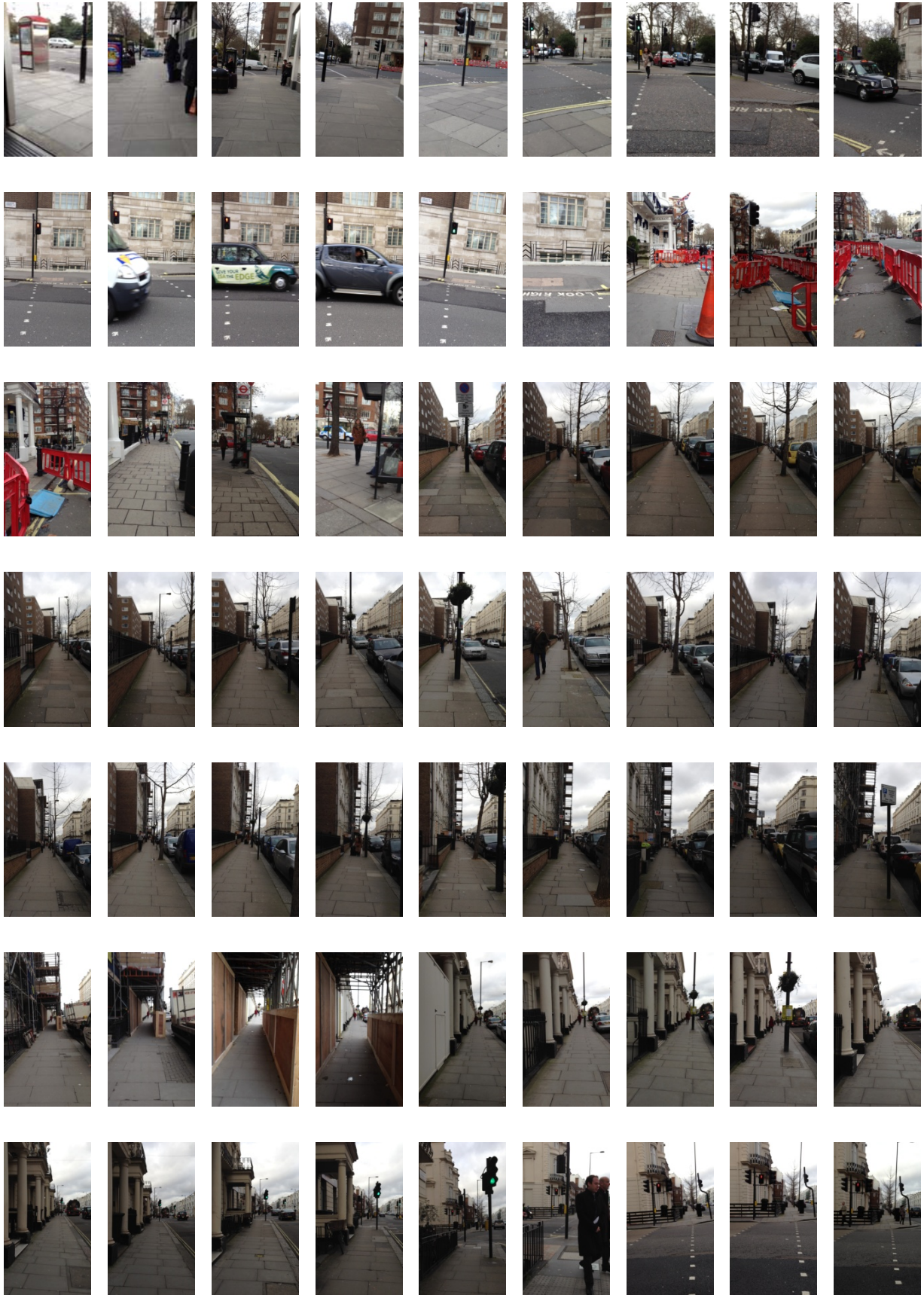
South-East façade of the chosen block as a case study at the Hallfield Estate complex.

The chosen block from the building complex has been recently restored. It is possible to see that the porch access on the ground floor is enclosed by fences and metal doors in other blocks that have not been rehabilitated yet. So that makes it possible to access the upper levels by the elevator and the stairs located on both sides of the block, but the porch floor remains inaccessible.

Finally, regarding the itineraries that the neighbours living here use, it is worth to say that almost all them take the lift to go up to their flats, but it doesn't happen the other way around. It is observed that many people leaving their flat use the side stairs of the block to go down to the ground floor. In addition, it is also possible to see how many people do not follow the paved path of the ground floor, as it forces you to walk a slightly longer and more winding itinerary. So many people walk across the lawn to have a more direct way.



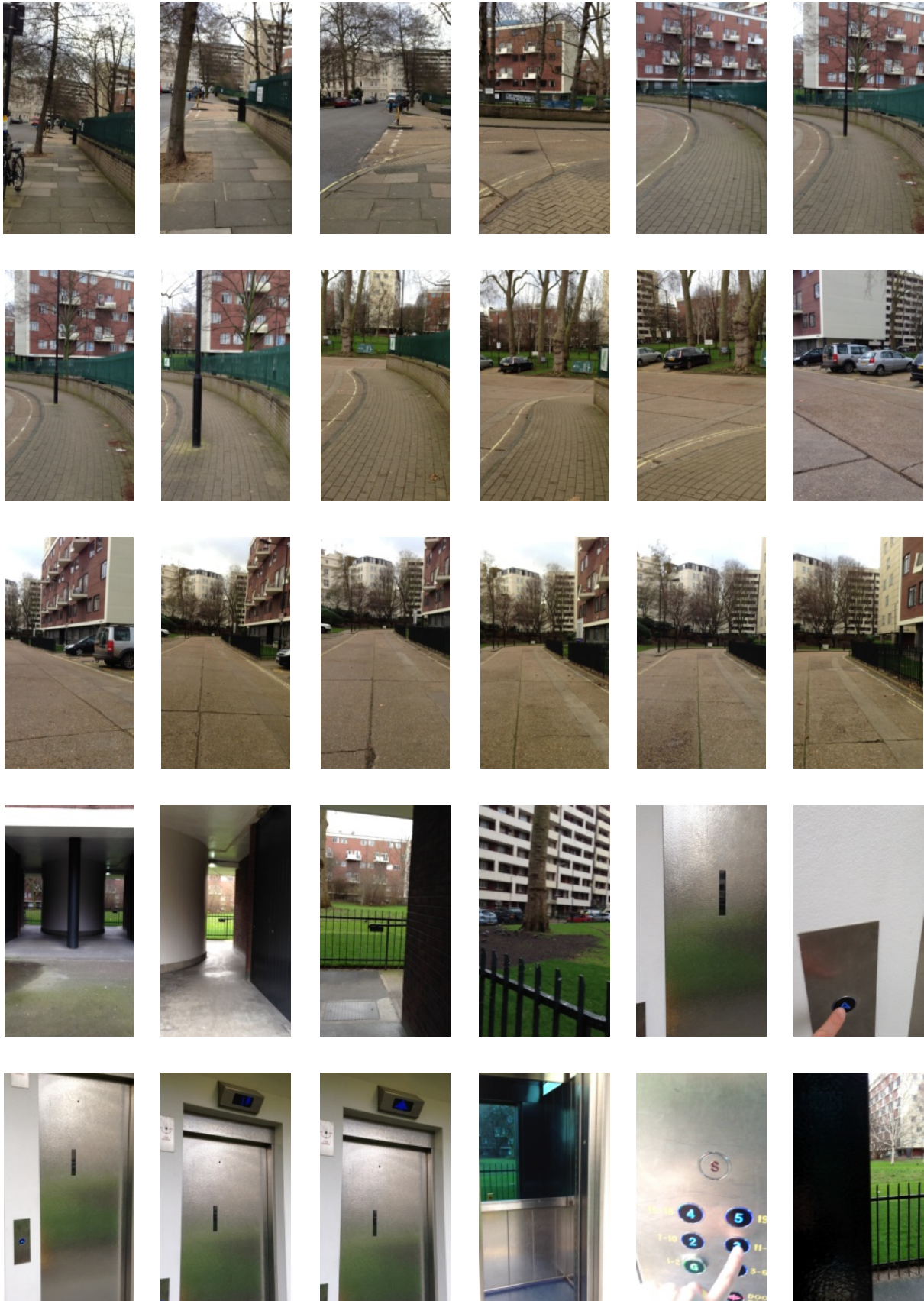
The two images on the left show the fenced porch of a non restored block and the two on the right show the stairs and the signals on the grass of the path that people take.



EL PAS I EL CANVI.

La percepció ambiental durant la circulació a l'Arquitectura.





EL PAS I EL CANVI.

La percepció ambiental durant la circulació a l'Arquitectura.



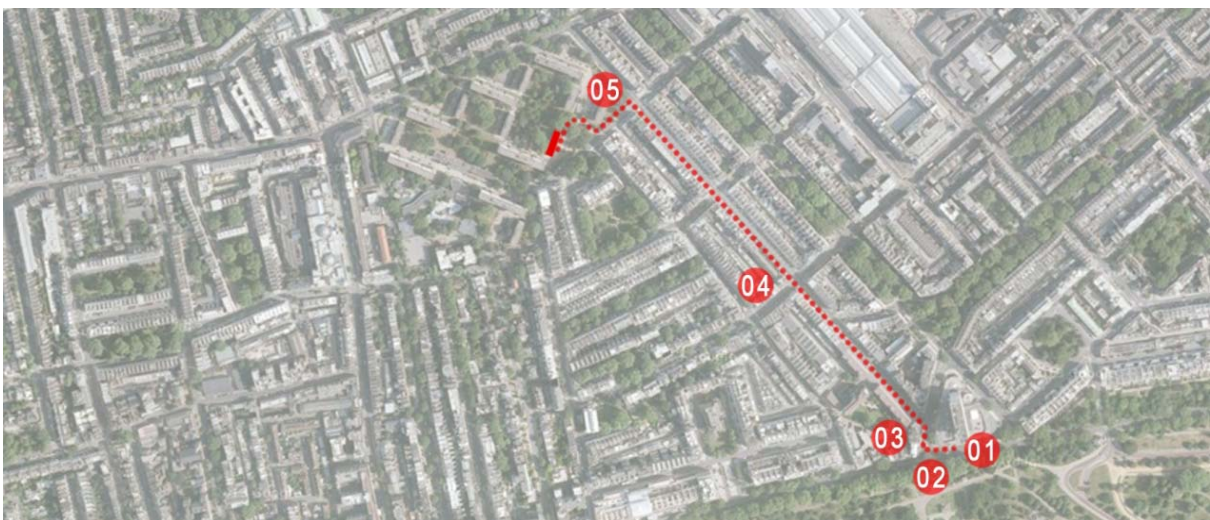
Frame sequence of the Hallfield Estate main itinerary: the user walks from the Lancaster Gate Tube Station (Central Line) to his flat in Hallfield Estate building complex. The frame images get bigger approximately when the user gets into the building complex and even bigger when he gets into his flat. The frames of this sequence have been taken every 5 seconds and extracted from the video recorded by the author on 27th January 2014.

ANNEX III.A.2.- SPATIAL AND ENVIRONMENTAL DEFINITION OF THE HALLFIELD STATE MAIN ITINERARY.

Hallfield itinerary will be now described from the spatial point of view. Each part of the itinerary shows a different architectural or environmental context. That means that two parts of the itinerary are considered different every time that the built user's surroundings change or every time that the environmental conditions change for the user. An example of that could be when the user moves from a busy road to a quiet residential street, where the acoustic or the air quality conditions change. Another example could be when the user moves from an outdoors space to a covered portal, where he is protected from the rain and where he experiences a change on the lighting conditions.

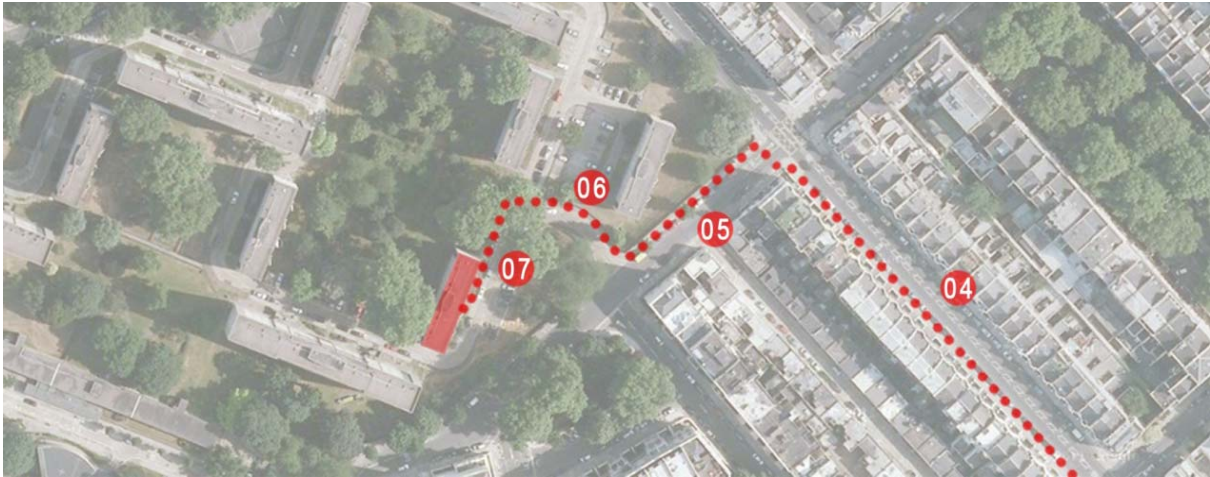
The itinerary taken as the main path to the building goes from the Central Tube Line to the building chosen at the Hallfield Estate complex. That is the way that a main user would choose to take if he was coming back home from the city centre in a normal day after work:

- (1) It starts at the Lancaster Gate Station, from the Central Line. The user goes out from the tube station and walks through Bayswater Road, a big road next to Hyde Park.
- (2) Then the user has to wait at the pedestrian crossing and walk to Lancaster Terrace Street.
- (3) The user walks a short distance through Lancaster Terrace, a 4 lanes street.
- (4) And then he turns to Gloucester Terrace and walks the longest stretch of the path through this residential street, crossing three pedestrian crosswalks.
- (5) Finally, the user turns to the left and walks a relatively short distance through Cleveland Terrace Street before getting to the Hallfield Estate complex.



(6) The main south entrance is a ramp both for cars and pedestrians.

(7) And then the user has to walk through a vehicle street inside the building complex to the main building entrance.



(8) The main entrance to the chosen building is through a porch that leads to an external opened corridor in the ground floor.

(9) Then the user gets to the external corridor opened to the private garden area.

(10) Once there, the user has to wait for the lift to arrive. The lift never stays in the ground floor with the doors opened.

(11) After the lift arrives, the user gets into it and stays there for some time till he gets to the third floor. We chose a flat in the third floor as a typical one with average distances, in this five floors building.



(12) Once the user gets out of the lift in the third floor, he walks through the external opened corridor facing the private garden area.

(13) Then he gets to the door of his flat and stays there for a short time taking out the keys and opening his flat's door.

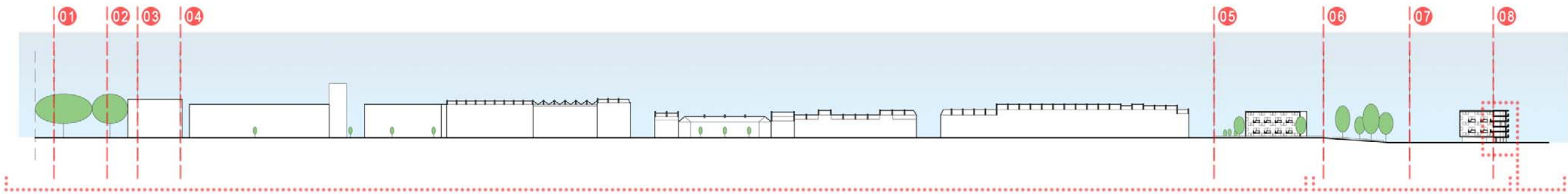
(14) Once the user opens the door, he opens the lights and gets into his flat passing through the entrance hall.

(15) From the entrance hall, the user is supposed to get into the living room of his house.



Therefore, it is possible to identify fifteen different parts in this itinerary that goes from the tube station to the user's flat, each of them with different architectural and environmental characteristics.

In the next page a longitudinal section shows the whole Hallfield itinerary and the space that each of the parts takes from it. Some representative images of each part of the itinerary are also shown.



ANNEX III.A.3.- TEMPORAL DESCRIPTION OF THE HALLFIELD STATE MAIN ITINERARY.

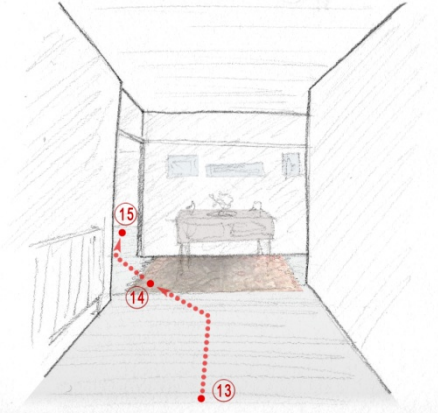
To fully understand the Hallfield itinerary it is important to figure out everything that is related to user's spatial displacement and also everything that is related to the time that it takes him to walk through it.

From a spatial point of view, we have seen the direction and the sense in which the user is moving and how many different parts there are in the main itinerary. So now it is time to figure out the temporal aspect of the same itinerary.

The time spent in each point of the itinerary is:

			Distance	Time	
			Partial and accumulated	Partial and accumulated	
Big road next to the park:	01-	Going out from the Station and walking down the road:	28.8 m. 28.8 m.	34.6 sec. 00:35 m.	
	02-	Waiting at the crosswalk:	00.0 m. 28.8 m.	20.0 sec. 00:55 m.	
		Crossing the crosswalk:	20.1 m. 48.9 m.	24.1 sec. 01:19 m.	
Busy street:	03-	Walking down the street:	30.6 m. 79.5 m.	36.7 sec. 01:55 m.	
Residential street:	04-	Walking down the street:	596.7 m. 676.2 m.	716.0 sec. 13:51 m.	
		Waiting in three crosswalks:	00.0 m. 676.2 m.	09.0 sec. 14:00 m.	
Residential street:	05-	Walking down the street:	63.1 m. 739.3 m.	75.7 sec. 15:16 m.	

Access ramp:	06-	Walking down the ramp:	40.8 m. 780.1 m.	49.0 sec. 16:05 m.	
Internal street within the building complex:	07-	Walking through the interior street:	57.1 m. 837.2 m.	68.5 sec. 17:14 m.	
Access to the building:	08-	Passing through the porch:	07.7 m. 844.9 m.	09.2 sec. 17:23 m.	
	09-	Walking through the external opened corridor to the lift:	03.2 m. 848.1 m.	03.8 sec. 17:27 m.	
	10-	Waiting for the lift:	00.0 m. 848.1 m.	12.0 sec. 17:39 m.	
	11-	Getting into the lift:	01.1 m. 849.2 m.	01.3 sec. 17:40 m.	
		Pressing the elevator button	00.0 m. 849.2 m.	02.0 sec. 17:42 m.	
12-	Waiting inside the lift till getting to the third floor:	09.2 m. 858.4 m.	12.0 sec. 17:54 m.		
		Going out of the lift and walking through the external corridor:	12.6 m. 871.0 m.	15.1 sec. 18:09 m.	

