

UNIVERSIDAD PANAMERICANA

Facultad de Ingeniería

Con estudios incorporados a la

Secretaría de Educación Pública

Diagnóstico de la Calidad del Ambiente en el
interior basado en la percepción de las
personas y sobre su desempeño en oficinas
corporativas de la Ciudad de México

Tesis para obtener el grado de
Maestría en Ingeniería

Sustenta:

Ing. Darío Ibarguengoitia Gonzalez

Directora de Tesis:

Dra. Joaquina Niembro García

Ciudad de México, 2020

i. Dedicatorias

A mi esposa Marichu Núñez Pliego, por su compañía, todo el apoyo, su paciencia, su perseverancia y su amor.

A mis hermosas hijas que son mi inspiración, Maite, María y mi ángel Ana. Por las que busco hacer un mejor planeta para ellas y las futuras generaciones.

A mis padres que siempre dieron todo para hacerme un hombre de bien y seguir buscando crecer.

A mis hermanos por educarme y darme un gran ejemplo, para poder llegar a esta etapa.

A los que fueron mis compañeros durante la especialidad y la maestría, ya que me enseñaron que siempre hay que seguir buscando y que la amistad no tiene barreras.

A Jimena por su apoyo en temas estadísticos.

ii. Resumen

Si partimos del hecho que en nuestra vida pasamos cerca del 90% del tiempo dentro de los edificios (Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, 2015), resulta fundamental que las condiciones de estos espacios interiores sean:

- Confortables, es decir, lograr las condiciones de temperatura, humedad, ventilación, iluminación y acústica sean adecuados para cada tipo de espacio y actividad realizada.
- Cómodos, es decir, que las personas tengan una percepción de que las condiciones de confort se están cumpliendo
- Sanos, es decir, que las personas no se enfermen por la calidad del ambiente interior.

Es importante entender el concepto de Calidad del Ambiente Interior (ASHRAE, 2017) y la importancia que tienen los parámetros que hacen comfortable un espacio.

La pregunta: ¿cómo se encuentran en general las oficinas corporativas en la Ciudad de México, en cuanto a la Calidad del Ambiente Interior? Como hasta ahora no se tienen datos estadísticos y no contar con referencias en este tema para México, se decidió llevar a cabo este trabajo.

Se realizaron encuestas de percepción a más de 990 ocupantes de 6 oficinas corporativas en la Ciudad de México, para determinar el nivel de percepción de los parámetros de la Calidad del Ambiente Interior. Gracias a la información recopilada, se llevó a cabo un análisis estadístico que permitió aproximar la situación que tienen las oficinas corporativas en la Ciudad de México como una muestra representativa del total, de acuerdo con la disponibilidad de información y la recomendación experta de Leaman. Así se proponen soluciones principales a estos corporativos y, sobre todo, se establecen los requerimientos mínimos de normatividad que se tienen que desarrollar, para fomentar estas soluciones.

En la actualidad en México, la normativa aplicable es muy escueta en los temas relacionados con la calidad del ambiente en los edificios, encontrando solamente algunos parámetros generales de ventilación, niveles de iluminación eléctrica y dejando fuera los conceptos de confort térmico y acústica. Para que en la industria de la edificación se logre diseñar y construir espacios sanos, se debe de hacer obligatorio para todos, la línea base de la Calidad del Ambiente Interior, pero considerando también la eficiencia energética para reducir los impactos nocivos que tienen los edificios en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero.

Se encontró que, en la Ciudad de México, una de las principales causas de incomodidad en oficinas es el frío en invierno, el ruido y la dilución de contaminantes, pero lo más importante es que se encontró una relación entre el confort, la salud y la productividad percibida de los ocupantes. Incluso en edificios corporativos denominados AAA, se tiene un diagnóstico de edificio enfermo en la Ciudad de México.

Para este análisis estadístico se utilizaron tres caminos. El primero, fue la realización de un análisis de la muestra del total de los edificios, que nunca había sido aplicada en México, dando resultados sobre la percepción general de la CAI en las oficinas corporativas en esta Ciudad. El segundo camino fue el análisis de cada uno de los edificios en lo individual, para conocerlos en lo individual y para poderlos comparar con una muestra internacional de más de 60 edificios de oficinas. Y el tercero es la incorporación del análisis de resultados de una nueva metodología propuesta para tal efecto.

Contenido

i. Dedicatorias	3
ii. Resumen.....	4
Contenido	6
Índice de figuras.....	9
Índice de tablas.....	16
Introducción	17
Capítulo 1. Antecedentes	18
1. Antecedentes	18
1.1. Metodología del marco lógico	18
1.2. Preguntas de investigación	20
1.3. Hipótesis	20
1.4. Objetivo general.....	20
1.5. Objetivos particulares	20
2. Marco teórico	21
2.1. Sustentabilidad.....	22
2.1.1. Definición	22
2.2. La sustentabilidad objetivo de las edificaciones.....	23
2.3. Parámetros de la edificación sustentable	24
2.4. La Calidad del Ambiente Interior (CAI).....	32
2.4.1. Definición	32
2.4.2. Impacto de la CAI en edificaciones	33
2.4.3. Normatividad actual en México en cuanto a CAI.....	34
2.4.4. Parámetros de la CAI.....	35
2.4.4.1. Ergonomía térmica.....	35
2.4.4.2. Calidad del aire interior	36
2.4.4.3. Acústica en espacios interiores.....	38
2.4.4.4. Niveles de iluminación	39
2.4.5. Repercusiones de la calidad del ambiente interior	41
2.4.6. Relevancia de la productividad y su relación con la CAI	42
3. Normatividad mexicana de CAI.....	44
3.1. Jerarquía de las normas jurídicas en México	44
3.2. Normas mexicanas.....	45

3.2.1.	Normas Oficiales Mexicanas (NOM)	45
3.2.2.	Normas Mexicanas (NMX)	45
3.2.3.	Normas de Referencia (NFR).....	46
3.3.	Normas no mexicanas.....	46
3.3.1.	Normas internacionales.....	46
3.3.2.	Normas extranjeras.....	46
3.4.	Normalización en México.....	47
3.4.1.	Principios de la normalización	47
3.4.2.	Jerarquía de aplicación de normas en la edificación	48
3.4.3.	Grupo de trabajo de calidad del ambiente	49
3.4.3.1.	NMX-C-7730-2018 Ergonomía del ambiente térmico	50
3.4.3.2.	NMX-C-577-ONNCE-2020 CAI con Eficiencia Energética	52
4.	Cómo medir la percepción de la calidad del ambiente interior.....	52
5.	BUS Methodology	54
5.1.	Descripción de BUS (Building Use Studies).....	54
5.2.	Origen de esta metodología	56
5.3.	Su evolución	57
5.4.	La metodología, su uso y aplicación.....	57
Capítulo 2.	Metodología	60
1.	Selección de la metodología de BUS Methodology	60
1.1.	Definición del tamaño de la muestra	60
1.2.	Descripción de la encuesta.....	60
1.3.	Descripción de las variables analizadas y su importancia	71
2.	Selección de corporativos	74
2.1.	Descripción de los corporativos.....	74
3.	Aplicación de la metodología.....	79
4.	Correlación entre las variables	81
Capítulo 3.	Resultados obtenidos.....	82
1.	Encuestas a nivel general	82
1.1.	Procesamiento de encuestas.....	82
1.2.	Captura de datos para análisis.....	82
2.	Análisis de resultados como muestra general	83
3.	Resultados obtenidos por edificio	91