Access to the flat:	13-	Looking for the keys and opening the door of the flat:	00.0 m. 871.0 m.	8.0 sec. 18:17 m.	
	14-	Passing through the flat's entrance hall:	04.2 m. 875.2 m.	5.0 sec. 18:22 m.	
		Opening the lights and the access door to the living room:	00.0 m. 875.2 m.	2.0 sec. 18:24 m.	
	15-	Getting to the living room:	03.2 m. 878.4 m.	3.8 sec. 18:28 m.	

ANNEX III.A.4.- THE RELATION BETWEEN SPACE AND TIME AT THE HALLFIELD STATE MAIN ITINERARY.

The Hallfield State main itinerary is the first of the three itineraries with defined destination that has been explained from a spatial and also from a temporal point of view. The other itineraries from the three London case studies will be explained too. A comparison between them should be done. Is there any relation between the time that users spend in each part of the itinerary and the kind of space it is? Where are the key points of these kinds of itineraries?

The methodology used to answer these questions is the following:

Some spatial diagrams of the whole courses will be represented in some graphs in blue colour. In the ordinate axes (Y) the different parts of each itinerary are represented, while in the abscissa axes (X) the distances walked by the user are shown.

It is worth to remember that, during a whole itinerary, the user is subject to various environmental changes from the visual, acoustic and thermal point of view. On account of this, the different parts of each itinerary are those which have different environmental qualities. Each of the environmental changes to which the user is exposed while circulating through an itinerary is represented as a different part of the course.

Apart from the spatial diagrams, also some temporal diagrams of the whole courses will be represented in some graphs too, now in red colour. In those cases, the abscissa axes (X) will show the average time that it takes to a user to walk the whole distance of each part of an itinerary.

Assuming that the average speed of a person walking is around 3 km/h, this can be translated to a speed of 0.83 m/s. Consequently, based on the measured distance that a user walks in each part of each itinerary, we can obtain the duration of the movement of the user through each part of it.

Once this is done, the scale of the abscissa axis of the temporal diagrams is adjusted to the scale of the abscissa axes of the spatial diagrams. This is done in order to have the same scale in both the spatial and the temporal graphs, so that it makes it possible to compare each other by putting them together.

That means that, as an example, if a part of an itinerary is 100 meters length, it will take an average user approximately 2 minutes to walk this distance. That is:

$$100 \text{ meters} / 0.83 \text{ meters/second} = 120.5 \text{ seconds (2 minutes approx.)}$$

According to that, if 100 meters is represented as 3.5 centimetres in the spatial diagram graph, then 120 seconds will also be represented as 3.5 centimetres in the temporal diagram graph. So both the

user's walked distance and the time spend to walk this distance will have an equivalent scale on each spatial and temporal diagram. Note that these values are purely illustrative.

However, there are some cases in which the distance walked by the user and the time spent to walk that distance have not the same length in both diagrams. There are two possible reasons for that.

The first reason is because of some "waiting times" that are produced during the user's circulation throughout the itinerary. Some examples of that could be the user waiting in a crosswalk for the traffic light to turn green or the user waiting for the lift inside the building.

The second reason for both diagrams not having the same length is because of some "speed change" of the user in motion. An example for that case could be a user walking up the stairs, which usually means a reduction on his speed, as it requires more physical effort from him.

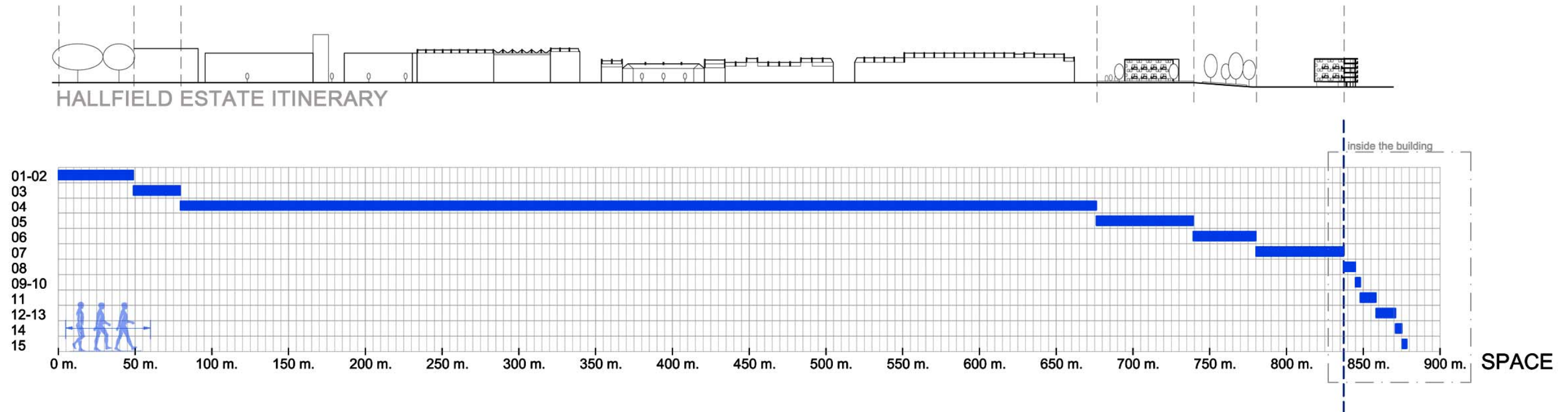
In that case, the value of the average speed taken for the user going up the stairs is 0.6 m/s. A lower value comparing it to the 0.83 m/s used when the user is walking on a flat surface. That would be approximately 2.15 km/h instead of 3 km/h.

Finally, apart from the spatial and the temporal diagrams of the full itinerary, two more diagrams are drawn for each case study. A zoom in on the building part of the itinerary is done in each of the courses. That is the part in which the user is walking not on the street but inside the building. This is the most interesting part of the study for a building designer, as it will allow us to compare the existing differences between a whole itinerary and the transient part of a building. Moreover, it will probably lead us to some conclusions related to the architectural design of these kinds of transient spaces, regarding the itineraries with defined destination.

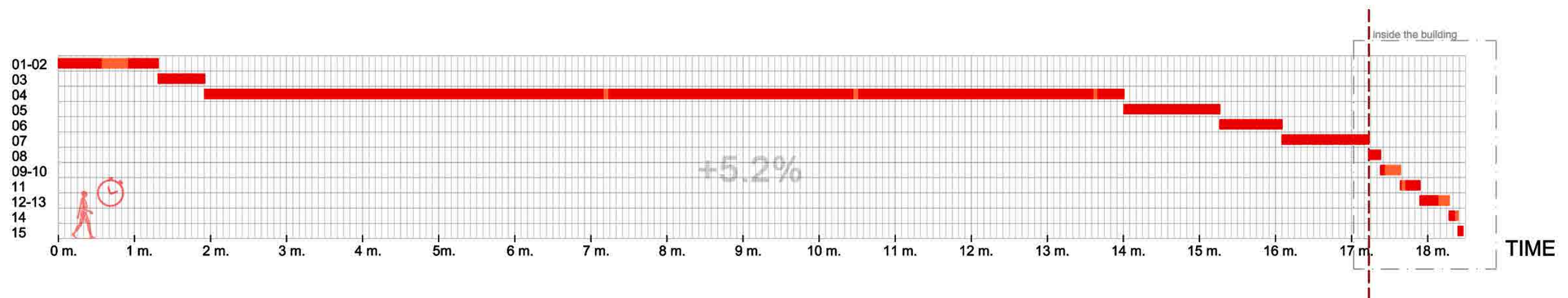
It is important to say that all the spatial and temporal diagrams of the whole itineraries of the 3 case studies are at the same scale, in order to see the differences between them. The same occurs with the zoom diagrams of the three case studies, being all in the same scale.

The Spatial and Temporal Diagrams of the Hallfield Estate Main Itinerary:

A spatial analysis diagram of the Hallfield Estate main itinerary from the tube station to the interior of the flat is performed. During the whole itinerary, the user is subject to various environmental changes, shown in the diagrams as different parts of the itinerary. The complete path is almost 880 meters length. The user walks more than 837 meters on the outside part of the itinerary, till he gets to the building. Once there, the user goes approximately 41 meters passing throughout the ground floor porch, some external opened corridors, the lift and his flat's hall till he gets to the living room of his flat.



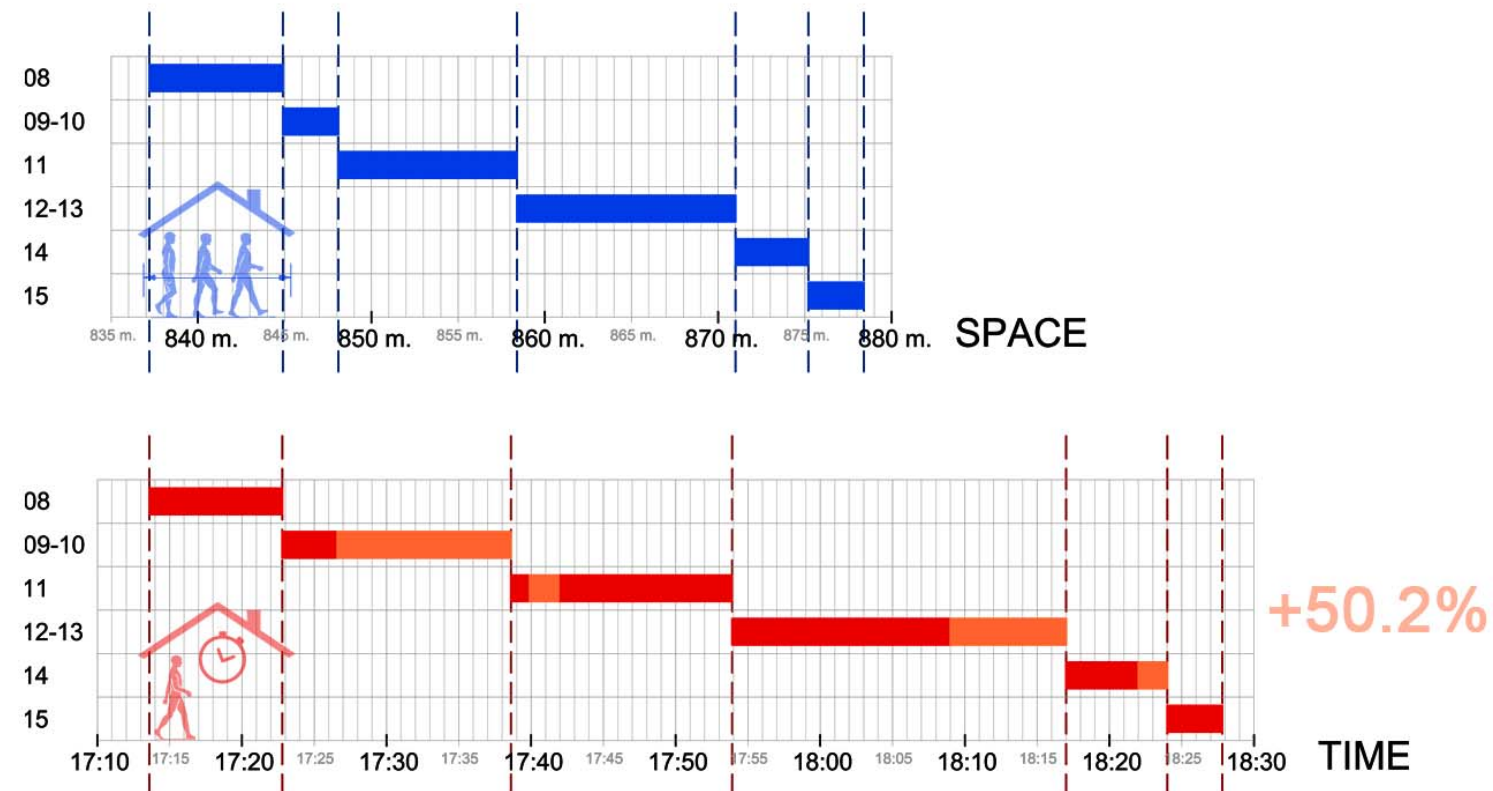
Here, however, the user is taken as the centre of the study. Therefore, the analysis should not only be from a spatial point of view, but also from a temporal one. Based on the duration of the movement of the user through the course instead of the distance that the user walks, we get the following graph.



The red lines on the diagram show the time that it takes to the user to walk through the itinerary. Therefore, they are the parts of the course where the user is in movement. The orange lines are the parts of the itinerary where the user stops and has to wait for something, as waiting for the traffic light to turn green (01-02), waiting on three crosswalks (04), waiting for the lift to come (10), pressing the floor button inside of it and waiting for it to start moving (11), looking for the keys of his flat to open its door (12-13) or opening the lights and the access door to the living room (14).

In that regard, the main time spent in the whole Hallfield itinerary is almost 18 minutes and a half. From the standpoint of time, this is only a 5% higher value than the time that it would take to a user to walk through the whole course if there were no compulsory stopping places.

Nevertheless, when we zoom in the indoors part of the itinerary, the resultant diagrams are the followings:



Zooming in the scale of the diagrams once the user gets to the building, it becomes clear that there is a much higher difference between the space that a user is walking throughout the building and the time that it takes to him to walk through it, compared to the whole course. The time that the user was spending to walk throughout the entire itinerary was 5% higher than initially expected. Focusing on the building part of it, the user takes a 50% more time to circulate throughout the building than the time that it would take to him if there were no compulsory stopping situations.

That means that, even though the access to the building and the circulation throughout it is spatially a short distance inside the whole itinerary, proportionally it takes a much longer time to the user to move through inside of it.

ANNEX III.A.5.- INFORMATION AND SECURITY AT THE HALLFIELD STATE MAIN ITINERARY.

It is possible for the people walking through one of the itineraries to find some -what we call- checkpoints while walking throughout it. These checkpoints will always be found inside the building complex or inside the building itself. There are two kinds of these checkpoints:

- The first kinds of checkpoints are the information points. These are the places where the people living in the building can find some useful information for them. Hence these are not information points for the visitors or people coming punctually to the building, but for neighbours.

The information given in these spaces is interactive and useful information shared by the people living in the building. Some examples could be the contact info of the president of the homeowners association, the minutes of the neighbours meetings, timetables, etc.

The places where the information that the neighbours already know is given to the visitors are not taken into account in these kinds of information points. Examples of this situation could be the buildings' complex plans, to know where a building where a visitor is going is located, information about the floor where a visitor can find some flat, etc.

These information points are marked in blue colour in the following diagram.

- The second kinds of checkpoints are the security filters. These are all the places where the people living in the building have to stop for a security purpose, in such manner that foreigners can not have access to the building or to the neighbours' flats or rooms. These control filters could be some doors, fences, etc. that can only be opened using a key, a code, an ID card, etc.

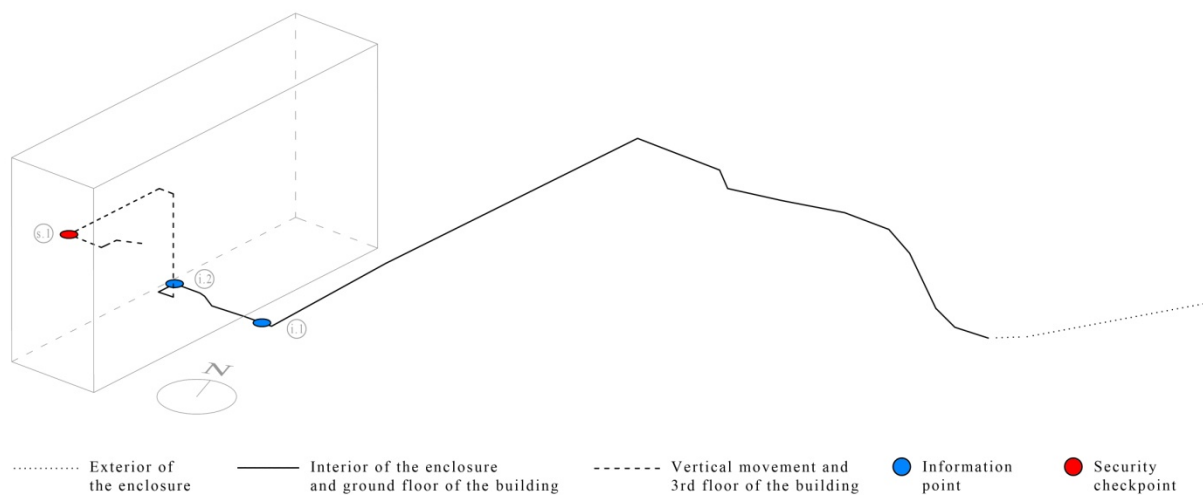
These security filters are marked in red colour in the diagrams.

Information and security at the Hallfield Estate main itinerary:

There are several information points and security filters all through the main itinerary inside the Hallfield Estate enclosure.

For a user walking through the main Hallfield itinerary described before, it is possible to find: two information points, one of them outside the building before getting to the entrance porch and the second one at the open corridor next to the lift; and only one security filter, located at the user's flat door.

In such manner, even though there is a fence all around the enclosure, it is noteworthy that there are no other security filters at the enclosure entrances or at the building accesses.



The Hallfield Estate scheme of the information and security points throughout the main itinerary inside the building complex.

On account of this, if a user follows the average path, he will find the three different checkpoints in this order:

First of all, the user finds the first information point (i.1) once he is inside the enclosure and before going through the building's porch in the ground floor. That is a board with the official information and updates that the community neighbours need to know, especially the information related to building refurbishments and maintenance services.

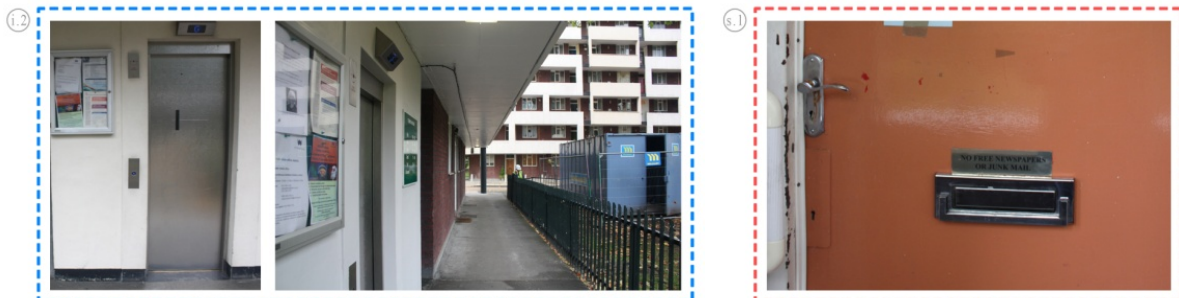
Secondly, once the user walks through the porch and gets to the lift located in the ground floor open corridor, he finds the second information point (i.2). That is where the neighbours' notice board,

where they can share the community social and leisure information, contact numbers and also it is possible to find some advertisements.



Building refurbishments and maintenance services table board (i.1), located in the front of the building chosen for the main itinerary at Hallfield Estate.

Thirdly, the user takes the lift and walks through the third floor opened corridor till he gets to his flat's main door. That is the first security filter that the user needs to overcome (s.1). Every flat's door can be opened with its corresponding set of keys, which only the people living in the flat have.



On the left: neighbours' notice board next to the lift (i.2), located at the open corridor in the ground floor of the building chosen at Hallfield Estate main itinerary. On the right, flat's door opened with a set of keys (s.1).

ANNEX III.B.- The Pioneer Health Centre (Peckham Experiment).

ANNEX III.B.1.- THE PIONEER HEALTH CENTRE AND THE PECKHAM EXPERIMENT.

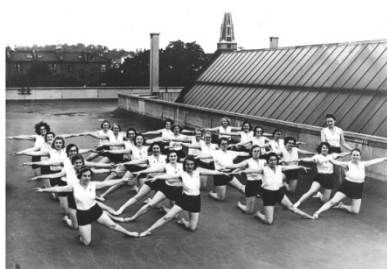
Date:	1926 - 1935 / Refurbishment: 2000
Architects:	Sir Owen Williams / Refurbishment: Alan Camp Architects
Address:	The Pioneer Centre Frobisher Place, St. Mary's Road, London SE15, UK
Location:	London (Lat. 51° 28' N - Lon. 00° 03' W)

The Pioneer Health Centre - Peckham Experiment is a Modern Movement building designed by the architect Sir Owen Williams. It was built in 1935 and it is located in Peckham, South London. Its location is close to the Queen's Road (Peckham) train station, in the south east part of London in relation to the city centre. It is a listed building, as the building has been placed on the Statutory List of Buildings of Special Architectural or Historic Interest. It was recently refurbished into residential flat by Alen Camp Architects.



The Peckham Experiment and the Pioneer Health Centre project:

The Peckham Experiment was a health study led by Dr. G. S. Williamson and Dr. I. Pearse. The two doctors were husband and wife and worked in a preventive approach to health. They believed that individual's health could be decisively affected by their interaction in social and physical activities.



Their studies took place between 1926 and 1950 and consisted of observing families who were living and interacting in social community environment.

The research project had two phases. The first one closed in 1929 and the second one re-opened in 1935. The second phase of the experiment was conducted in the purpose designed building Pioneer Health Centre, *often quoted as an early example of how new architectural techniques could help further bold new social experiments.*



Old picture of the outdoors social live in the Pioneer Health Centre on the left and current state with a tennis court on the right (old image source: the Pioneer Health Foundation webpage).

The Pioneer Health Centre was opened in 1935 with two initial functions. It was not only a research clinic for the doctors to observe the individuals interacting in society, but also a recreation centre for family life. It had a gymnasium, a theatre, a school and a swimming pool.



Old picture of the first floor west area with the long window facing the swimming pool on the left and current state after the refurbishment on the right (old image source: the Pioneer Health Foundation webpage).

This modernist building was really designed as a pioneer health centre. Sir Williams used a concrete structure and combined it with the newest constructive techniques. He built it with flat slabs on cruciform columns. That allowed him to free up space, obtaining open spaces with just a few internal partitions. Consequently, the Health Centre had a high spatial flexibility, not only for developing the

individuals' social and physical activities, but also for the doctors observing the community members. The original structural techniques also allowed large glazing windows in most of the façades.



On the left, old picture of the free indoor space in the Pioneer Health Centre, with a large glazing on the west façade. On the right, picture of the current state of the same area, when this space became several flats after the refurbishment (old image source: the Pioneer Health Foundation webpage).

The original design included a large swimming pool located in the middle of the building. It was covered by a glazed roof that allowed natural light and natural ventilation into the building. Even though that all the recreation areas were refurbished into flats, the swimming pool and the central space of the building remain the same.



Old picture of the indoor swimming pool in the Pioneer Health Centre on the left and picture of its current state from the other part of the swimming pool after the refurbishment on the right (old image source: the Pioneer Health Foundation webpage).

The Peckham Experiment at the Pioneer Health Centre went into abeyance from 1939 to 1945, during the Second World War, when it became a munitions factory. The building closed definitely in 1950 due to the lack of money and founding. In 1997 the Council sold the building and finally in 2000 it was refurbished into a private flats building by the architectural office Alan Camps Architects.



Pictures of the two symmetrical main entrances to the building, before the refurbishment (left) and after the refurbishment (right) by Alan Camp Architects.

The current Pioneer Health Centre building:

The building enclosure has two entrances along St. Mary's Street, one on each extreme of the building enclosure.

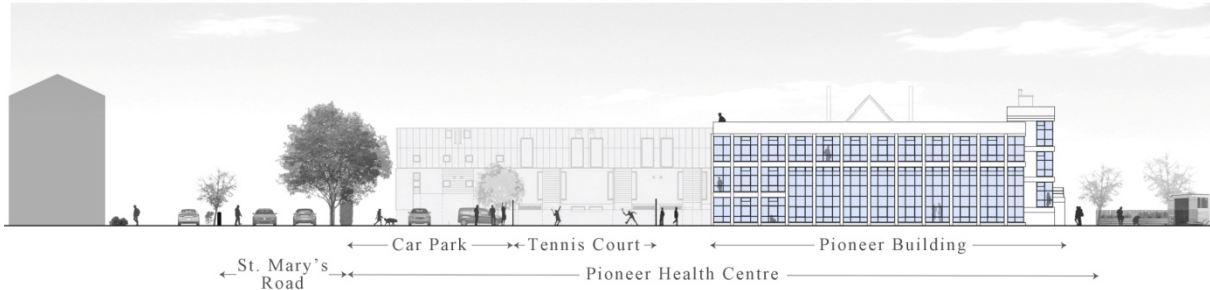
During the refurbishment project by Alan Camp Architects, two new flat buildings were added to the main one designed by Sir Owen Williams. A small one in the north-east area, with 2 flats that are 3 floors each, and a large one in the south area, with 12 flats that are also 3 floors each.



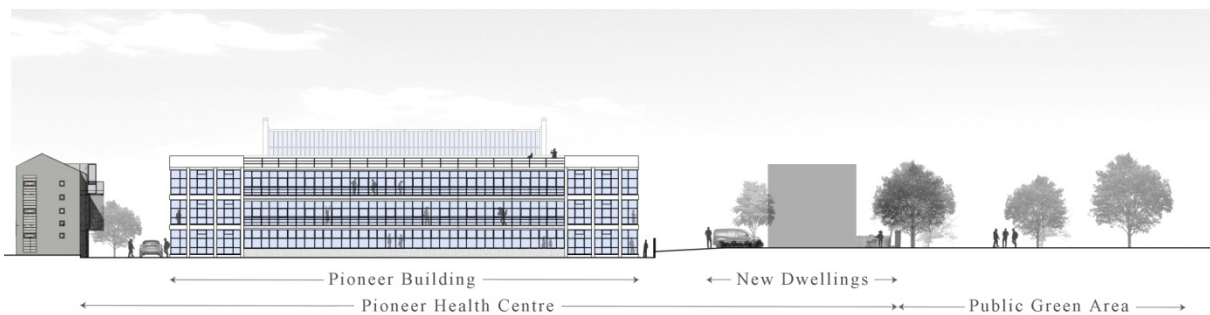
On the left we can see the site plan of the current Pioneer Health Centre enclosure, with the main building, the new flat buildings, the tennis court and the parking area. It is also possible to see the immediate surroundings, with the neighbours' buildings, a public green area and St. Mary's Road.

On the right pictures we can see how the building was and the current state.

A car and motorbike parking area between the two main enclosure entrances and in the front part of the new south building was designed in the refurbishment project. It also included a tennis court in front of the main building.



Section A: South elevation of the Pioneer Health Centre Building, with the car park area and the tennis court.



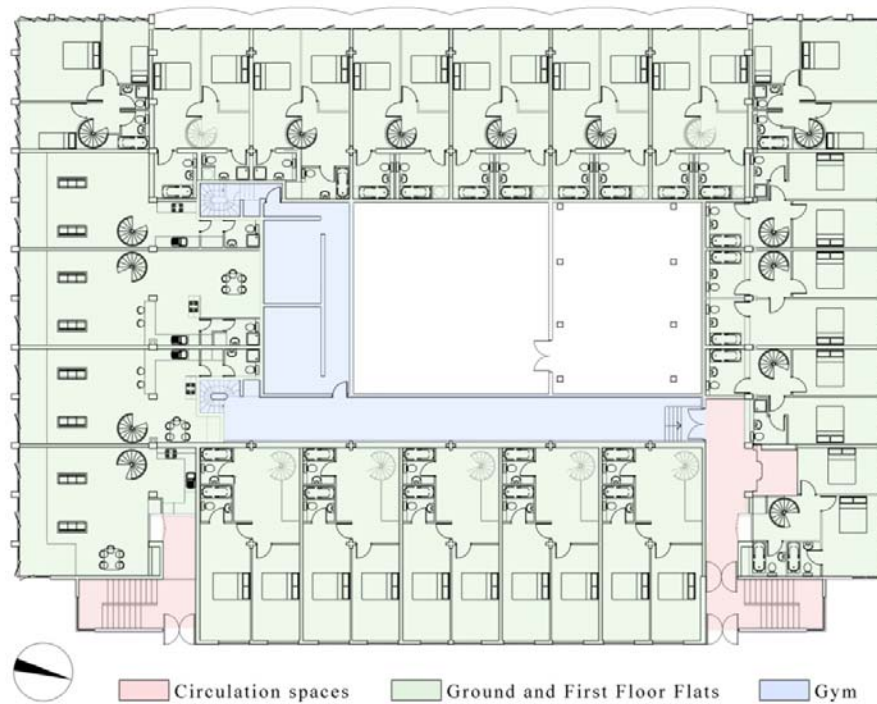
Section B: West elevation of the Pioneer Health Centre Building, showing the relation with the new flats built in the South part of the enclosure and the public green area next them.

Regarding the main building, it was refurbished into a thirty-three flats building. The flats are located in the four major areas along the four façades. The central area of the building is intended for the physical and leisure activity, with a small gym and two changing rooms in the ground floor and a large refurbished swimming pool in the first floor.

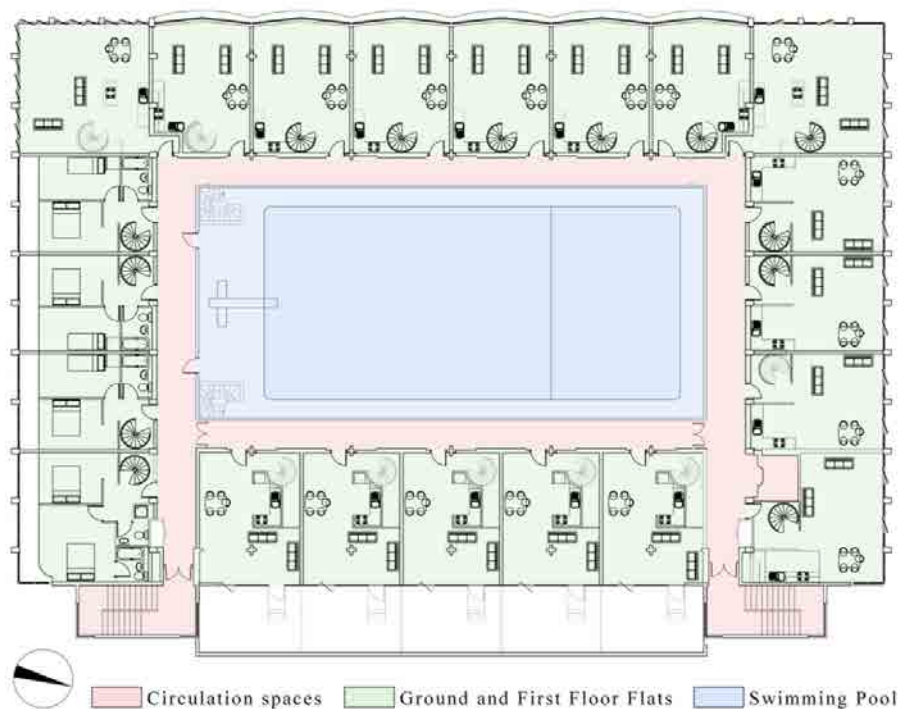
There are two main entrances located in the north-east and the south-east corners of the building. Both of them open directly to the corresponding staircases. However, there is a small hall adjoining the north-east staircase. In this small building hall it is possible to find the only lift of the building, as well as the mailboxes and all the information that the neighbours want to share, as the tennis court booking board, a neighbour's notice board and a book exchange area.

Going up to the first floor we can find the entrances to twenty-one flats: 5 located in the east building area, 5 in the north area, 6 in the west area and 5 more in the south one. These are all two floors flats, as they all have their own indoors spiral staircases for going down to the ground floor part of the flats.

Ground Floor



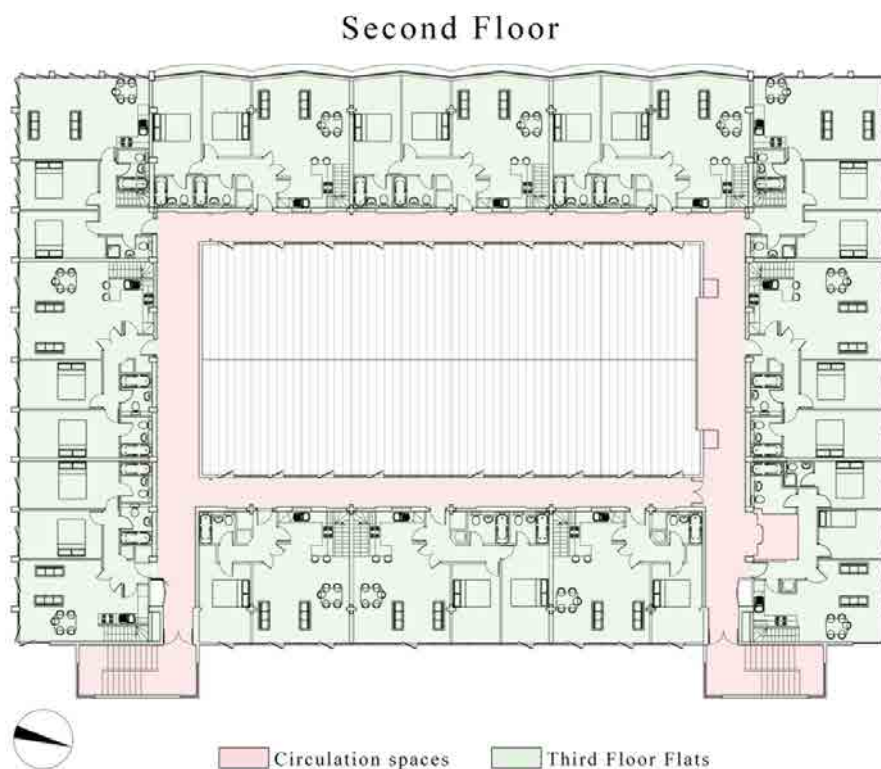
First Floor



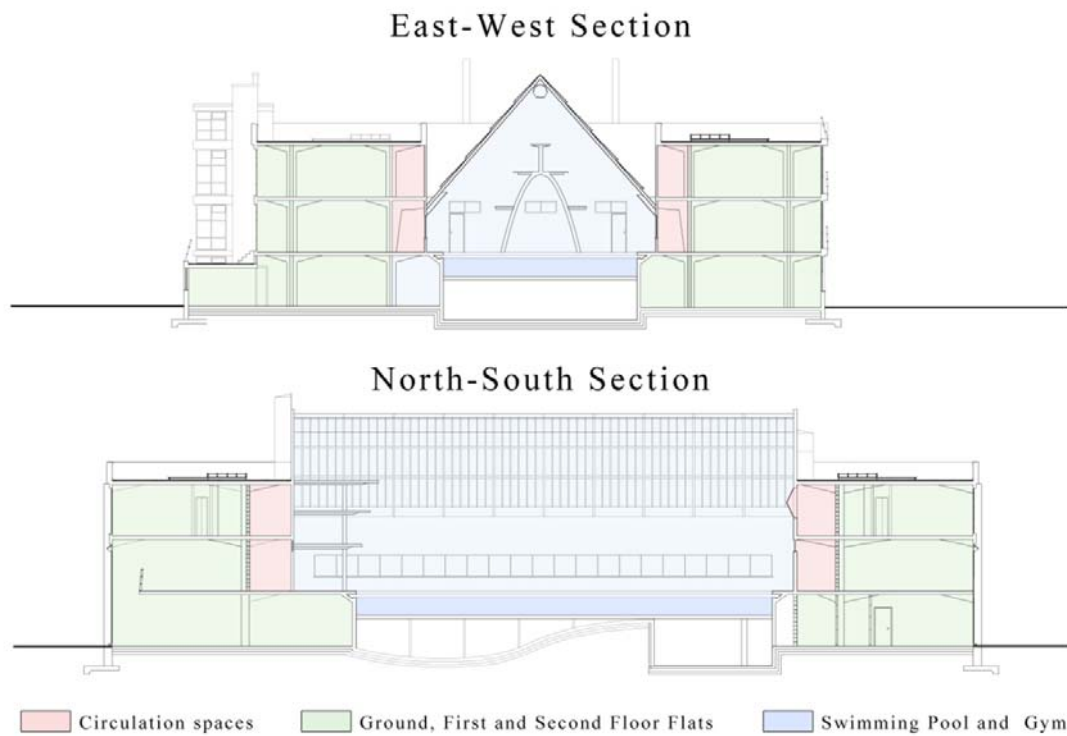
Ground floor (top) and first floor (bottom) of the refurbished Pioneer Building, where all the flats have two floors height. It is possible to see the small gym area in the ground floor, the swimming pool in the first floor and all the circulation areas.

There are twelve more flats in the second floor of the building: 3 located in the east area, 3 in the north area, 3 in the west area and 3 more in the south area. They are one storey height, even though they all have small stairs to go up to the roof.

The roof of the building was also refurbished and it is accessible to all the neighbours of the building throughout the two staircases. However, the neighbours that own a flat in the second floor have a direct access to their own private roof area.