3.1. Corporativo A	92
3.2. Corporativo B	100
3.3. Corporativo C	108
3.4. Corporativo D	116
3.5. Corporativo E.....	124
3.6. Corporativo F.....	132
4. Comparativas con la base de datos de BUS – <i>Benchmark</i>	141
4.1. Corporativo A	142
4.2. Corporativo B	147
4.3. Corporativo C	151
4.4. Corporativo D.....	155
4.5. Corporativo E.....	159
4.6. Corporativo F.....	163
Capítulo 4. Análisis de resultados.....	167
1. Análisis de la muestra general de los 6 edificios	167
1.1. Análisis estadístico de la muestra completa	169
1.2. Resultados del análisis ANOVA	173
2. Edificio del Corporativo A.....	174
3. Edificio del Corporativo B.....	176
4. Edificio del Corporativo C.....	179
5. Edificio del Corporativo D.....	182
6. Edificio del Corporativo E	184
7. Edificio del Corporativo F	187
8. Influencia de los resultados hacia la normatividad	189
Capítulo 5. Conclusiones	190
1. Los edificios en lo particular.....	190
2. Conclusiones como muestra general.....	190
3. Conclusiones del trabajo	191
Sugerencias para seguimiento	194
Referencias bibliográficas.....	196
Anexo A NMX-C-7730-2017	199
Anexo C NMX-C-577-2020	203

Anexo C Ejemplo de resultados de plataforma BUS	206
---	-----

Índice de figuras

Figura 1 Árbol de problemas. Fuente: elaboración propia.....	18
Figura 2 Árbol de objetivos. Fuente: elaboración propia.....	19
Figura 3 Los pilares de la sustentabilidad. Fuente: Adaptada al español de (Ashby, 2016)	23
Figura 4 Consumo de energía en edificios global por tipo de combustible. Fuente: Towards a zero-emission (UN, 2017)	27
Figura 5 Alcances de NDCs y políticas de edificación. Fuente: Towards a zero-emission (UN, 2017)	29
Figura 6 Consumo energético global por sector en 2015. Fuente: Towards a zero-emission (UN, 2017)	30
Figura 7 Calidad del ambiente interior. Fuente: Adaptada y traducida de ALMEIDA 2015	32
Figura 8 Costo promedio del funcionamiento de una empresa. Fuente: (World Green Building Council, 2014).....	33
Figura 9 Marco de métricas y relaciones clave. Fuente: Traducción de Buro Happold ..	42
Figura 10 Principios de la normalización. Fuente: ONNCCE	48
Figura 11 Jerarquía de normas. Fuente: Elaboración propia.....	49
Figura 12 Propuesta de normas de CAI. Fuente: Elaboración propia.....	50
Figura 13 Ubicación de sensores. Fuente: (Yang Geng, 2017).....	53
Figura 14 Tres rutas para una mejor satisfacción de ocupantes. Fuente: Adaptada y traducida de BUS	55
Figura 15: Posición de la muestra de cada edificio. Fuente: Elaboración propia	58
Figura 16 Cuestionario de evaluación impreso. Fuente: fotografía del instrumento aplicado	62
Figura 17 Cuestionario de evaluación, página 1, parte 1. Fuente: Adaptación a partir de BUS Methodology	63
Figura 18 Cuestionario de evaluación, página 1, parte 2. Fuente: Adaptación a partir de BUS Methodology	64
Figura 19 Cuestionario de evaluación, página 1, parte 3. Fuente: Adaptación a partir de BUS Methodology	65
Figura 20 Cuestionario de evaluación, página 2, parte 4. Fuente: Adaptación a partir de BUS Methodology	66
Figura 21 Cuestionario de evaluación, página 2, parte 5. Fuente: Adaptación a partir de BUS Methodology	67
Figura 22 Cuestionario de evaluación, página 3, parte 6. Fuente: Adaptación a partir de BUS Methodology	68
Figura 23 Cuestionario de evaluación, página 3, parte 7. Fuente: Adaptación a partir de BUS Methodology	69
Figura 24 Secuencia de aplicación de encuestas. Fuente: Elaboración propia	70

Figura 25 Ubicación del corporativo de Axa Felix Cuevas. Fuente: Google Maps	75
Figura 26 Ubicación del corporativo de Bovis en Torre Mayor. Fuente: Google Maps	75
Figura 27 Ubicación del corporativo de Johnson Controls en el edificio de ADT. Fuente: Google Maps	76
Figura 28 Ubicación del corporativo Gentera en el edificio Torre Origami. Fuente: Google Maps.....	77
Figura 29 Ubicación del corporativo de Grupo ECO en el edificio Diamante Santa Fe. Fuente: Google Maps	77
Figura 30 Ubicación del corporativo de Siemens. Fuente: Google Maps.....	78
Figura 31 Detalles de figuras de percepción de Confort. Fuente: Elaboración propia	79
Figura 32 Detalles de figuras de percepción de temperaturas y variabilidad. Fuente: Elaboración propia	80
Figura 33 Detalles de figuras de percepción de calidad del aire interior. Fuente: Elaboración propia	80
Figura 34 Detalles de figuras de percepción de ruido y acústica. Fuente: Elaboración propia	80
Figura 35 Detalle de figuras de percepción de iluminación. Fuente: Elaboración propia	81
Figura 36 Detalle de figuras de percepción de productividad. Fuente: Elaboración propia	81
Figura 37 Relación de encuestas impresas y válida. Fuente: Elaboración propia	82
Figura 38 Edades en general	83
Figura 39 Género en conjunto.....	83
Figura 40 Tiempo que han laborado en los diferentes edificios	84
Figura 41 Tienen lugar solo o comparten el espacio de trabajo en general	84
Figura 42 Ubicación del lugar de trabajo cerca de una ventana o al interior en general	84
Figura 43 Percepción de confort térmico en invierno en general	85
Figura 44 Percepción de temperatura y variabilidad de esta en invierno en general.....	85
Figura 45 Percepción de térmico en verano en general	86
Figura 46 Percepción de temperaturas y variabilidad de estas en verano en general	86
Figura 47 Percepción de la calidad del aire en invierno en general.....	87
Figura 48 Percepción de la calidad del aire en verano en general	87
Figura 49 Niveles de ruido y confort acústico en general.....	88
Figura 50 Percepción de ruidos a detalle en lo general.....	88
Figura 51 Niveles de iluminación percibida en general.....	89
Figura 52 Percepción de niveles de luz a detalle en los edificios	89
Figura 53 Percepción de confort general en los corporativos.....	90
Figura 54 Percepción de niveles de productividad en general.....	90
Figura 55 Percepción de afectaciones a la salud de los ocupantes en general.....	91
Figura 56 Edades en corporativo A.....	92
Figura 57 Género en corporativo A	92
Figura 58 Tiempo que han laborado en el corporativo A	92
Figura 59 Tienen un lugar solo o comparten el espacio de trabajo en Corporativo A.....	93