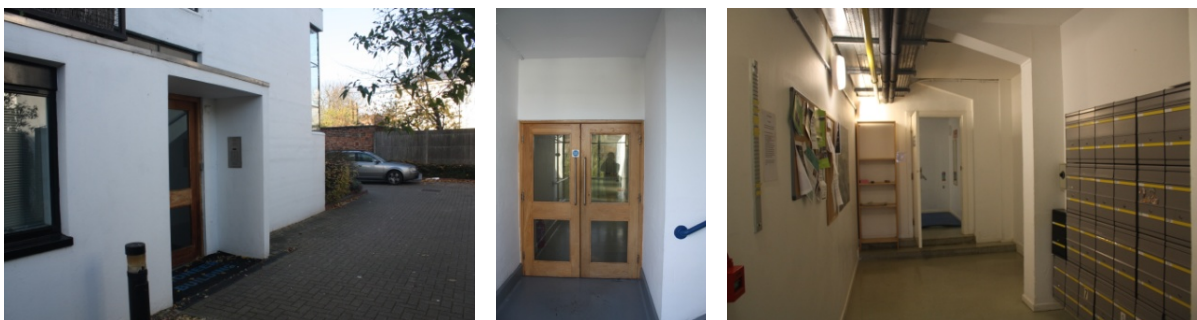


Third floor of the refurbished Pioneer Building, where all the flats are one floor height and have stairs to the roof. It is also possible to see the swimming pool glazed roof and all the circulation areas.

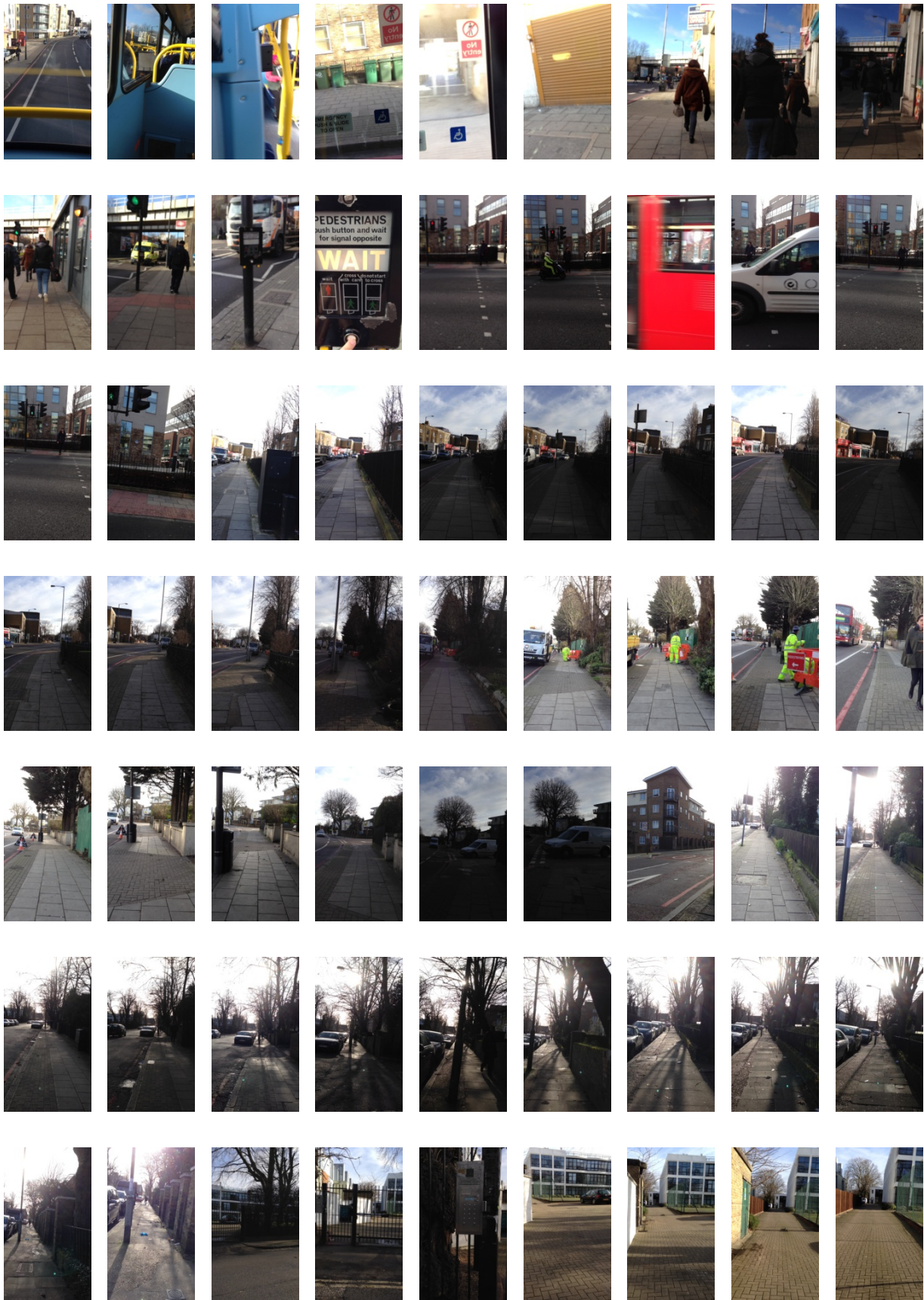


East-west (top) and north-south (bottom) sections of the refurbished Pioneer Building. In both of them it is clear how the circulation areas of the building surround the swimming pool area, located in the central part of the building. These circulation areas give access to the flats located in the external areas of the building.

Finally, regarding the itineraries that the neighbours living in this building use, it is worth to say that most of the people going to the upper floors use the stairs rather than the lift. This is probably because the block only has two storeys height and, in addition, the staircases are just next to the two entrances to the building. Moreover, the lift can only be used by accessing one of the two entrances once you get past the staircase.

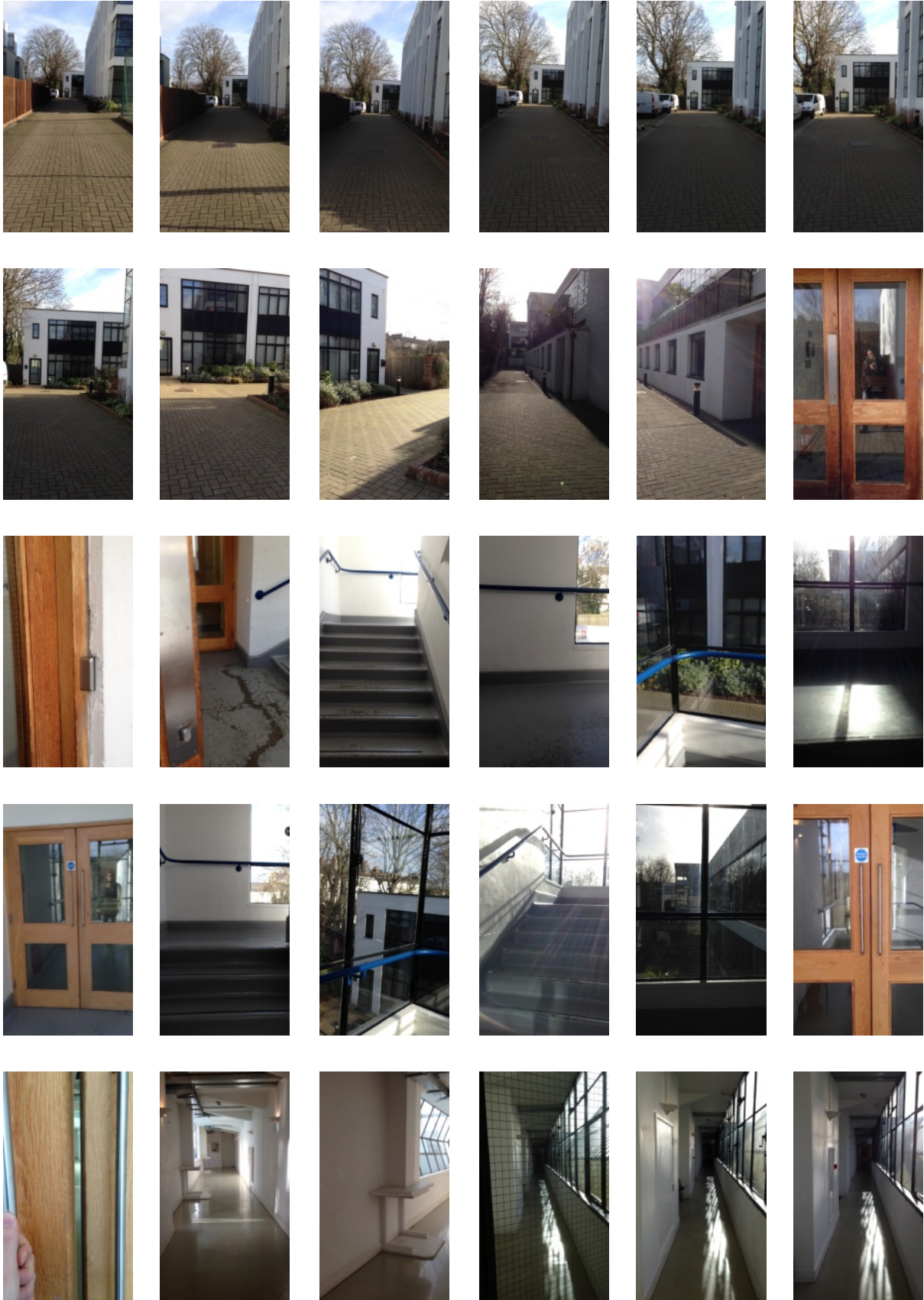


Sequence of images to access the north-east staircase and the only lift of the building. Once a neighbour opens the north-east entrance door, he finds the staircase on the right hand. Otherwise, he can open a new door to get to the building hall, where he finds the mailboxes, the neighbours' information point and the lift on the right hand.



EL PAS I EL CANVI.

La percepció ambiental durant la circulació a l'Arquitectura.





Frame sequence of the Pioneer Centre main itinerary: the user walks from the 171 bus line stop at Queen's Road to his flat in the Pioneer Health Center - Peckham Experiment building. The frames of this sequence have been taken every 5 seconds and extracted from the video recorded by the author on 27th January 2014.

ANNEX III.B.2.- SPATIAL AND ENVIRONMENTAL DEFINITION OF THE PIONEER CENTRE MAIN ITINERARY.

The Pioneer Health Centre will be now described from the spatial point of view. As in the previous case study, each part of the itinerary shows a different architectural or environmental context. Now again, two parts of the itinerary are considered different every time that either there is a change on the built surroundings around the user or on the environmental conditions where he is immersed.

The itinerary taken as the main path to the building goes from the 171 bus line stop at Queen's Road to the Pioneer Health Centre - Peckham Experiment building. That is the way that a main user would choose to take if he was coming back home from the city centre in a normal day after work:

- (1) It starts at the Peckham Bus Stop, from the 171 bus line. The user gets down the bus and walks down a short distance through Queen's Road in the opposite direction to the building, just to get to the closest crosswalk.
- (2) Then the user has to wait at crosswalk for some time and cross Queen's Road, a 4 lanes street.
- (3) The user starts walking down Queen's Road in the direction of the building. That is the longest stretch of the whole itinerary.



- (4) Once he gets to St. Mary's Street, he turns right to and walks through this residential street almost a hundred meters.

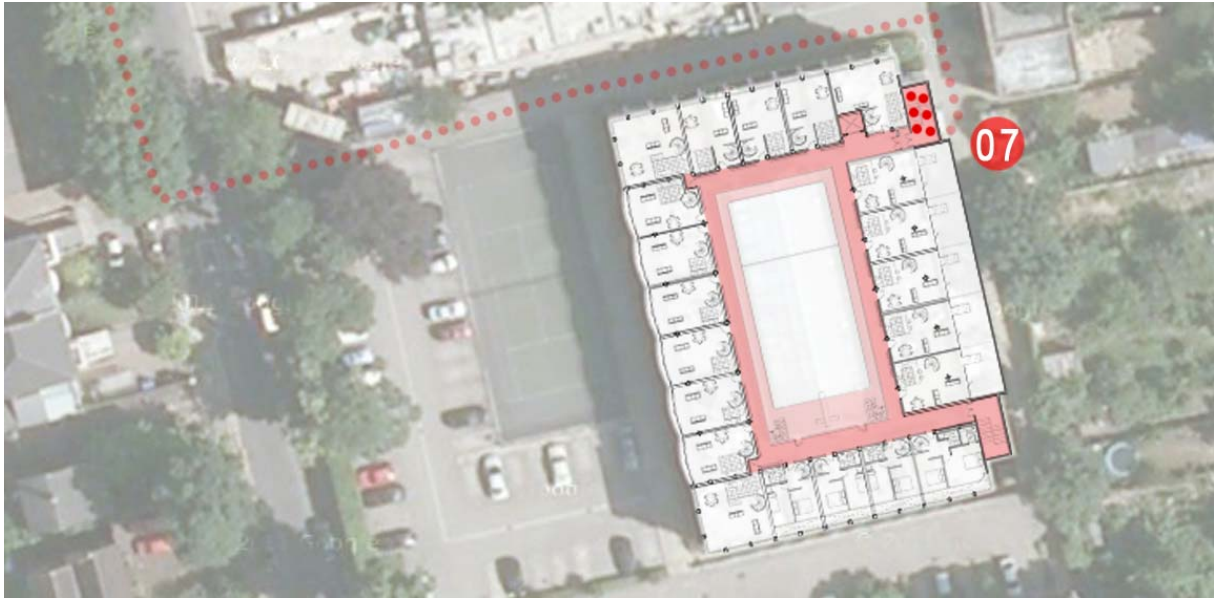
(5) And then, user turns to the left and crosses the street before getting to the Pioneer Health Centre - Peckham Experiment building complex.



(6) The user opens the fence door and gets into the building enclosure. He walks through a vehicle and pedestrian street inside the building complex, passing next to the parking area, the tennis court and the main building. Finally, he gets the North building entrance.



(7) The staircase is just next to the North entrance, on the right hand. Passing through it there is another room with a lift, but being an only two floor building almost all the users go up through the stairs. The main velocity while going up the stairs is lower than the one walking on a flat surface.



(8) Going out of the staircase, the user has to open a heavy door to access the main North corridor of the second floor of the building. Then he has to walk through it to get to the secondary East corridor, opening a new access door on the left hand.

(9) User walks through this secondary corridor that has a long window facing the big glazed roof upon the indoor swimming pool. Then, he has to open another heavy door to get to the main South corridor.

(10) Once there, the user turns to the right and walks through the corridor till he gets to the door of his flat to open it.

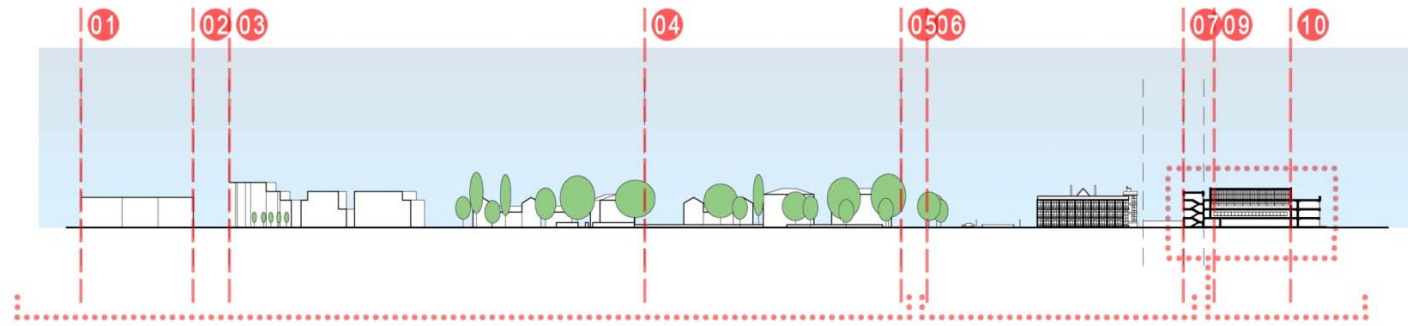
(11) Once the user opens the door, he gets into his flat passing through the entrance hall. He turns on the lights and opens the door that gives access to the living room of his flat.

(12) And he finally gets into the living room of his house.



Therefore, it is possible to identify twelve different parts in this itinerary that goes from the tube station to the user's flat, each of them with different architectural and environmental characteristics.

In the next page a longitudinal section shows the whole Pioneer Centre itinerary and the space that each of the parts takes from it. Some representative images of each part of the itinerary are also shown.




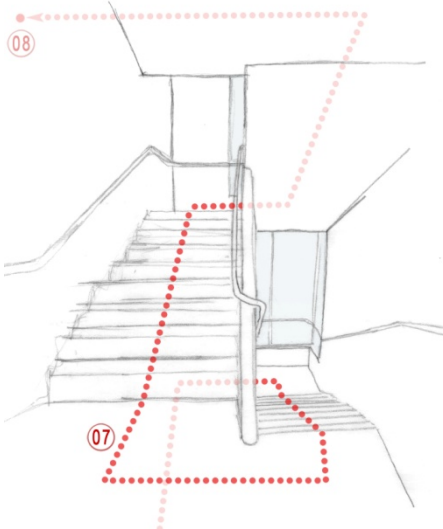
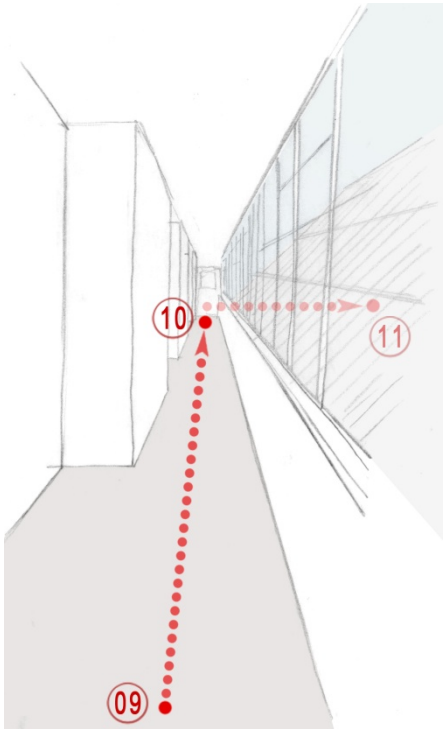
ANNEX III.B.3.- TEMPORAL DESCRIPTION OF THE PIONEER CENTRE MAIN ITINERARY.

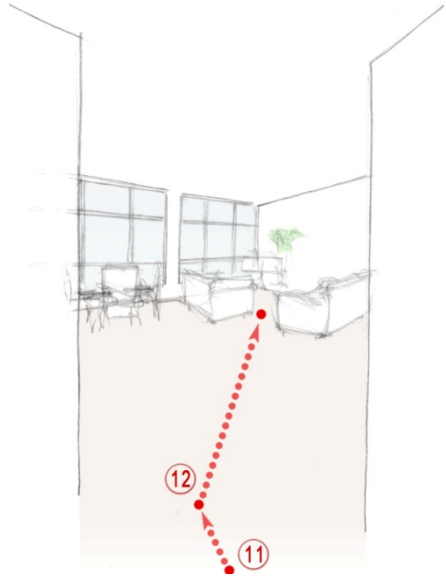
As we did with the previous case study, a spatial analysis of the Pioneer Health Centre itinerary is not enough to fully understand how the user moves through it. It is also needed to take a look at everything related to the time that it takes to him to walk through the whole itinerary.

We have seen the spatial aspects of the main itinerary: not only how many different parts there are in it, but also the direction and the sense in which the user is moving.

Now we will figure out the temporal aspects of the Pioneer Health Centre main itinerary. The time spent in each point of it is:

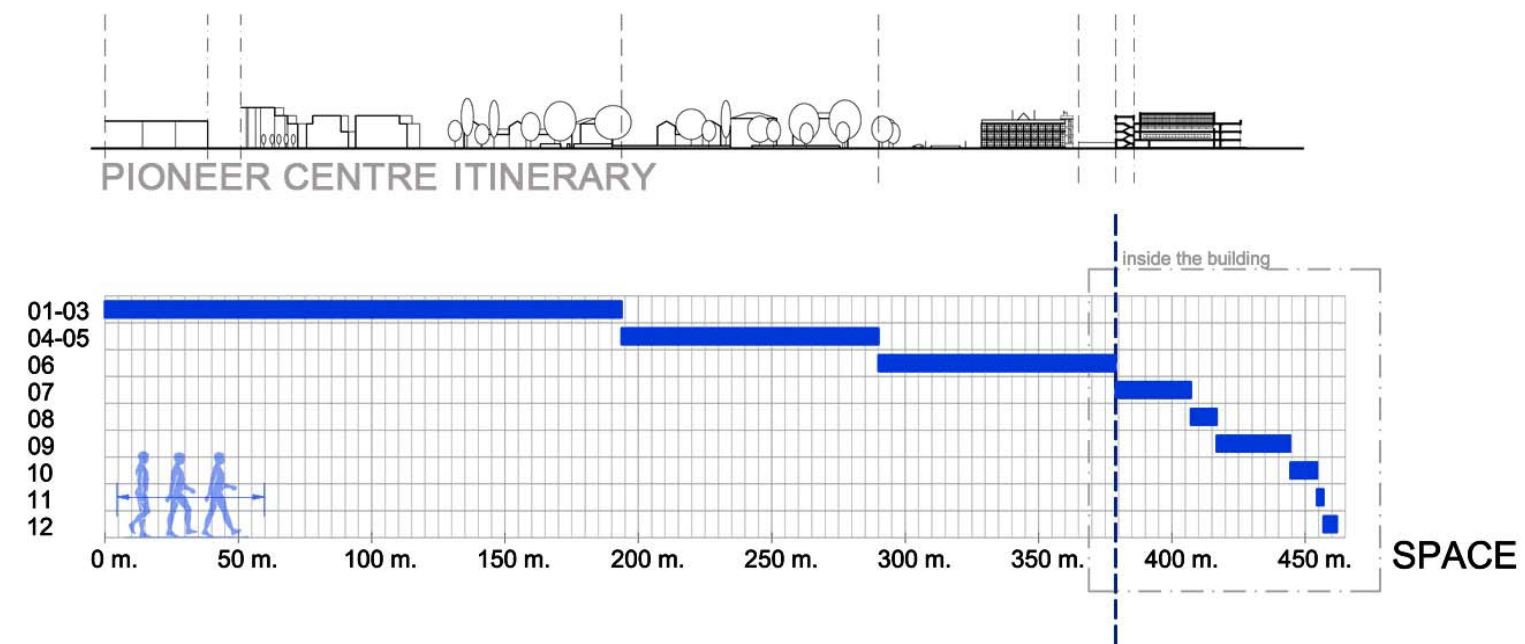
			Distance	Time	
			Partial and accumulated	Partial and accumulated	
Big and busy 4 lanes road:	01-	Getting down the bus and walking down the road till getting to the crosswalk:	38.5 m. 38.5 m.	46.2 sec. 00:46 m.	
	02-	Waiting at the crosswalk:	00.0 m. 38.5 m.	20.0 sec. 01:06 m.	
		Crossing the crosswalk:	12.4 m. 50.9 m.	14.9 sec. 01:21 m.	
	03-	Walking down the road:	142.8 m. 193.7 m.	171.4 sec. 04:12 m.	
Residential street:	04-	Walking down the street:	88.1 m. 281.8 m.	105.7 sec. 05:58 m.	
	05-	Waiting to cross the street:	00.0 m. 281.8 m.	03.0 sec. 06:01 m.	
		Crossing the street till the complex door:	08.2 m. 290.0 m.	09.8 sec. 06:11 m.	

Access to the enclosure:	06-	Looking for the keys and opening the complex door:	00.0 m. 290.0 m.	08.0 sec. 06:19 m.	
		Walking through the interior of the enclosure:	88.9 m. 378.9 m.	106.7 sec. 08:06 m.	
Access to the building:	07-	Opening the main access door of the building:	00.0 m. 378.9 m.	04.0 sec. 08:10 m.	
		Going two floors up the stairs (0.6m/s):	28.2 m. 407.1 m.	47.0 sec. 08:57 m.	
	08-	Opening the door that gives access to the main corridor:	00.0 m. 407.1 m.	02.0 sec. 08:59 m.	
		Walking through the main corridor:	09.7 m. 416.8 m.	11.6 sec. 09:10 m.	
	09-	Opening the door that gives access to the secondary corridor:	00.0 m. 416.8 m.	02.0 sec. 09:12 m.	
		Walking through the secondary corridor:	27.6 m. 444.4 m.	33.1 sec. 09:45 m.	
	10-	Opening the door that gives access to the second main corridor:	00.0 m. 444.4 m.	02.0 sec. 09:47 m.	
		Walking through the second main corridor:	10.0 m. 454.4 m.	12.0 sec. 09:59 m.	

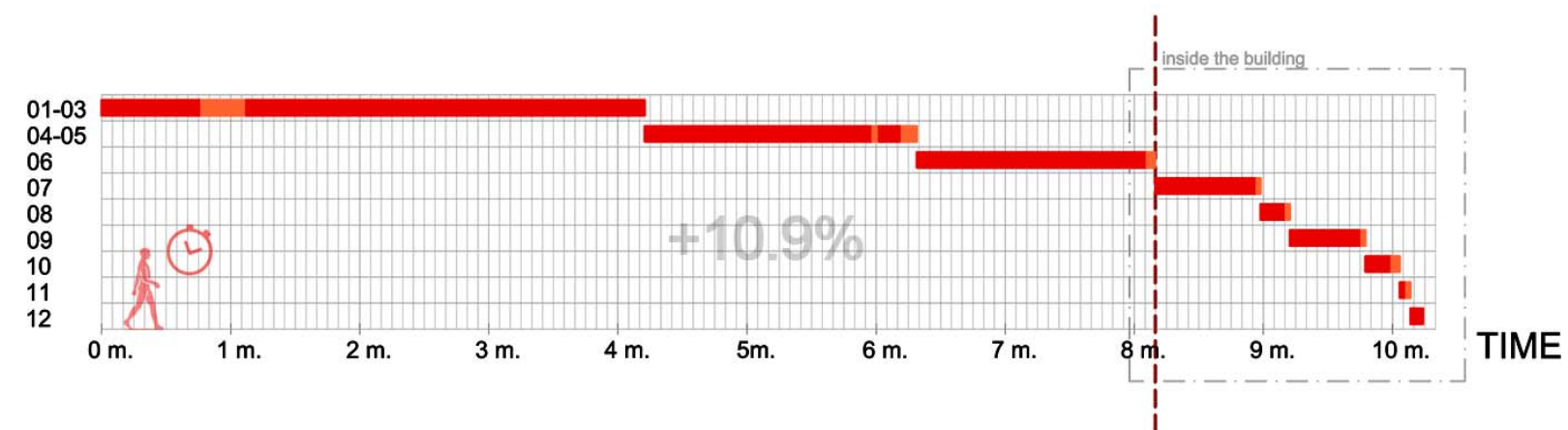
Access to the flat:	11-	Opening the door of the flat:	00.0 m. 454.4 m.	04.0 sec. 10:03 m.	
		Passing through the flat's entrance hall:	02.4 m. 456.8 m.	02.9 sec. 10:06 m.	
	12-	Opening the lights and the access door to the living room:	00.0 m. 456.8 m.	02.0 sec. 10:08 m.	
		Getting to the living room:	05.0 m. 461.8 m.	06.0 sec. 10:14 m.	

ANNEX III.B.4.- THE RELATION BETWEEN SPACE AND TIME AT THE PIONEER CENTRE MAIN ITINERARY.

A spatial analysis of the Pioneer Health Centre main itinerary from the bus stop to the interior of the flat is now performed. The whole Pioneer Building path is more than 460 meters length, almost half the distance of the whole Hallfield itinerary. Concerning the different parts of the Pioneer Building course, the user has to walk almost 380 meters on the outside part of it. When he gets to the building, the user has to walk more than 80 meters throughout it to get to his flat. That is a long distance, as he has to get inside the building from the north-east main building door, go two floors up the stairs and walk through three different sectorised corridors.



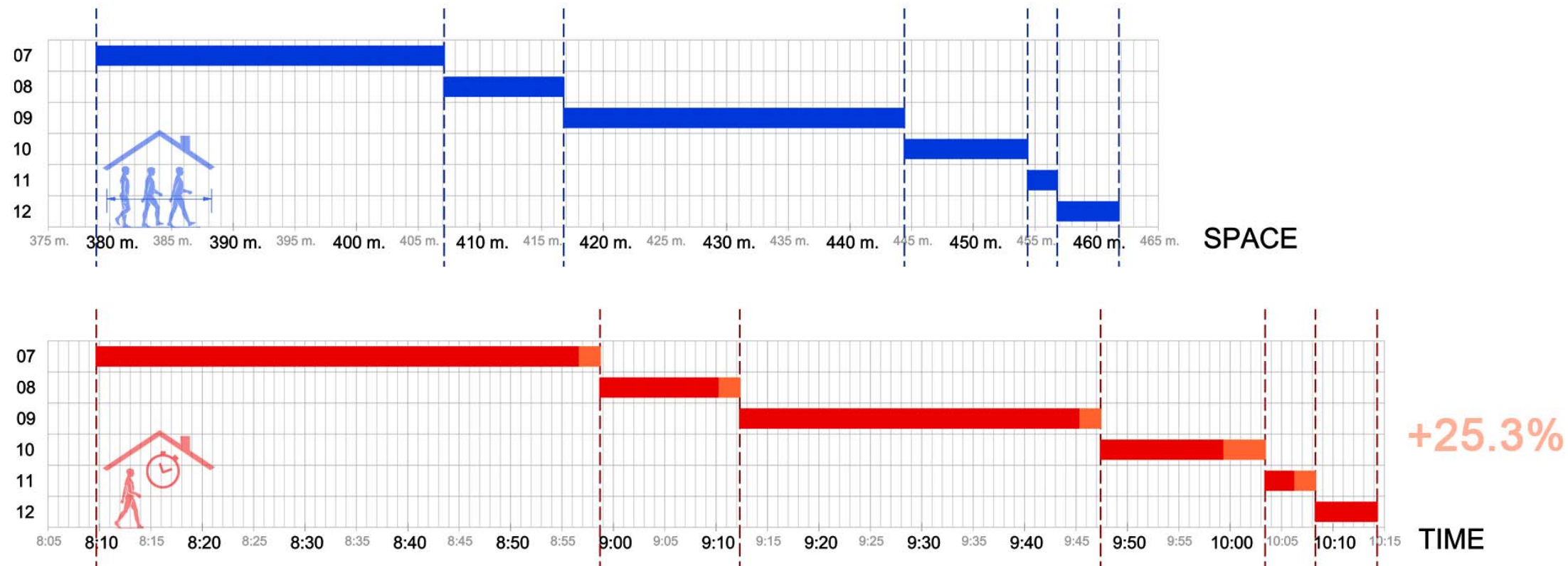
The user is also taken in this case as the centre of the study and once again the analysis diagram is also done from the temporal point of view. The average speed taken for the user walking is the same as before, 0.83 m/s, with the only exception of the user walking up the stairs (07). For this case, a speed of 0.6 m/s is used. With all that, we get the following temporal analysis graph.



There are also some orange parts in the temporal diagram of the Pioneer Building itinerary. That means parts of the course where the user is not in motion. In that case, that is when the user is waiting for the traffic light to turn green (01-03), waiting to cross the residential street and looking for the keys of the complex (04-05), opening the main building door (06), opening several heavy doors from the different corridors (07, 08 and 09), opening the door of the flat (10) or turning on the lights and opening the access door to the living room (11).

The main time spent in the whole Pioneer Building itinerary is almost 10 minutes and 15 seconds. In relation to the whole course, that is almost 11% more time than the time that it would take to a user to walk through the whole course if there were no compulsory stopping places.

When we zoom in the indoors part of the itinerary, the resultant diagrams are the followings:



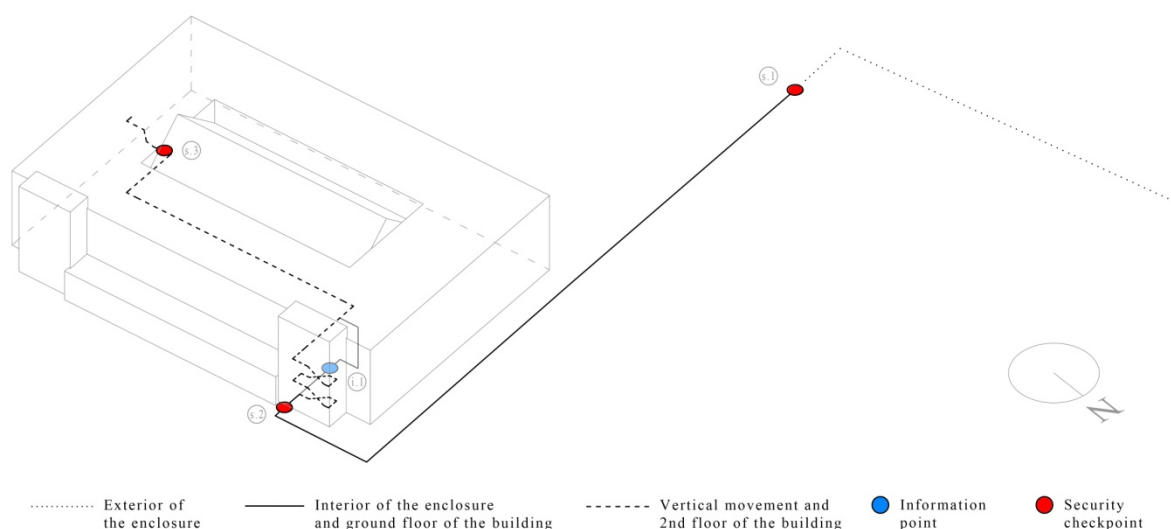
In the Pioneer Building itinerary, the difference between the distance that the user is walking throughout the building and the time that it takes to him to walk throughout it is not so big compared to the whole itinerary, as in the Hallfield State case study. It is possible to quantify that value with the zoom diagrams of the user walking through inside the building. The time that it takes to the user to walk throughout the entire itinerary is almost 11% higher than initially expected. Focusing on the building part of it, the user takes a 25% more time to circulate throughout the building than the time that it would take to him if there were no compulsory stopping situations.

In this case, users usually do not spend time waiting for the lift to arrive. This building only has two floors, and the staircase is next to the main entrance of the building and before the lift, so almost every person living in this building uses the stairs instead of the elevator. However, we see that users still spend proportionally a high amount of time in the circulation inside the building, as it is full of heavy doors to be opened and the walking speed in the stairs is lower, so it also takes a long time to the user to move through it.

ANNEX III.B.5.- INFORMATION AND SECURITY AT THE PIONEER CENTRE MAIN ITINERARY.

In the Pioneer Health Centre Building, there are both information points and security filters. In contrast with the Hallfield Estate complex, here it is possible to find several security filters meanwhile it is only possible to find one information point for the people living in the building.

To be more precise, it is possible to find three different security filters: the first one located at the complex entrance, the second one at the building's main door and the third one at every flat's door; and it is only possible to find one information point, next to the lift, as shown in the scheme below.



The Pioneer Building scheme of the information and security points throughout the main itinerary inside the building complex.

Taking the user's main itinerary defined before as the average path that a user of the building would take, we can find four different checkpoints in this order:

First of all, the user has to get access to the building complex, as it is entirely surrounded by a fence that combines a lower built fence with a higher vegetal part of it. This is the first security filter that a user finds (s.1). This first complex filter works with a security code that all the neighbours need to remember to get inside the enclosure.

Secondly, after the user walking throughout the enclosure, he gets to the building main door. That is the second security filter (s.2). As the previous one, this filter also works with a security code that the user needs to know just to be able of getting access inside the Pioneer Building.

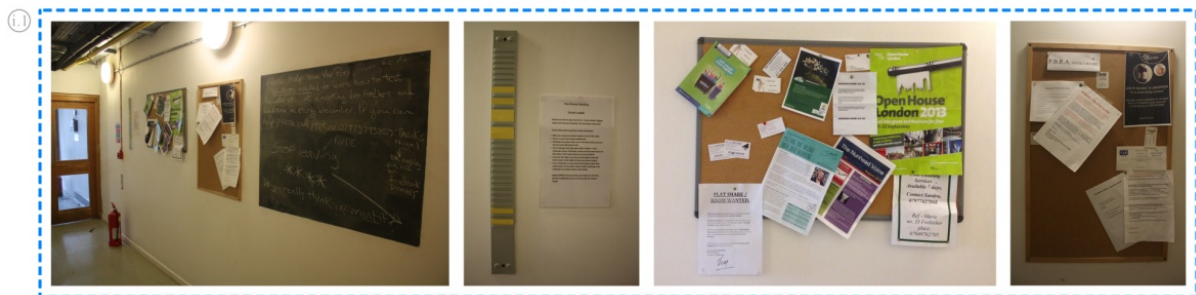
Thirdly, the user walks all through the building till he gets to his flat's main door. That is the third security filter that the user needs to overcome (s.3). Every flat's door can be opened with its corresponding set of keys, which only the people living in the flat have.



Three different security filters that the user finds in the main Pioneer Health Centre itinerary while trying to get to his flat. From left to right, enclosure door with pass code (s.1), building's main door with another pass code (s.2) and flat's door opened with a set of keys (s.3).

Finally, it is possible to find one solely information point in the whole building complex and it is not strictly located along the user's main itinerary. That means that a user should go slightly out of the course chosen as the main path that an average neighbour would choose to get to his flat to go to the information point.

The reason of that is because a quite high number of neighbours usually use the staircase located next to the main building door instead of passing by it to get to the information room. The users that do that have the chance to go back to the staircase and walk one or two storeys up the stairs, or they can also use the lift located in this same room. From this room, the neighbours also have access to the gym.



Left wall of the room where all the neighbours share the community information. In the picture of the left: access door from the staircase and left wall of the room; from the second picture on: booking table for the tennis court, advertisements board and neighbours notice board (i.1).