Figura 60 Ubicación del lugar de trabajo cerca de una ventana o en espacios interiores en Corporativo A.....	93
Figura 61 Percepción del confort térmico en invierno en Corporativo A.....	93
Figura 62 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en invierno en Corporativo A	94
Figura 63 Percepción del confort térmico en verano en Corporativo A	94
Figura 64 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en verano en Corporativo A	95
Figura 65 Percepción de la calidad del aire en invierno en Corporativo A	95
Figura 66 Percepción de la calidad del aire en verano en Corporativo A.....	96
Figura 67 Niveles de ruido y confort acústico general en Corporativo A	96
Figura 68 Percepción de ruidos a detalle en Corporativo A	97
Figura 69 Niveles de iluminación en general en Corporativo A.....	97
Figura 70 Percepción de niveles de luz a detalle en Corporativo A	98
Figura 71 Percepción de confort en general en Corporativo A.....	98
Figura 72 Percepción de niveles de productividad del personal en Corporativo A	99
Figura 73 Percepción de afectaciones a la salud de los ocupantes en Corporativo A	99
Figura 74 Edades en Corporativo B.....	100
Figura 75 Género en Corporativo B.....	100
Figura 76 Tiempo que han colaborado en el Corporativo B.....	100
Figura 77 Tienen un lugar solo o comparten el espacio de trabajo en Corporativo B...	101
Figura 78 Ubicación del lugar de trabajo cerca de una ventana o en espacios interiores en Corporativo B.....	101
Figura 79 Percepción del confort térmico en invierno en Corporativo B.....	101
Figura 80 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en invierno en Corporativo B	102
Figura 81 Percepción del confort térmico en verano en Corporativo B	102
Figura 82 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en verano en Corporativo B	103
Figura 83 Percepción de la calidad del aire en invierno en Corporativo B.....	103
Figura 84 Percepción de la calidad del aire en verano en Corporativo B.....	104
Figura 85 Niveles de ruido y confort acústico general en Corporativo B.....	104
Figura 86 Percepción de ruidos a detalle en Corporativo B.....	105
Figura 87 Niveles de iluminación general en Corporativo B.....	105
Figura 88 Percepción de niveles de luz a detalle en Corporativo B.....	106
Figura 89 Percepción de confort en general en Corporativo B.....	106
Figura 90 Percepciones de niveles de productividad del personal en Corporativo B....	107
Figura 91 Percepción de afectaciones a la salud de los ocupantes en Corporativo B....	107
Figura 92 Edades en Corporativo C.....	108
Figura 93 Género en Corporativo C.....	108
Figura 94 Tiempo que han colaborado en Corporativo C.....	108
Figura 95 Tienen un lugar solo o comparten el espacio de trabajo en Corporativo C...	109

Figura 96 Ubicación del lugar de trabajo cerca de una ventana o al interior en Corporativo C	109
Figura 97 Percepción de confort térmico en invierno en Corporativo C	109
Figura 98 Percepción de temperatura y variabilidad de ésta en invierno en Corporativo C	110
Figura 99 Percepción de confort térmico en verano en Corporativo C.....	110
Figura 100 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en verano en Corporativo C	111
Figura 101 Percepción de la calidad del aire en invierno en Corporativo C.....	111
Figura 102 Percepción de la calidad del aire en verano en Corporativo C.....	112
Figura 103 Niveles de ruido y confort acústico en general en Corporativo C.....	112
Figura 104 Percepción de ruidos a detalle en Corporativo C.....	113
Figura 105 Niveles de iluminación en general en Corporativo C.....	113
Figura 106 Percepción de niveles de luz a detalle en Corporativo C.....	114
Figura 107 Percepción de confort en general en Corporativo C.....	114
Figura 108 percepción de niveles de productividad del personal de Corporativo C	115
Figura 109 Percepción de afectaciones a la salud de los ocupantes en el corporativo C	115
Figura 110 Edades en Corporativo D.....	116
Figura 111 Género en Corporativo D.....	116
Figura 112 Tiempo que han colaborado en Corporativo D.....	116
Figura 113 Tienen un lugar solo o comparten el espacio de trabajo en Corporativo D.....	117
Figura 114 Ubicación del lugar de trabajo cerca de una ventana o al interior en Corporativo D.....	117
Figura 115 Percepción de confort térmico en invierno en Corporativo D.....	117
Figura 116 Percepción de temperatura y variabilidad de ésta en invierno en Corporativo D.....	118
Figura 117 Percepción de confort térmico en verano en Corporativo D	118
Figura 118 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en verano en Corporativo D	119
Figura 119 Percepción de la calidad del aire en invierno en Corporativo D	119
Figura 120 Percepción de la calidad del aire en invierno en Corporativo D	120
Figura 121 Niveles de ruido y confort acústico en general en Corporativo D.....	120
Figura 122 Percepción de ruidos a detalle en Corporativo D	121
Figura 123 Niveles de iluminación en general en Corporativo D.....	121
Figura 124 Percepción de niveles de luz a detalle en Corporativo D	122
Figura 125 Percepción de confort en general en Corporativo D.....	122
Figura 126 Percepción de niveles de productividad del personal en Corporativo D.....	123
Figura 127 Percepción de afectaciones a la salud de los ocupantes de Corporativo D	123
Figura 128 Edades en Corporativo E	124
Figura 129 Género en Corporativo E.....	124
Figura 130 Tiempo que han colaborado en Corporativo E.....	124
Figura 131 Tienen un lugar solo o comparten el espacio de trabajo en Corporativo E.....	125

Figura 132 Ubicación del lugar de trabajo cerca de una ventana o al interior en Corporativo E	125
Figura 133 Percepción de confort térmico en invierno en Corporativo E	125
Figura 134 Percepción de temperatura y variabilidad de ésta en invierno en Corporativo E	126
Figura 135 Percepción de confort térmico en verano en Corporativo E.....	126
Figura 136 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en verano en Corporativo E	127
Figura 137 Percepción de la calidad del aire en invierno en Corporativo E.....	127
Figura 138 Percepción de la calidad del aire en verano en Corporativo E	128
Figura 139 Niveles de ruido y confort acústico en general en Corporativo E	128
Figura 140 Percepción de ruidos a detalle en Corporativo E.....	129
Figura 141 Niveles de iluminación en general en Corporativo E	129
Figura 142 Percepción de niveles de luz a detalle en Corporativo E.....	130
Figura 143 Percepción de confort en general en Corporativo E	130
Figura 144 Percepción de niveles de productividad del personal en Corporativo E	131
Figura 145 Percepción de afectaciones a la salud de los ocupantes de Corporativo E..	131
Figura 146 Edades en Corporativo F	132
Figura 147 Género en Corporativo F	132
Figura 148 Tiempo que han colaborado en Corporativo F	132
Figura 149 Tienen un lugar solo o comparten el espacio de trabajo en Corporativo F .	133
Figura 150 Ubicación del lugar de trabajo cerca de una ventana o al interior en Corporativo F	133
Figura 151 Percepción de confort térmico en invierno en Corporativo F.....	133
Figura 152 Percepción de temperatura y variabilidad de ésta en invierno en Corporativo F	134
Figura 153 Percepción de confort térmico en verano en Corporativo F	134
Figura 154 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en verano en Corporativo F	135
Figura 155 Percepción de la calidad del aire en invierno en Corporativo F	135
Figura 156 Percepción de la calidad del aire en verano en Corporativo F	136
Figura 157 Niveles de ruido y confort acústico en general en Corporativo F	136
Figura 158 Percepción de ruidos a detalle en Corporativo F	137
Figura 159 Niveles de iluminación en general en Corporativo F	137
Figura 160 Percepción de niveles de luz a detalle en Corporativo F	138
Figura 161 Percepción de confort en general en Corporativo F	138
Figura 162 Percepción de niveles de productividad del personal en Corporativo F.....	139
Figura 163 Percepción de afectaciones a la salud de los ocupantes de Corporativo F ..	139
Figura 164: Interpretación de figuras. Fuente: elaboración propia basado en BUS	141
Figura 165: Resumen de resultados Corporativo A. Fuente: elaboración propia aplicando BUS.....	142
Figura 166: Resultados en temperaturas para corporativo A. Fuente: BUS	143
Figura 167: Resultados en calidad del aire para le corporativo A. Fuente: BUS.....	143

Figura 168: Resultados en niveles de iluminación para el corporativo A. Fuente: BUS	144
Figura 169: Resultados en niveles de ruido para el corporativo A. Fuente: BUS	144
Figura 170: Resultados en control para el corporativo A. Fuente: BUS.....	145
Figura 171: Resultados en diseño para el corporativo A. Fuente: BUS.....	145
Figura 172: Resultados en mantenimiento para el corporativo A. Fuente: BUS	146
Figura 173: Resumen de resultados del corporativo B. Fuente: BUS.....	147
Figura 174: Resultados en temperaturas para el corporativo B. Fuente: BUS.....	147
Figura 175: Resultados en la calidad del aire para el corporativo B. Fuente: BUS.....	148
Figura 176: Resultados en niveles de iluminación para el corporativo B. Fuente: BUS	148
Figura 177: Resultados en niveles de ruido para el corporativo B. Fuente: BUS.....	149
Figura 178: Resultados en control para el corporativo B. Fuente: BUS	149
Figura 179: Resultados en diseño para el corporativo B. Fuente: BUS.....	150
Figura 180: Resultados en mantenimiento para el corporativo B. Fuente: BUS	150
Figura 181: Resumen de resultados del corporativo C. Fuente: BUS.....	151
Figura 182: Resultados en temperaturas para el corporativo C. Fuente: BUS.....	151
Figura 183: Resultados en la calidad del aire para el corporativo C. Fuente: BUS.....	152
Figura 184: Resultados en niveles de iluminación para el corporativo C. Fuente: BUS	152
Figura 185: Resultados en niveles de ruido para el corporativo C. Fuente: BUS.....	153
Figura 186: Resultados en control para el corporativo C. Fuente: BUS.....	153
Figura 187: Resultados en diseño para el corporativo C. Fuente: BUS.....	154
Figura 188: Resultados en mantenimiento para el corporativo C. Fuente: BUS	154
Figura 189: Resumen de resultados del corporativo D. Fuente: BUS	155
Figura 190: Resultados en temperaturas para el corporativo D. Fuente: BUS	155
Figura 191: Resultados en la calidad del aire para el corporativo D. Fuente: BUS.....	156
Figura 192: Resultados en niveles de iluminación para el corporativo D. Fuente: BUS	156
Figura 193: Resultados en niveles de ruido para el corporativo D. Fuente: BUS	157
Figura 194: Resultados en control para el corporativo D. Fuente: BUS.....	157
Figura 195: Resultados en diseño para el corporativo D. Fuente: BUS.....	158
Figura 196: Resultados en mantenimiento para el corporativo D. Fuente: BUS	158
Figura 197: Resumen de resultados del corporativo E. Fuente: BUS.....	159
Figura 198: Resultados en temperaturas para el corporativo E. Fuente: BUS.....	159
Figura 199: Resultados en la calidad del aire para el corporativo E. Fuente: BUS	160
Figura 200: Resultados en niveles de iluminación para el corporativo E. Fuente: BUS	160
Figura 201: Resultados en niveles de ruido para el corporativo E. Fuente: BUS.....	161
Figura 202: Resultados en control para el corporativo E. Fuente: BUS	161
Figura 203: Resultados en diseño para el corporativo E. Fuente: BUS	162
Figura 204: Resultados en mantenimiento para el corporativo E. Fuente: BUS	162
Figura 205: Resumen 1 de resultados del corporativo F. Fuente: BUS	163
Figura 206: Resumen 2 de resultados del corporativo F. Fuente: BUS	164

Figura 207: Resumen 3 de resultados del corporativo F. Fuente: BUS	165
Figura 208: Resumen 4 de resultados del corporativo F. Fuente: BUS	166
Figura 209 Relación entre confort y salud en la Ciudad de México	168
Figura 210 Relación entre confort y productividad en la Ciudad de México	168
Figura 211 Relación entre confort y salud en Corporativo A	175
Figura 212 Relación entre confort y productividad en Corporativo A	176
Figura 213 Relación entre confort y salud en Corporativo B	178
Figura 214 Relación entre confort y productividad en Corporativo B.....	179
Figura 215 Relación entre confort y salud en Corporativo C	181
Figura 216 Relación entre confort y productividad en Corporativo C.....	181
Figura 217 Relación entre confort y salud en Corporativo D	183
Figura 218 Relación entre confort y productividad en Corporativo D	184
Figura 219 Relación entre confort y salud en Corporativo E.....	186
Figura 220 Relación entre confort y productividad en Corporativo E.....	186
Figura 221 Relación entre confort y salud en Corporativo F.....	188
Figura 222 Relación entre confort y productividad en Corporativo F	189
Figura 223 Detalles de los gráficos de percentiles mostrados en el las siguientes páginas	206

Índice de tablas

Tabla 1 Comparación de regulaciones y guías pertinentes a ambientes interiores. Fuente: ASHRAE 62.1.....	37
Tabla 2 Contaminantes comunes del aire exterior. Fuente: ASHRAE 62.1	38
Tabla 3 Niveles de iluminación. Fuente: NOM-025-STPS	41
Tabla 4 análisis estadístico del confort general. Fuente: elaboración propia.....	171
Tabla 5 análisis estadístico de la productividad en general. Fuente: elaboración propia	172
Tabla 6 análisis estadístico de la salud en general. Fuente: elaboración propia	172
Tabla 7 Resultados ANOVA para confort, salud y productividad. Fuente: elaboración propia	173
Tabla 8 Resultados ANOVA para confort y salud. Fuente: elaboración propia.....	173
Tabla 9 Resultados ANOVA para confort y productividad. Fuente: elaboración propia	174

Introducción

De acuerdo con varios estudios, entre ellos el de la Agencia de Protección al Ambiente de Estados Unidos (EPA por las siglas en inglés de *Environmental Protection Agency*) y el U.S. *Consumer Product Safety Commission* (1995) se establece que pasamos aproximadamente el 90% de nuestras vidas dentro de edificaciones, ya sea en casa, educación o trabajo, entretenimiento, culto, etc. Basado en esto, resulta fundamental que el interior de los edificios sean espacios sanos, sin riesgo de enfermedad o fatiga, debido a las malas condiciones interiores por contaminación, mala temperatura, humedad excesiva, niveles inadecuados de iluminación o ruido.