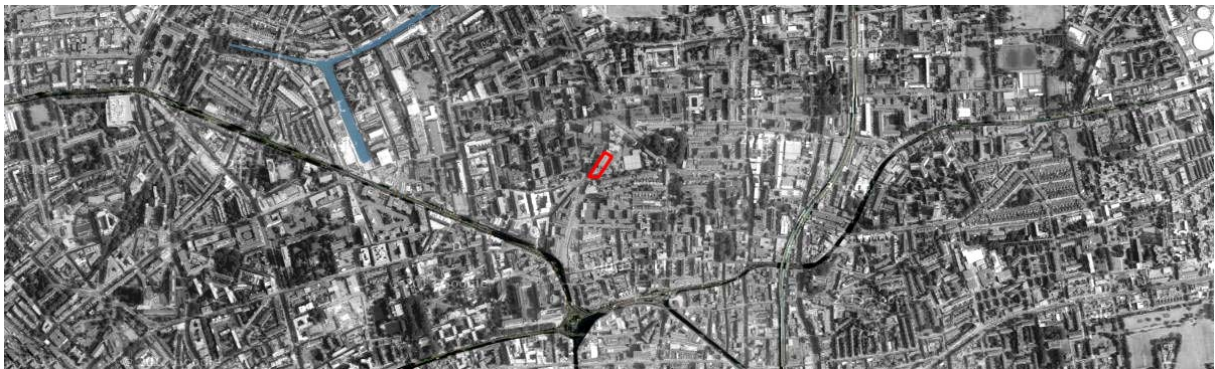
Room where all the neighbours share the community information. From the left to the right: blackboard located in the left wall where the neighbours can share information; front wall with some shelves where the neighbours can share books and small items they do not need anymore and poster explaining it; and on the right wall the neighbours letterboxes (i.1).

ANNEX III.C.- The Urban Nest Student Housing.

ANNEX III.C.1.- THE URBAN NEST STUDENT HOUSING.

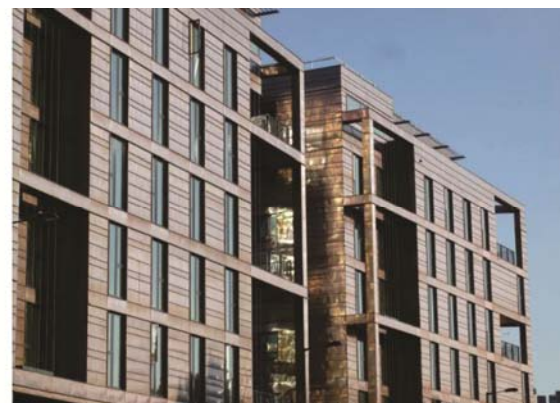
Date:	2009
Architects:	Feilden Clegg Bradley Studios
Address:	Urbanest Hoxton, 100 East Road, Hoxton, London N1 6AA, UK
Location:	London (Lat. 51° 31' N - Lon. 00° 05' W)

The Urban Nest Student Housing is a recently built student residence located within Hackney, in the north-east part of London in relation to the city centre. It is located between the Regents Canal at the north and some primary roads as City Road or Old Street at the south.

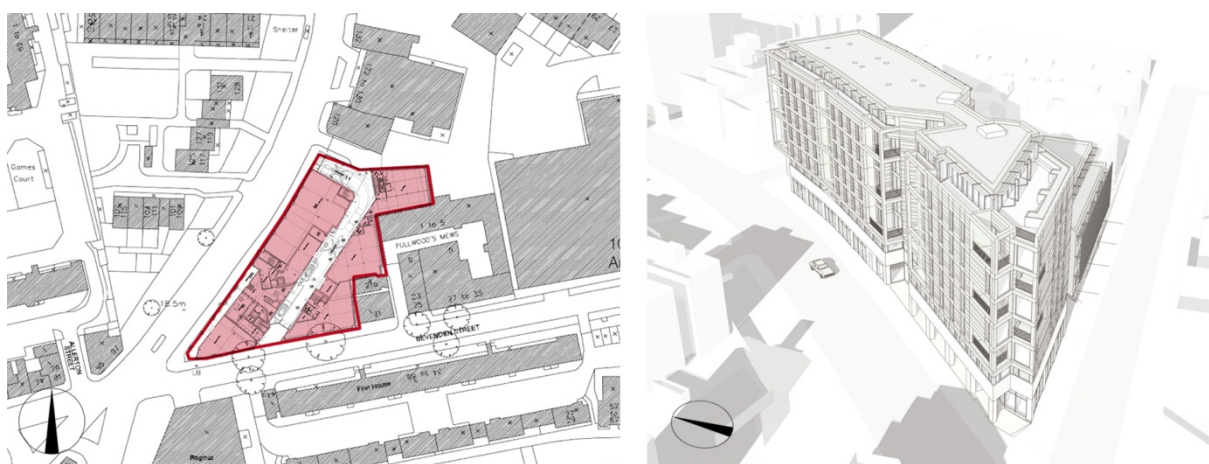


The Urban Nest Student Housing project:

This mixed use residential development comprises student housing and commercial spaces arranged in two buildings separated by a mews. It was designed by Feilden Clegg Bradley Studios and it was completed in December 2009. The building has achieved an 'Excellent' rating according to the BREEAM environmental assessment method and rating system for buildings and has been specially designed to achieve high levels of thermal insulation.



The Urban Nest Student accommodation complex is located on a tight urban site. The architects designed two buildings for this plot. The front and main building, on which we will focus, is a seven storeys height building next to the busy East Road. It is made up by the students' accommodation and two commercial areas located on the ground floor: a cafe and a supermarket. This main building is separated from the rear one by a mews. This secondary mews building is from one to four storeys height and contains offices.



On the left, the limits of the plot (surrounded by a dark red line) and ground floor of the project, where it is possible to see the front East Road building and the mews building (light red shades). On the right, sketch of the final project seen from the East Road corner.

Focusing in the student residential building, it is defined by two different tower blocks. The north tower is the largest one, and the south tower gives an answer to the sharp plot corner. These two blocks are separated by a small gap that allows some ventilation and solar penetration.

Both blocks are connected by a ground floor that works as a building baseboard, and also by a bridge on the seventh floor, where we can find some communal social areas.

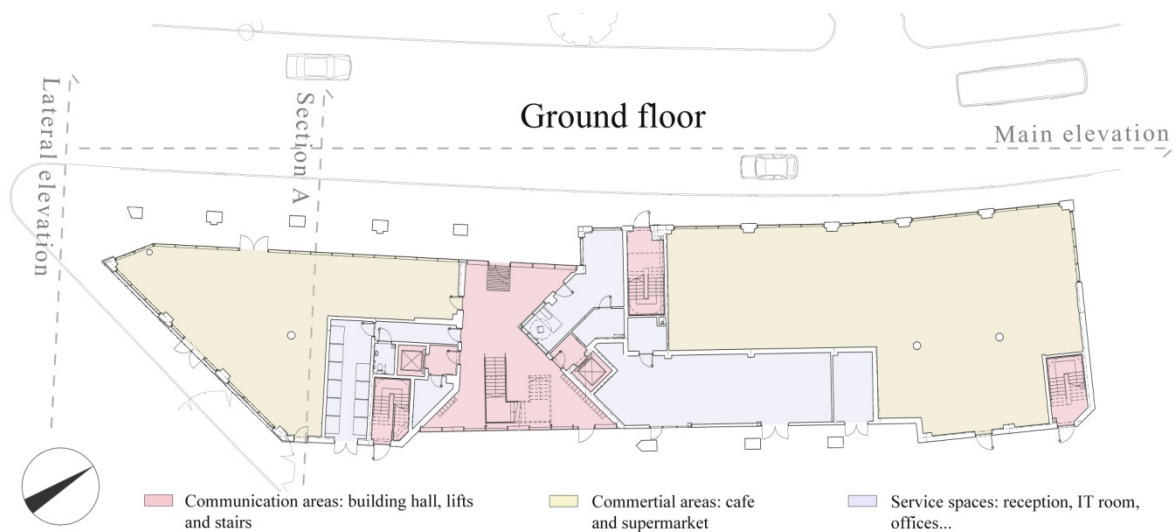


Three pictures of the main building East Road façade of the complex. From the left to the right we can see: the largest northern tower, with a supermarket on the ground floor; the gap between the two tower blocks, with the main building entrance and building hall on the ground floor and the bridge on the seventh floor; and the southern tower, with a porch and a cafe in the ground floor.

The Urban Nest building:

There are two commercial establishments located on the ground floor of the student residence building. These two commercial establishments are separated by the main access to the building and also by the building hall, both of them located under the gap between the two tower blocks. The ground floor also contains some of the service areas, as the building reception and the staff offices.

The entrance to all the student residences is through this double-height central foyer. From there, it is possible to access two different lifts. Each of them will lead us to the studios located in both towers.



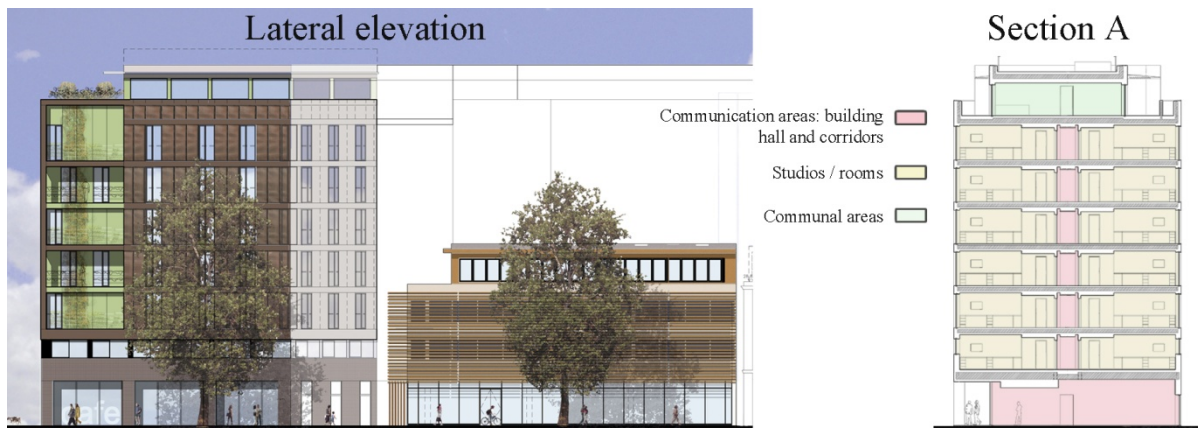
Ground floor of the Urban Nest student residential building.

The residential building is made up of 134 en-suite studios, 6 of them wheel-chair accessible, 50 twin rooms which share a shower room and kitchenette between two bedrooms and 6 bed cluster flats with 6 single rooms each.



Fourth (and type) floor of the Urban Nest student residential building.

It is also possible to find various communal spaces along the building and especially in the top floor. There is a communal resting room and a balcony in every floor of the north tower and a quite working room, a bigger communal space and two accessible roof gardens in the seventh floor. Moreover, this roof floor also has a glazed bridge that connects both towers.



On the left, lateral elevation of the Urban Nest Student Housing project, with the 7 stories East Road building and the 1 to 4 stories mews building next to it. On the right, section of the main building, where it is possible to distinguish the circulation areas, the studios on both sides of the corridors and some communal spaces on the top floor.



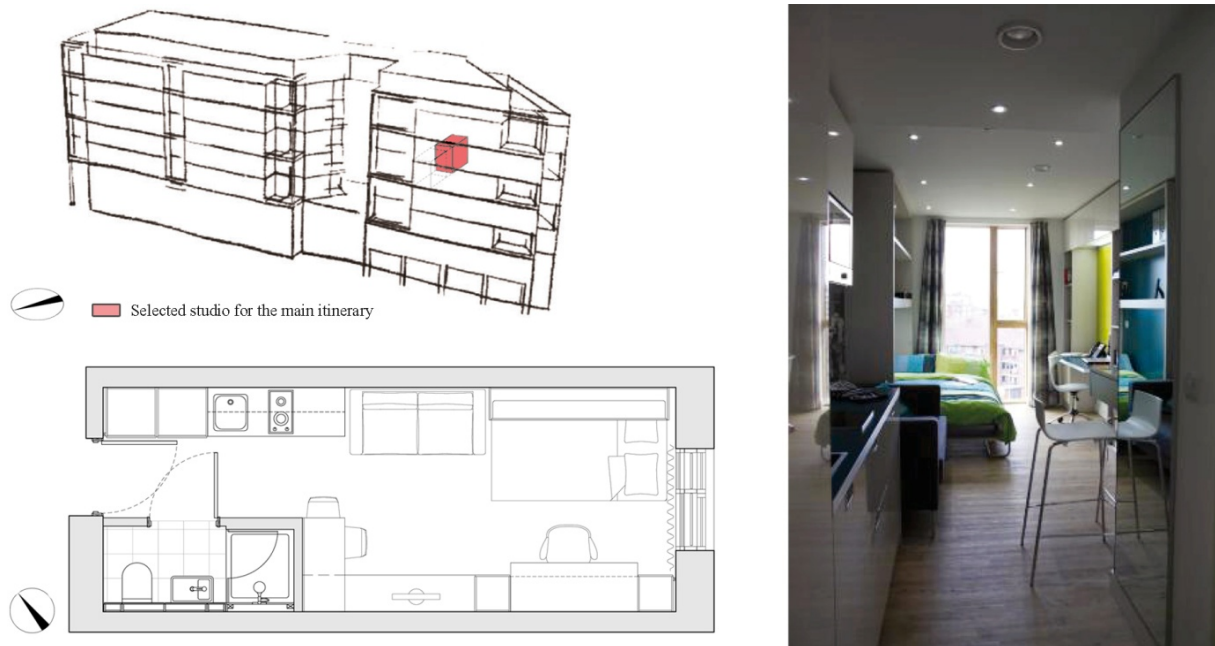
Elevation of the main building's façade facing East Road. In this image it is easy to appreciate the two towers with the commercial basements and also the gap between these two towers with the building entrance, the foyer and the top floor bridge.

The Urban Nest studios:

Regarding the student accommodation, it is necessary to choose between one studio, one room or one cluster flat for the case study analysis. However, all the studios, rooms and cluster flats have almost the same configuration, so only one of them will be explained in here. An en-suite studio is chosen for the case study, as almost the 70% of all the student accommodation is in the studio typology.

The studio chosen is located in the fourth floor of the south tower, as shown in the scheme below. The fourth floor is chosen, as it is an average height in the seven storey building. This studio is facing the north-east façade and has exactly the same configuration than all the others. It is 2'75 m. wide, 6'80 m. deep and 2'50 m. high.

Entering the room, there is a cooking surface on one side and a closed bathroom on the other. After that, there is an eating and resting area with a small table for two people, a sofa and a television. Finally, there is a folding bed on one side of the room and a working area on the other. The front wall has always a full high window facing the outdoors.



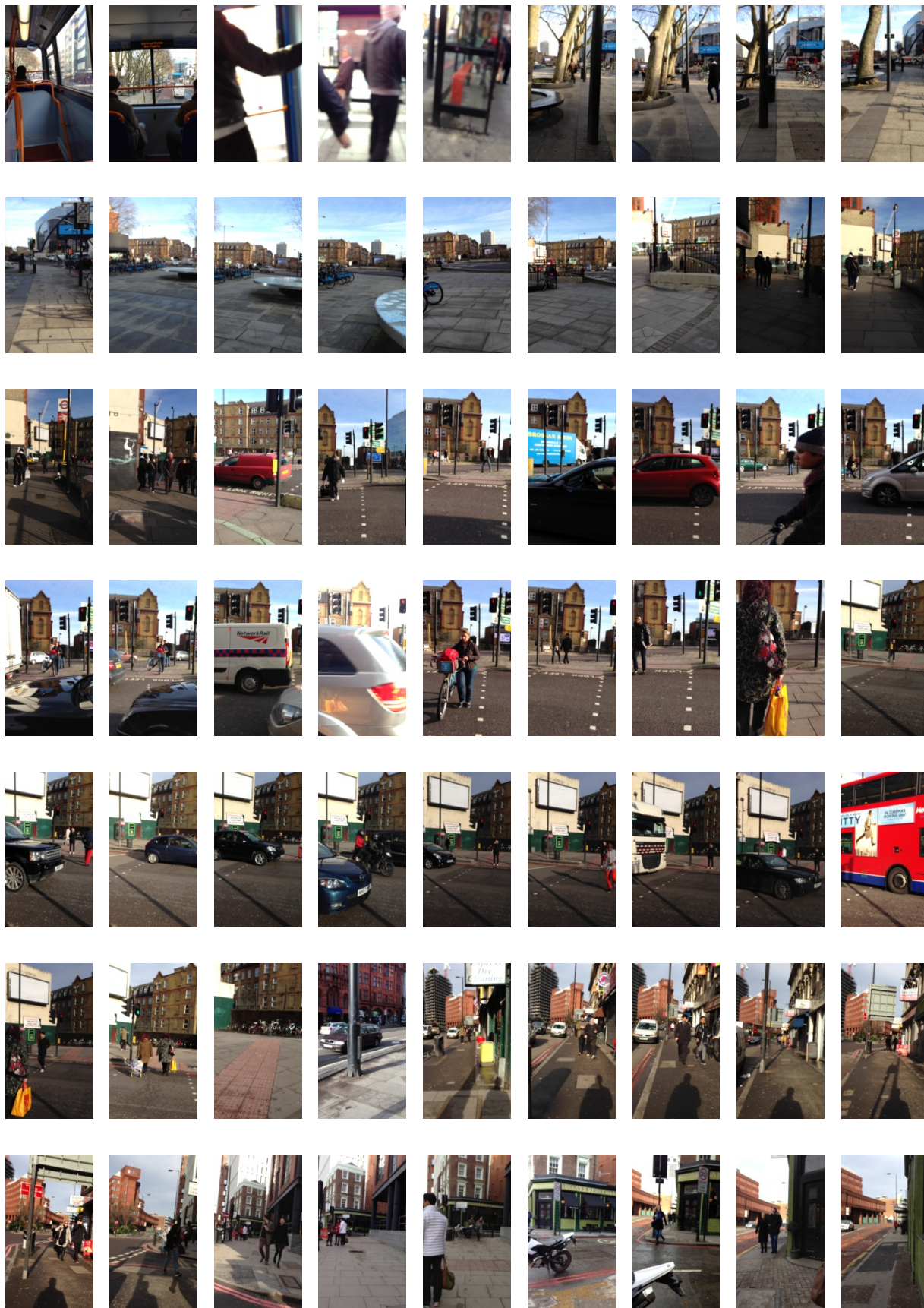
On the top left, scheme of the location of the chosen studio for the case study. On the bottom left and right, floor plan drawing and photograph of the type studio.

Finally, regarding the itineraries that the students living in that student residence building use, it is worth to say that from the entrance hall, it is only possible to access to your studio by using the elevator. That is because the stairways are emergency ones and they are not accessible from the foyer, as the stairs directly open to the back outside part of the building in the ground floor.

Moreover, this building has the peculiarity that all accesses are controlled through a personalized card. Thus, only people living there can get inside the building. In addition, users can only access their own room and some limited common areas, as their ID cards do not open the rest of the doors. We found these ID access filters at the main building entrance door, at the access rooms to the lifts and also at the studio/rooms doors.