De acuerdo con Yousef (Yousef Al horr, 2016), el Síndrome del Edificio Enfermo (SBS, por las siglas en inglés de *Sick Building Syndrom*) es un grupo de problemas de salud en los ocupantes de un edificio de oficinas y/o vivienda. Los síntomas del SBS que experimentan las personas incluyen irritación de los ojos, nariz y garganta, dolor de cabeza, tos, sibilancias, alteraciones cognitivas, depresión, sensibilidad a la luz, malestar gastrointestinal y otros síntomas parecidos a la gripe. Según el autor, se presentan estos problemas con mayor frecuencia en edificios cerrados, ventilados mecánicamente de manera deficiente, que en los edificios que tienen ventilación natural o mecánica adecuada.

Se realizó un diagnóstico por medio de una muestra, que se estableció basado en la información disponible y un grupo de corporativos que voluntariamente participaron, así como en la opinión del experto de BUS Methodology, el Dr. Adrial Leaman, de las condiciones que tienen las oficinas corporativas en la Ciudad de México en un nivel denominado AAA. La clasificación AAA es el nivel en el que las oficinas fueron diseñadas por arquitectos e ingenieros, bajo las mejores prácticas, en el concepto de la Calidad del Ambiente Interior (CAI) para conocer los niveles de percepción de sus ocupantes de los parámetros de la CAI y en base a esto, proponer posibles soluciones e impulsar la normatividad en México que mejore estas circunstancias y evitar el SBS en los edificios.

Capítulo 1. Antecedentes

1. Antecedentes

A continuación, se presenta el proceso ideación y antecedentes que justifican el seguimiento de la hipótesis y los objetivos a cubrir en esta investigación.

1.1. Metodología del marco lógico

Utilizar la metodología de Marco Lógico (MML) es una herramienta que puede ayudar a los procesos de conceptualización, diseño, ejecución e incluso evaluación de proyectos. Una investigación es un proyecto y utilizar MML contribuye en sus etapas (Ortegón et al, 2015). Para aproximar mejor la situación y entender el problema se utilizó la MML. Se realizó el Árbol de problemas, que se muestra en la Figura 1, donde se parte de una problemática que se detecta en cuanto a la Calidad del Ambiente Interior, sus probables causas y los efectos que se dan.

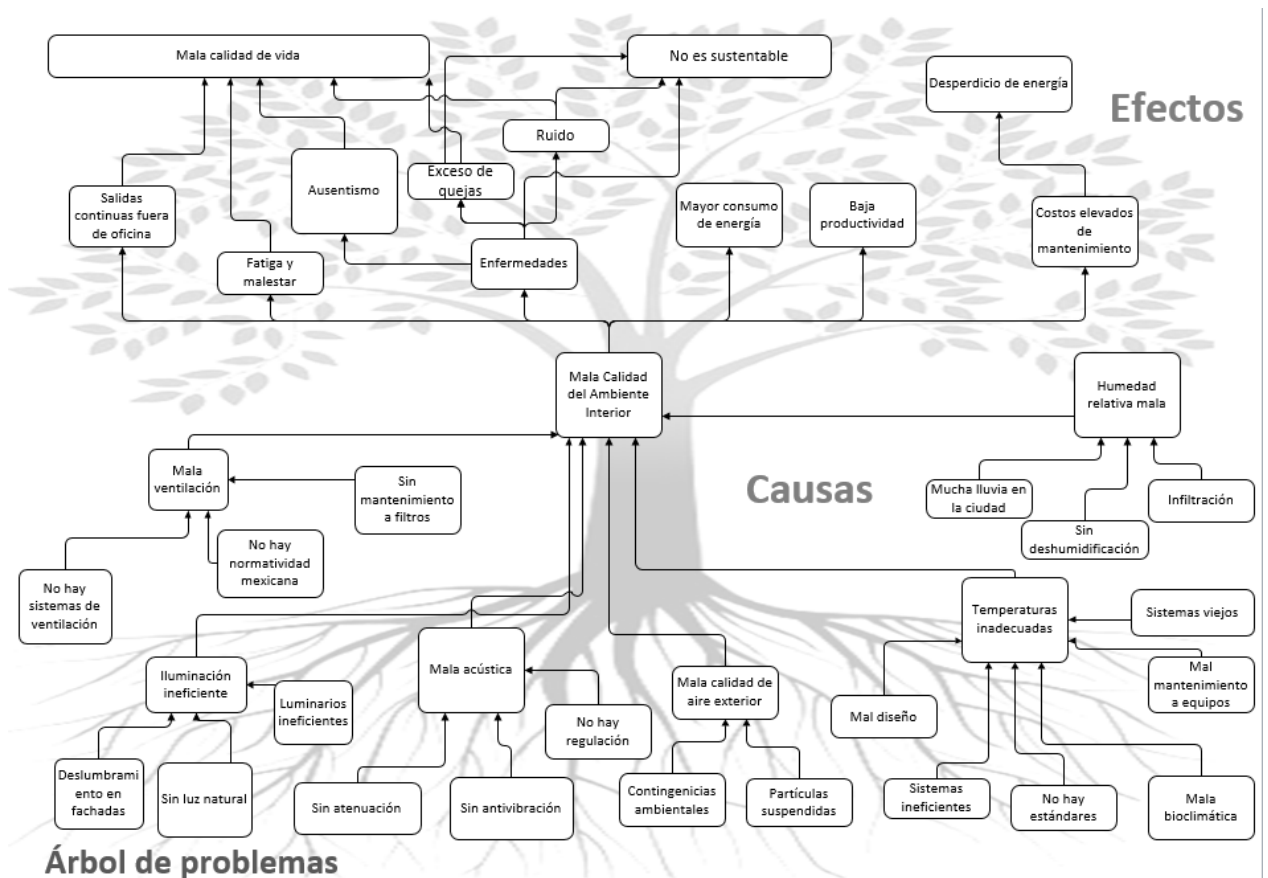


Figura 1 Árbol de problemas. Fuente: elaboración propia

En el Árbol de problemas se establece que las causas de una mala CAI están dados, en primer lugar, por una mala o nula ventilación que ayude a diluir todos los contaminantes que de manera normal se generan en los espacios, como son el bióxido de carbono (CO₂) que emitimos las personas, los Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC por las siglas en

inglés de *Volatile Organic Compounds*) y otros. Como segundo factor, las condiciones de ruido que se pueden tener en los espacios, ya sea generados en el mismo lugar, o bien, lo que viene del exterior. El tercero, considera que hay una variabilidad de la temperatura, causada por las cargas térmicas al interior y las condiciones ambientales, así como un mal control de la humedad, que es propicia para que se generen hongos y sus respectivas esporas.

Si estas condiciones se presentan al interior de los recintos, los efectos que se pueden observar, como parte del SBS, serían enfermedades, sensación de fatiga, de incomodidad y necesidad de salir del espacio, generando baja productividad y ausentismo en las oficinas.

En el correspondiente Árbol de objetivos, se especifican cuáles son los objetivos que se buscan para una Buena Calidad del Ambiente Interior, además de los medios que se pueden tener o se deben desarrollar y los fines que se alcanzarán, y se muestran en la Figura 2.

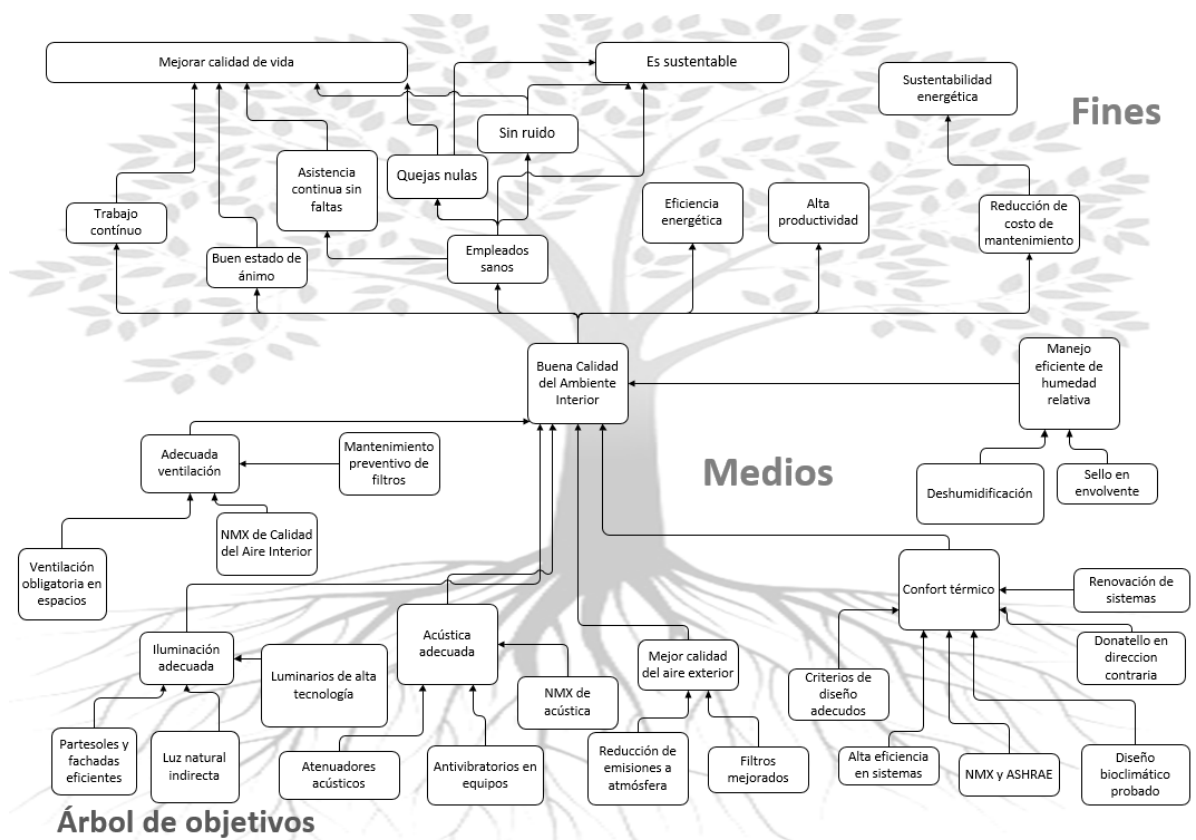


Figura 2 Árbol de objetivos. Fuente: elaboración propia

Si conocemos como se encuentran los edificios, por lo menos de oficinas, que es el sector al que se dirigió este estudio, podremos encontrar las ausencias o deficiencias, las propuestas de posibles soluciones y, sobre todo, crear la agenda para la normalización

necesaria en México, para asegurar que los edificios logren una CAI mínima y esto mejore la vida de los ocupantes, atendiendo los 3 pilares fundamentales de la sustentabilidad, que se describirán a más adelante.

1.2. Preguntas de investigación

Para entender mejor el estado actual de la CAI y dar fundamento a este trabajo, se presentan las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los elementos que conforman la CAI dentro de las oficinas?
- Cuando estos elementos no están presentes o son considerados malos, ¿cómo repercute en la percepción de las personas?
- ¿Qué información se tiene específicamente en la Ciudad de México, relativa a la CAI en oficinas?
- ¿Cómo afecta la CAI a los ocupantes de las oficinas su percepción de salud y productividad en las oficinas?
- ¿Es necesaria una nueva metodología que complemente la actual para la evaluación de la CAI en México?
- ¿De qué manera una comparativa o benchmark contribuiría a la mejora de la CAI en México?

1.3. Hipótesis

Para dar las respuestas de las preguntas, formulamos la hipótesis:

“Existe una relación directa entre una buena Calidad del Ambiente Interior dentro de las oficinas y la percepción de las personas para ser más productivos en sus labores”.

Los objetivos que se persiguen en este trabajo, en base a lo mencionado anteriormente, serían:

1.4. Objetivo general

Determinar por medio de una encuesta y su análisis estadísticos la percepción de las condiciones de Calidad del Ambiente Interior en oficinas corporativas en la Ciudad de México, y su implicación en la percepción de salud y productividad de las personas, utilizando el único sensor holístico que se tiene, que es la percepción del ser humano y la aplicación de la metodología de BUS.

1.5. Objetivos particulares

- Analizar una muestra representativa de los edificios corporativos en la Ciudad de México, para hacer un acercamiento a la situación a nivel ciudad.
- Hacer un análisis de cada uno de los edificios encuestados, para diagnosticar sus condiciones de Calidad del Ambiente Interior.
- Utilizar una herramienta de comparación (*Benchmarking*) para encontrar similitudes y diferencias en los edificios de la Ciudad de México, con edificios a nivel internacional.

- Proponer la normativa que se deberá de desarrollar en México para mejorar las condiciones de Calidad del Ambiente Interior para México.