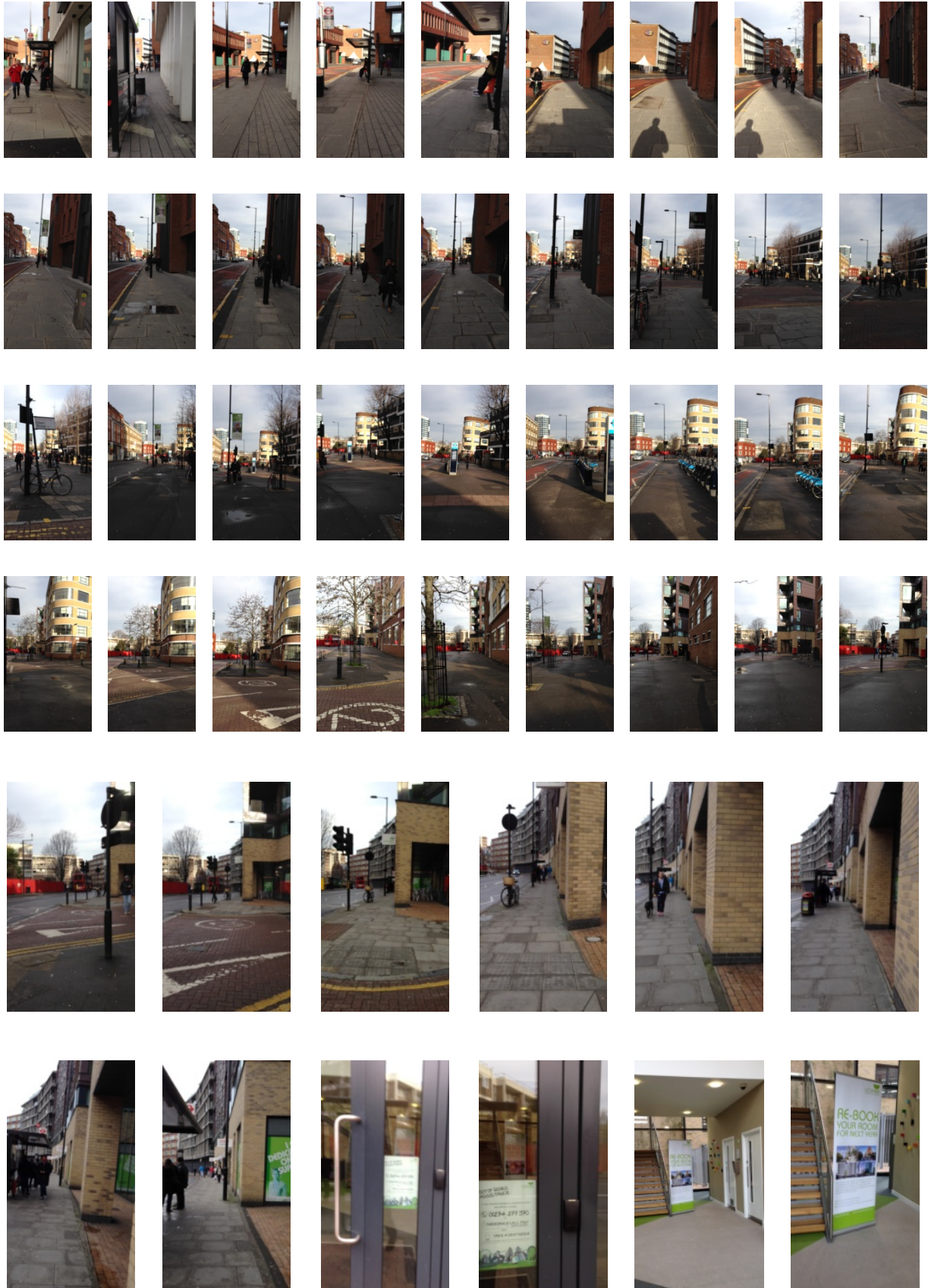


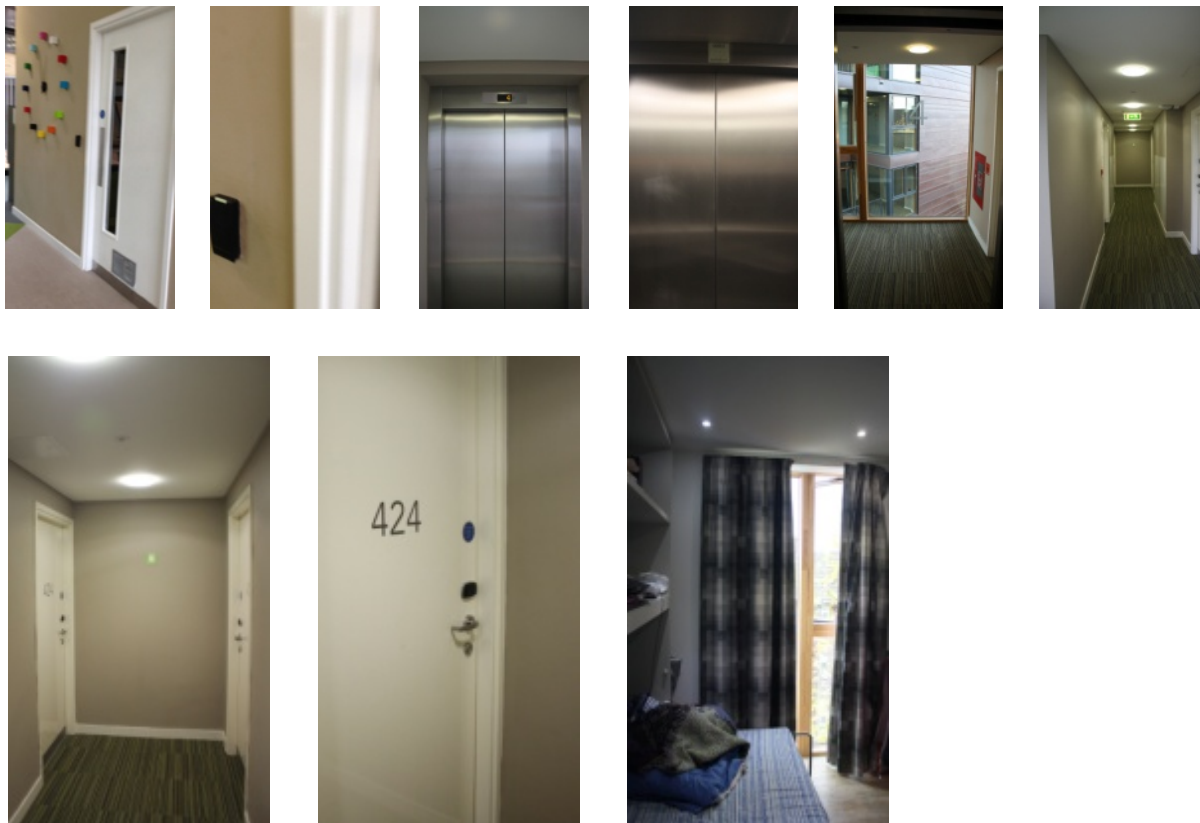
Pictures of the three kinds of ID access filters that we can find in the building. The two pictures on the left show the main building entrance filter. The two pictures in the centre show the lift room filter. And the two pictures on the right show the studio/room filter.



EL PAS I EL CANVI.

La percepció ambiental durant la circulació a l'Arquitectura.





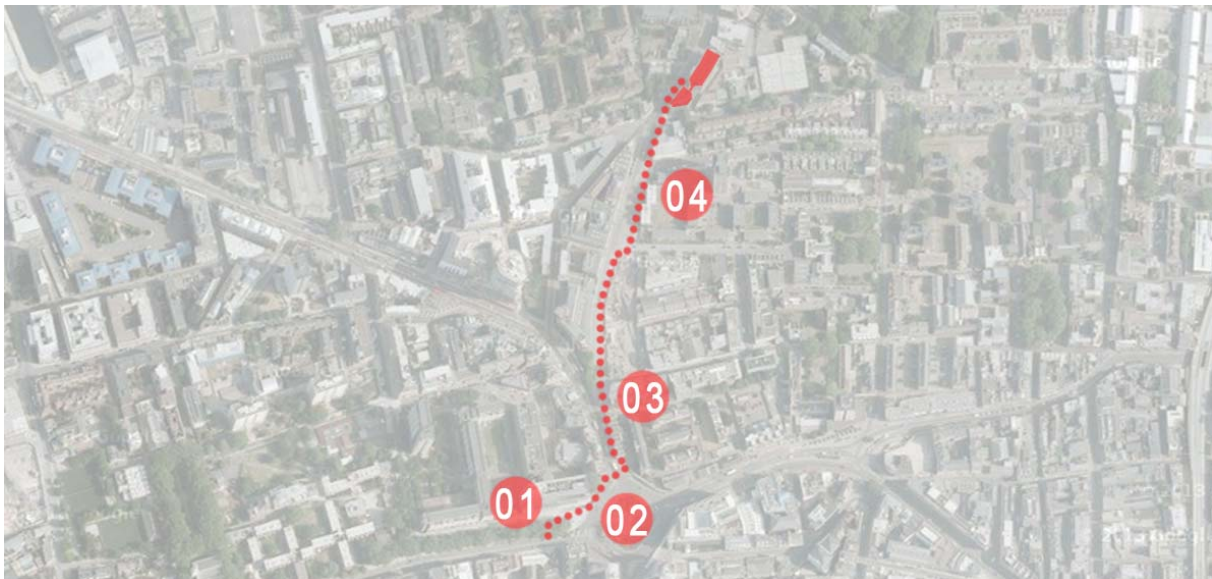
Frame sequence of the Urban Nest main itinerary: the user walks from the 55/243 bus line stop at Old Street to his studio room in the Urban Nest Student Housing. The frames of this sequence have been taken every 5 seconds and extracted from the video recorded by the author on 25th January 2014.

ANNEX III.C.2.- SPATIAL AND ENVIRONMENTAL DEFINITION OF THE URBAN NEST MAIN ITINERARY.

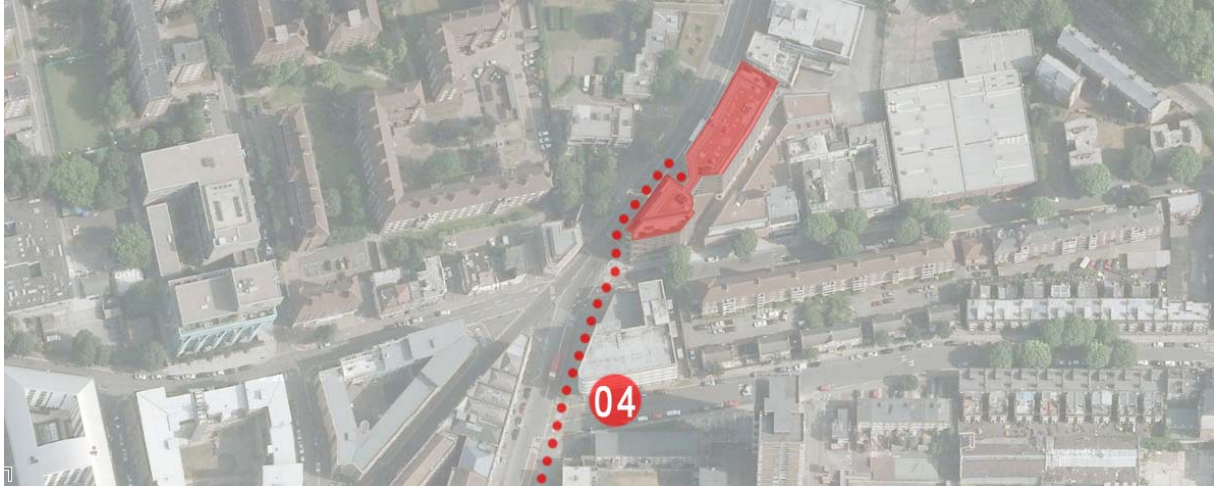
The Urban Nest Student Housing will be now also described from the spatial point of view. As in the previous cases studies, each part of the itinerary shows a different architectural or environmental context.

The itinerary taken as the main path to the building goes from the 55/243 bus line stop at Old Street, that comes from the London city centre, to the Urban Nest Student Housing building. That is the way that a main user would choose to take if he wanted to come back home from the city centre in a normal day after work:

- (1) It starts at the Old Street Bus Stop, from the 55 and 243 bus line. The user gets down the bus and walks down Old Street, a big and busy road with a wide sidewalk and some big trees on it.
- (2) The user goes on walking till he gets to the roundabout. He walks around it and arrives to a long double pedestrian crosswalk. Once there, user waits till he can cross both of them.
- (3) Then, user starts walking up the City Road slope in the direction of the building. This is a 4 lanes road with quite narrow sidewalks. He has to turn right to East Road and go on walking. This second road also has narrow sidewalks and a steep slope. User crosses two short crosswalks while walking on it.



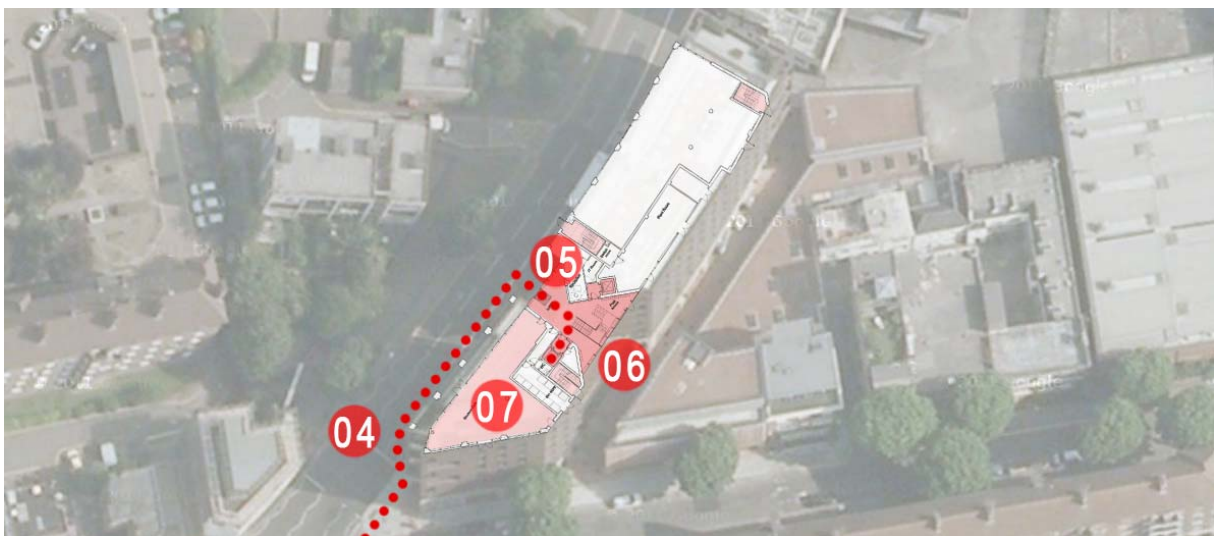
(4) User goes on walking East Road, but now the sidewalk has become flat and wide. He crosses three crosswalks before he gets to the building. Now he has to search for his identification card, as all the doors of the building, including the building entrance door, need this card to be opened.



(5) When the user gets inside the building, he crosses the entrance hall and goes to the door on the right hand. Once there, he opens the lift room door using his identification card again.

(6) Once he gets into the lift room, he calls the lift. A main wait for it to come and open doors is around nine seconds.

(7) Then, user can get into the lift and wait for it to get up to the fourth floor. This level is taken in the itinerary as a main height in this seven floors building. There is no direct access to the stairs from the building hall, as they are emergency stairs that go from all the corridors to an emergency door in the back street.

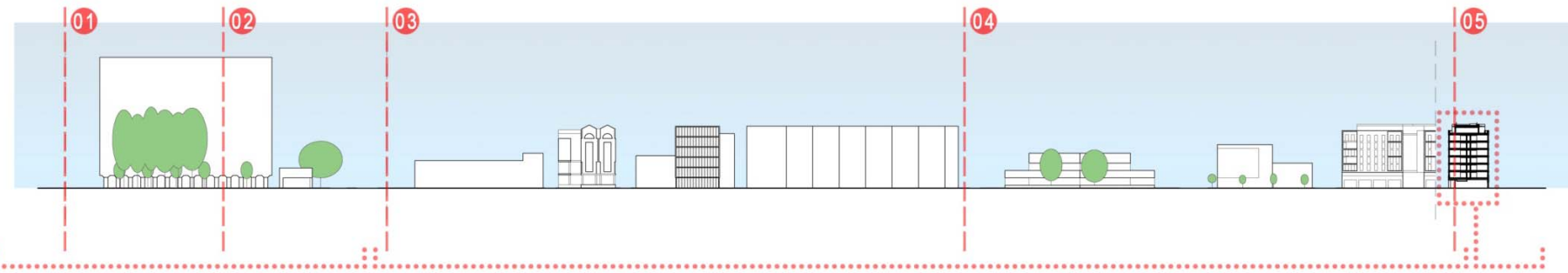


(8) Going out of the lift, the user faces a huge window, turns around to the left and walks through the corridor to get to his flat's door. He has to open the door of his flat with the same identification card.

(9) Once the user opens the door, he gets into his room. Passing through the entrance and cooking space, he turns on the lights and gets into the living room area, where he finally stays.



In the next page a longitudinal section shows the whole Urban Nest itinerary and the space that each of the parts takes from it. Some representative images of each part of the itinerary are also shown.



01 Old Street Bus Stop - Old Street
Busy big road, walking under the big trees



02 Old Street roundabout
Busy roundabout and crosswalk



03 City Road
Slope big street with narrow sidewalks



04 East Road, main entrance to the Urban Nest Student Housing
Wide sidewalks street that gives access to the main entrance of the building



05 Urban Nest Student Housing Hall
Hall and access to the lift room



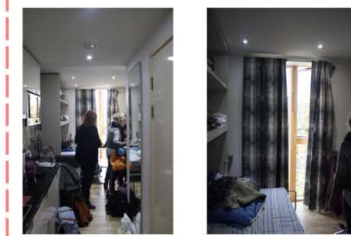
06 Lift room
Waiting for the lift



07 Inside the lift
Waiting inside the lift to get to the fourth floor



08 Fourth floor South building corridor
Access to the fourth floor South buiding rooms

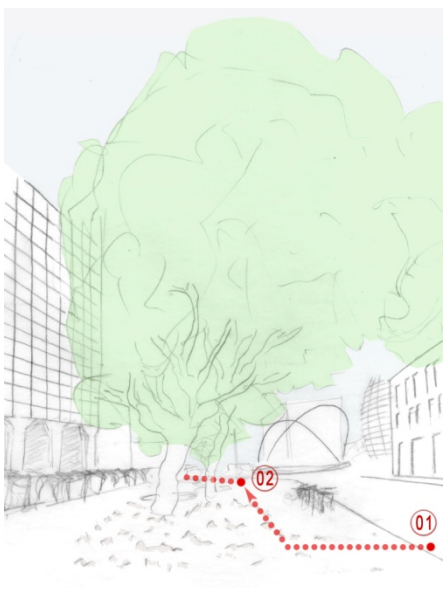
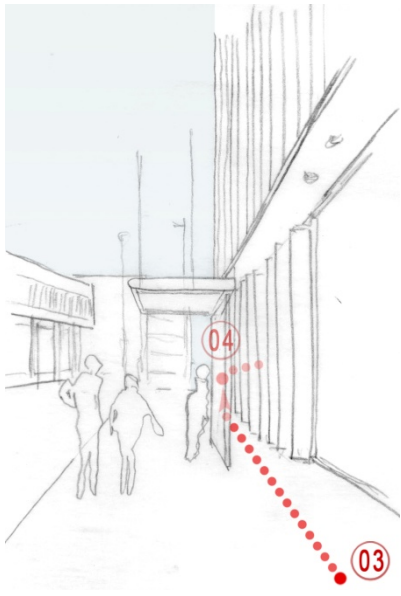


09 Student's room #424
Access and main space of the room

ANNEX III.C.3.- TEMPORAL DESCRIPTION OF THE URBAN NEST MAIN ITINERARY.