2. Marco teórico

De acuerdo con el proceso de certificación para interiores de oficinas Fitwel (Center for Active Design, Inc., 2019) en donde menciona que, basados en los estudios realizados por la Organización Mundial para la Salud (WHO por sus siglas en inglés de *World Health Organization*), entre 2011 a 2025, las pérdidas económicas acumuladas, debido a las enfermedades no transmisibles (NCDs por las siglas en inglés de *Non-Communicable diseases*) bajo el escenario de “diseñar como siempre¹”, en los países emergentes y en vías de desarrollo, se estiman en al menos \$ 7.0 trillones de dólares.

La WHO calcula que el costo de reducir esta carga mundial de NCDs es de \$11.2 mil millones de dólares por año, que significaría una inversión de \$1 a \$3 dólares per cápita.

De acuerdo con Fitwel, el aumento en los niveles de estrés que se tiene en la población adulta está también contribuyendo a la mala salud. Los empleadores cada vez son más conscientes del impacto que los costos relacionados con la salud tienen en sus presupuestos y resultados. Según el Instituto de Beneficios Integrados (*Integrated Benefits Institute*), las pérdidas de productividad relacionadas con cuestiones de salud cuestan a las empresas en los Estados Unidos, más de \$ 225 mil millones de dólares anuales. Diversas investigaciones que han revisado la WHO demuestran como las buenas prácticas y la creación de políticas públicas para el diseño de espacios de oficinas puede beneficiar significativamente la salud y la productividad de los empleados.

Diferentes estudios, como el de Joseph G. Allen, Piers MacNaughton, Usha Satish (Allen e. a., 2015), de manera histórica han demostrado que el diseño de ambientes de oficina interiores puede impactare positivamente en la población en general. Por ejemplo, en el siglo XIX, cuando la mayoría de las muertes en el mundo fueron causadas por enfermedades infecciosas como el cólera, la tuberculosis y la fiebre amarilla, las ciudades utilizaron como herramienta los mejores diseños para mejorar los puntos de contagio de dichas enfermedades. Una vez que se reglamentaron los diseños de edificios para aumentar la disponibilidad de agua potable, mejorar la iluminación por medios naturales y artificiales y, sobre todo, la calidad del aire en los espacios, muchas ciudades experimentaron una reducción drástica de enfermedades infecciosas.

En el trabajo de Allen (2015), menciona que, de acuerdo con la WHO, para los espacios de trabajo en las edificaciones, presentan muchos riesgos para la salud de los empleados ya que nos exponemos inevitablemente a fuentes de contaminación interior hasta el desalentar la actividad física durante las jornadas de trabajo. Más allá de los beneficios a la salud de cada uno de los individuos, el fomentar un ambiente saludable puede también resultar en la disminución de los costos por atención médica e incrementar la

¹ Muchos de los diseñadores hemos aprendido en México por una práctica que se pasa de generación a generación, más que en una educación formal, generando el diseño por costumbre y más basada en reglas de dedo, que en aspectos teórico – practicos.

productividad. En Estados Unidos, las tasas anuales de ausentismo son del 3% para los empleados del sector privado, generando un costo de \$ 2,074 dólares por empleado al año, pero si le sumamos los costos de pérdida de productividad debido a enfermedades crónicas, estas se estima que llegan a \$ 225 mil millones de dólares anuales. Si tomamos todos estos datos, la salud de los empleados se vuelve una alta prioridad para cualquier organización.

2.1. Sustentabilidad

El término de “sustentabilidad” ha tenido muchas transformaciones a lo largo de los años, hasta llegar a los conceptos universales que se manejan hoy en día.

2.1.1. Definición

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano en la Ciudad de Estocolmo, Suecia, en el año de 1972 (Calvente, 2007), se origina el Programa Ambiental de las Naciones Unidas (*United Nations Environmental Program – UNEP*). UNEP da la siguiente definición:

“Proveer liderazgo y compromiso mutuo en el cuidado del medio ambiente inspirado, informado y posibilitando a las naciones y personas el mejoramiento de su calidad de vida, sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras” (Calvente, 2007).

Después de este primer acercamiento, se lleva a cabo en 1983 la creación de la Comisión Mundial del Ambiente y Desarrollo (*World Commission of Environment and Development – WCED*) que presidió Gro Harlem Bruntland, la primer ministra de Noruega, emitiendo el “Reporte Bruntland – RB”, donde se identifican ya los 3 pilares de la sustentabilidad, el **económico**, el **ambiental** y el **social**.

Del libro “Del desarrollo sostenible según Bruntland a la sostenibilidad como biomimesis” (Segura, 2002) se tiene la siguiente definición del concepto de desarrollo sustentable, según el RB:

“El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”

De acuerdo con Segura, el RB define a la sostenibilidad² solo basado en la dimensión ecológica, ya que por desarrollo entiende: “La satisfacción de las necesidades y aspiraciones humanas es el objetivo principal del desarrollo” (Segura, 2002).

² En este trabajo se están utilizando los términos de sustentabilidad y sostenibilidad como sinónimos, debido a que la Real Academia de la Lengua Española así lo permite.



Figura 3 Los pilares de la sustentabilidad. Fuente: Adaptada al español de (Ashby, 2016)

2.2. La sustentabilidad objetivo de las edificaciones

Tomando la definición de sustentabilidad, debemos de considerar que no es un tratamiento de una sola vez o de un producto, sino que es un “tratamiento” de aplicación continua y por tanto que se puede aplicar al concepto de edificación, que de manera holística para estos, las consideraciones de una edificación serían su sitio donde está ubicado, sus interiores, las condiciones que tienen sus ocupantes, su operación y mantenimiento y la comunidad donde están situados (USGBC, 2015). El proceso para una edificación sustentable debe de basarse en todo el ciclo de vida de éste, desde su conceptualización y pasando por la extracción de materias primas, construcción, hasta la operación y el mantenimiento, y de ser posible, el fin del ciclo de vida, ya sea para reutilización o demolición de estos. De esta manera, al analizar el sistema completo, las decisiones para generar una edificación sustentable son más certeras y exitosas.

Analizando los 3 pilares de la sustentabilidad en la edificación, el primero en darle un sentido específico fue John Elkington (Elkington, 1999), definiendo lo que se conoce como el “Triple Bottom Line” que incorpora una visión de largo plazo para las mejores prácticas de los edificios:

- **Personas (Capital Social)** – Refiriéndose a todas las personas que se ven involucradas en el proceso del edificio, desde la conceptualización, el diseño, construcción, vivir en él, trabajar en él, la comunidad donde se ubica y la comunidad que se ve influenciada.
- **Planeta (Capital natural)** – Todos los beneficios y costos que puede tener un proyecto en un ambiente natural, desde lo local hasta lo global y los recursos para su construcción y operación.

- **Prosperidad (Capital económico)** – Todos los costos, basado en términos de economía y los beneficios o rentabilidad para todos los agentes de cambio, además de los dueños.

Estos 3 pilares se muestran en la Figura 3 ya traducida.

Por lo descrito, podemos decir que un edificio sustentable es aquel que toma en cuenta el equilibrio entre el negocio o rentabilidad de edificar, con el menor impacto negativo al medio ambiente, pero ocupándose del bienestar de las personas que intervengan en la vida útil del edificio, sobre todo, los que lo ocuparán.