As we did with the two previous case studies, once the user's spatial displacement through the Urban Nest itinerary is understood, it is also needed to figure out everything that is related to the time it takes him to walk through it.

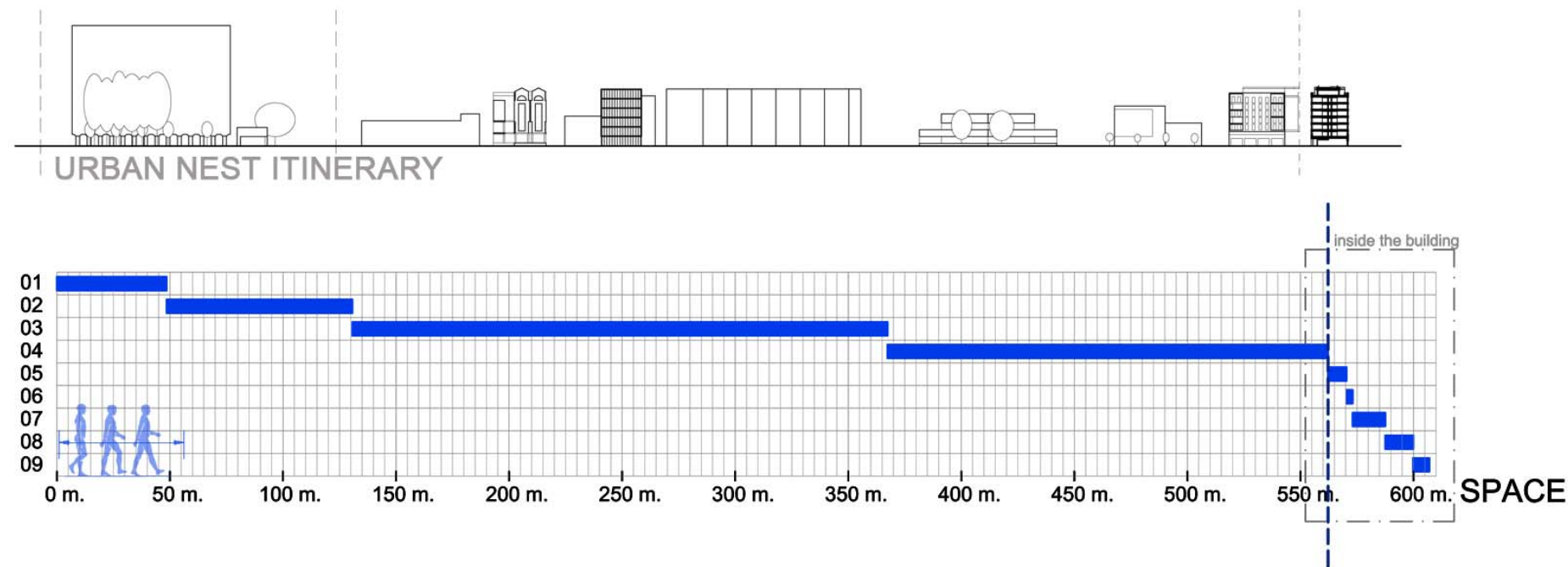
As the spatial aspects of the Urban Nest Student Housing itinerary are already explained, now we will see the temporal aspect of the same itinerary. The time spent in each point of the itinerary is:

			Distance	Time		
			Partial and accumulated	Partial and accumulated		
Big and very busy road:	01-	Getting down the bus and walking under the big trees down the road till getting the roundabout:	48.6 m. 48.6 m.	58.3 sec. 00:58 m.		
	02-	Walking through the roundabout:	57.7 m. 106.3 m.	69.2 sec. 02:08 m.		
		Waiting in the crosswalks:	00.0 m. 106.3 m.	20.0 sec. 02:28 m.		
		Crossing the crosswalks:	24.4 m. 130.7 m.	29.3 sec. 02:57 m.		
Two big roads:	03-	Walking down the street through the narrow sidewalk:	236.7 m. 367.4 m.	284.0 sec. 07:41 m.		
	04-	Waiting in 2o crosswalks	0.00 m. 367.4 m.	06.0 sec. 07:47 m.		
		Walking down the street through the width sidewalk:	194.8 m. 562.2 m.	233.8 sec. 11:41 m.		
		Waiting in 3 crosswalks:	00.0 m. 562.2 m.	09.0 sec. 11:50 m.		

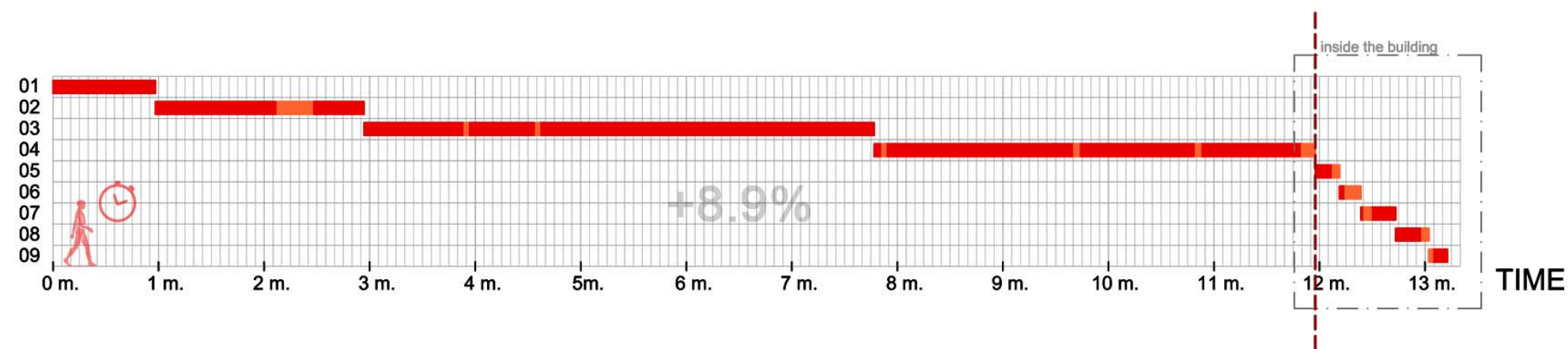
Access to the building:	04-	Looking for the ID card and opening the main door:	00.0 m. 562.2 m.	08.0 sec. 11:58 m.		
	05-	Walking through the hall:	08.2 m. 570.4 m.	09.8 sec. 12:07 m.		
		Opening the door that gives access to the lift room:	00.0 m. 570.4 m.	04.0 sec. 12:11 m.		
	06-	Getting into the lift room:	02.7 m. 573.1 m.	03.2 sec. 12:15 m.		
		Waiting for the lift:	00.0 m. 573.1 m.	09.0 sec. 12:24 m.		
	07-	Getting into the lift:	01.4 m. 574.5 m.	01.7 sec. 12:25 m.		
		Pressing the elevator button:	00.0 m. 574.5 m.	02.0 sec. 12:27 m.		
		Waiting inside the lift:	13.0 m. 587.5 m.	14.0 sec. 12:41 m.		
08-	Going out of the lift and walking through the corridor:	12.4 m. 599.9 m.	14.9 sec. 12:56 m.			
Access to the flat:	08-	Opening the door of the flat:	00.0 m. 599.9 m.	04.0 sec. 13:00 m.		
	09-	Closing the door and turning on the studio lights:	00.0 m. 599.9 m.	02.0 sec. 13:02 m.		
		Passing through the entrance hall and getting to the living room:	07.1 m. 607.0 m.	08.5 sec. 13:11 m.		

ANNEX III.C.4.- THE RELATION BETWEEN SPACE AND TIME AT THE URBAN NEST MAIN ITINERARY.

A spatial analysis of the Urban Nest Student Housing main itinerary from the bus stop to the interior of the flat is performed. The complete Urban Nest path is 607 meters length, a distance that is between the Hallfield one (878 m.) and the Pioneer one (460 m.). Concerning the different parts of the Urban Nest course, the user walks more than 562 meters on the outside part of the itinerary, till he gets to the building. Once there, the user walks almost 45 meters throughout it to get to his studio room. That is exactly the same building distance than in the Hallfield itinerary.



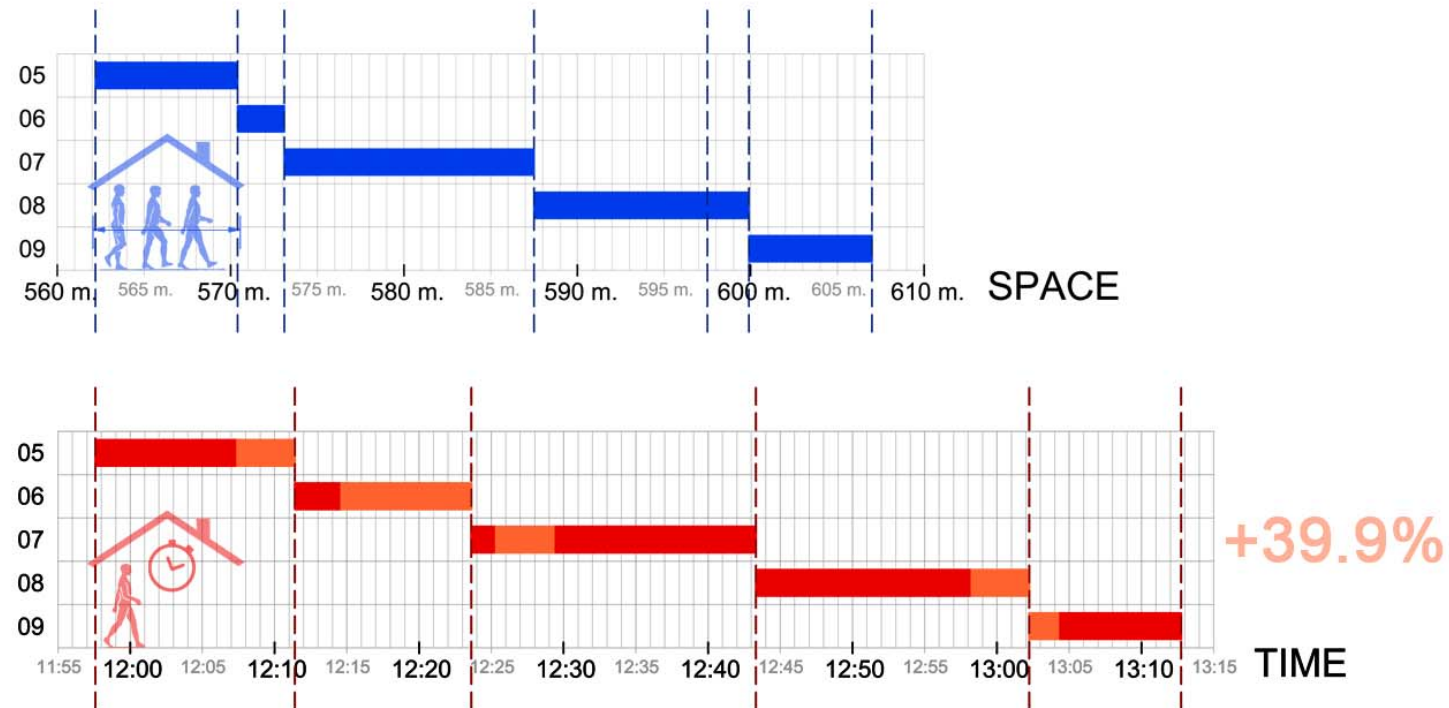
A temporal analysis of the whole itinerary is also done for this case study. The average speed used is 0.83 m/s for the whole course. Both spatial and temporal analysis graphs are at the same scale as the ones in the previously exposed cases. Based on the duration of the movement of the user through the course instead of the distance that the user walks, we get the following graph:



Once again, the red lines on the diagram show parts of the course where the user is in movement, meanwhile the orange lines show the parts of the course where the user is not in motion. For the Urban Nest itinerary, that is when the user is waiting for two traffic lights to turn green in the roundabout (02), waiting in five different crosswalks (03-04) while walking down the street or looking for the ID access card and opening the main building's door (04).

When the user gets inside the building, he also needs the ID card to open the door that gives access to the lift room (05), wait for the lift to come (06), press the floor button and wait for it to start moving (07), open the room's door with the ID card (08) and finally turn on the lights and close the studio door (09).

In regard of it, the main time spent in the whole Urban Nest itinerary is 13 minutes and a little bit more than 10 seconds. From the standpoint of time, this is almost 9% more time than the time that it would take to a user to walk through the whole course if there were no compulsory stopping places. Zooming in the indoors part of the itinerary, the resultant diagrams are the followings:



In the Urban Nest case study, user also spends proportionally quite a long time during the access and the circulation inside the building. Almost all of this time is spent opening access doors and waiting for the lift to arrive. The fact that the building is so compartmentalized and has so many access controls makes the circulation through the building quite slow. That means that, even though the access and circulation throughout the building is a spatially short part of the itinerary, proportionally it takes a longer time to the user to move through it.

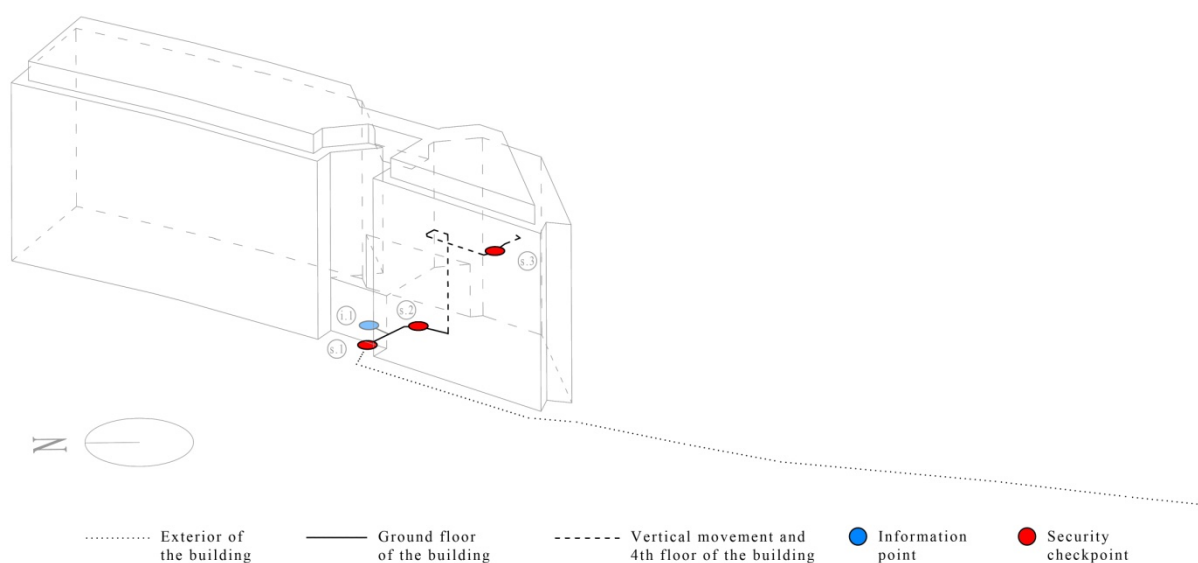
Focusing in the part of the diagrams where the user walks throughout the building, we can see how the time that the user spends walking is almost a 40% more time than the time that it would take to him to walk throughout the building if there were no compulsory stopping situations. That is a high value compared to the entire itinerary, where the user only needs to spend a 9% more time than initially expected.

This Urban Nest value of 40% more time inside of the building, in relation to the 9% more time of the whole itinerary, is in between the Hallfield case study (where the building part of the itinerary was a 50% higher value in relation to the 5% of the whole itinerary) and the Pioneer Building case study (where the building part of the itinerary was a 25% higher value in relation to the 11% of the whole itinerary).

ANNEX III.C.5.- INFORMATION AND SECURITY AT THE URBAN NEST MAIN ITINERARY.

For a user walking through the main Urban Nest Student Housing itinerary it is possible to find both information points and security filters. There are several security filters meanwhile there is only one information point in the whole building for the students living there.

In particular, a user walking throughout this itinerary will find three different security filters: one at the building main door entrance, another one to access the lift room and the last one at his studio's door. Regarding the information points, there is only one in all the building, located next to the main building entrance. This is shown in the scheme below.



The Urban Nest Student Housing scheme of the information and security points throughout the main itinerary inside the building complex.

On account of this, taking the user's main itinerary defined before as the average path that a user of the building would take, we can find four different checkpoints in this order:



This is the first security filter that the user finds in the main Urban Nest Student Housing itinerary. User finds it at the main building's door, where he needs an ID card to open the door and access the building (s.1).

First of all, the user has to get access to the building through the main door, as this is the only access point that the building has for a student going to his room. The main door can only be opened by using a personal ID card that only the studio owners have. This is the first security filter that a user finds (s.1).

Secondly, once the student accesses the building hall, he finds the only information point of the itinerary right on his left hand. Here the student will always find at least one person to inform him about everything he needs and also some leaflets with information related to the building facilities, the building surroundings and some leisure activities (i.1).



Urban Nest Student Housing information point (i.1) located in the reception hall, before the student takes the lift.

Thirdly, the student needs to get inside the lift to get to the fourth floor, where his studio is located. Before that, he needs to pass by the reception hall and open a second security door that gives access to a small room where the lift is located. That is the second security filter (s.2). Once again, the student needs his ID card to open this door. An average student following the main itinerary will only be able to do that if his studio/room is located in the south tower. That means that someone who owns a studio in the north tower will not be able to open this door.



These are the second and the third security filters that the user finds in the main Urban Nest Student Housing itinerary. On the left, second security filter located at the building hall, where an ID card is needed to access the lift room (s.2). On the right, last security filter at the door of each studio/room (s.3). Once again, a personal ID card is needed to open each door.

Finally, the student gets to the fourth floor and walks through the corridor till his studio door. After that, he will need his ID card once again to be able to open this third security filter (s.3). Obviously, only the studio owner will be able to open this door.