2.3. Parámetros de la edificación sustentable

Para hacer más práctica la definición de los parámetros que involucran a la edificación sustentable, utilizaré la herramienta más comercial en México, sobre la certificación de edificios, que generó el *United States Green Building Council* (USGBC por las siglas en inglés) desde el año de 1998, que es la certificación LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), que establece los siguientes parámetros o conceptos a medir (USGBC, 2015):

- **Ubicación y transporte:** Antes de iniciar al diseño y construcción del edificio, es necesario analizar y revisar el contexto de la comunidad donde éste estará ubicado, los servicios que tiene y la forma de llegar y salir del edificio. Se parte del hecho de que un edificio se ubicará en un lugar adecuado, que reduzca su impacto negativo al medio ambiente, que no crezcan las manchas urbanas y, de preferencia, en lugares previamente desarrollados y con una conectividad adecuada, es decir, una fácil accesibilidad desde diferentes lugares, desincentivando el uso del vehículo unitario.

En otras palabras, todos los terrenos inicialmente se encontraban sin desarrollo, sin servicios y, sobre todo, con una diversidad de flora y fauna que fueron desplazadas para los nuevos desarrollos; es por esto que la primera intención de una edificación sustentable será no tener desarrollos dentro de tierras agrícolas, tierras inundables, como cuencas de ríos o lagos, respetar los hábitats de especies en peligro de extinción, tanto en flora como en fauna, o ubicarse cerca de cuerpos de agua. Otra excelente práctica para seleccionar un predio sería utilizar los que se encuentren reconocidos como terrenos contaminados, como serían terrenos de gasolineras u otros tipos, como lo define la EPA (*Environmental Protection Agency* de Estados Unidos) “*Significa bienes inmuebles, cuya expansión, reurbanización o reutilización puede ser complicada por la presencia o presencia potencial de una sustancia peligrosa, contaminante o dañina*”, remediando dichos terrenos con tecnologías adecuadas, principalmente bajo los procedimientos de la misma EPA de Estados Unidos de acuerdo a los estándares ASTM E1527-05 y ASTM E1903-97.

Cuando hablamos del entorno que rodea al sitio, se busca que desde el predio los usuarios tengan acceso de manera peatonal a los diferentes servicios básicos, como pueden ser farmacias, tiendas de conveniencia, tintorerías, bancos, lugares de culto, restaurantes, etc. para poder llegar a estos sin necesidad de utilizar algún vehículo automotor, siendo también lo ideal el poder vivir cerca del lugar de trabajo.

En el tema de movilidad, es importante desincentivar el uso del automóvil, ya sea por acceso a transportes masivos, como son autobuses, metro, trenes ligeros, etc., o bien por acceso a ciclovías para poder circular en bicicleta de manera segura.

Si el uso del automóvil sigue siendo necesario, lo que se pide en los edificios es que los estacionamientos no se realicen teniendo una huella en el terreno al aire libre. Es decir, que se realicen en sótanos o utilizando la menor área posible dentro del terreno, además de favorecer vehículos de uso eficiente de combustible, de bajas emisiones, o bien, con tecnologías híbridas o motores eléctricos, así como crear políticas de autos compartidos. Es preferible que varias personas puedan llegar en el mismo vehículo, haciendo lo que en México se conoce como “rondas”.

- **Sitios sustentables:** Ya elegida la ubicación, se deberán seleccionar las estrategias del manejo el sitio durante su preparación y construcción, para disminuir los impactos negativos, tanto del proceso de construcción, como de la vida útil del edificio (U. S. GBC, 2014). La afectación que se puede tener de un sitio seleccionado, hacia su biorregión, los escurrimientos del agua cuando llueve, y la comunidad que rodea al sitio, ayudará a determinar cómo éste puede contribuir a una comunidad o vecindario sustentable.

Las primeras consideraciones que se deben de tomar en cuenta, en la etapa de diseño del proyecto serían:

- Contar con suficientes áreas abiertas alrededor del proyecto, o bien, incorporar espacios abiertos al proyecto o la comunidad, incluyendo la posibilidad de azoteas verdes, que implican espacios naturales donde se pueda regenerar la biodiversidad de flora y fauna, sobre todo de insectos y pequeños animales. Al fin y al cabo, ese era su hogar antes de la edificación.
- Hacer un análisis detallado del clima que tiene el proyecto, conociendo la calidad del aire al exterior, las temperaturas, precipitaciones y los vientos dominantes del terreno. Si las condiciones del aire en el lugar donde estará nuestro edificio no son adecuadas, en cuanto a los diferentes contaminantes y partículas suspendidas, se deberán de tener consideraciones especiales a la hora de querer utilizar este aire para diluir los otros contaminantes que se generan en el interior.
- Que el terreno de preferencia sea un espacio previamente desarrollado, es decir, que ya cuente con todos los servicios como drenaje, agua de servicios, fuentes de energía, etc., y que no sea un área restringida o agrícola.

- Verificar que tipo de especies, tanto de flora como de fauna, podrían estar utilizando el sitio o se verán afectadas con el proyecto. Y si son especies en peligro de extinción, evitar el uso de dicho terreno.
- Revisar los niveles de precipitación pluvial ya que, al cambiar la permeabilidad del terreno, por la nueva construcción. Esta agua, que seguirá cayendo en el terreno, en lugar de ir a parar a los drenajes de las calles, se puede captar, contener y, de preferencia filtrar para utilizarla en el sitio, o bien, infiltrarla para alimentar los mantos acuíferos subterráneos.

Si bien, en el manejo de sitio se busca que se tengan espacios abiertos con jardines, es imprescindible el que estos sean diseñados de manera que utilicen especies nativas o adaptadas, para evitar una contaminación o modificación de la biodiversidad del sitio. Muchas veces ha pasado que un proyecto quiere introducir flora no nativa que, en lugar de favorecer al ambiente, puede causar un problema en la localidad, al no ser una especie endémica.

- **Eficiencia de manejo de agua:** Los edificios son los mayores consumidores de agua potable. Se busca tener una gran eficiencia en dicho consumo, su captación posterior al uso, tratamiento y reúso del agua dentro de los edificios, empezando por las áreas de vegetación que pueda tener el edificio, reduciendo al mínimo sus requerimientos de riego y en caso de necesitarlo, hacerlo con agua tratada o recolectada de lluvia, así como la selección de muebles y accesorios de baño y limpieza, que sean de alta eficiencia y bajo consumo de agua.

Para el consumo de agua en el interior, se tiene de manera directa, la de contacto humano, como pueden ser los lavamanos, regaderas, tarjas de cocina y todo sistema que surte agua para contacto directo con el cuerpo, sin considerar el agua de consumo o bebible. Estos sistemas de agua para contacto humano deberán usar agua de cierta calidad de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana *NOM-127-SSAI-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que se debe someterse el agua para su potabilización*, la cual fue revisada y actualizada en el 2000. Como se menciona, esta agua para contacto humano se debe captar después de su uso y se conduce hacia el drenaje, considerándose normalmente como agua gris y puede ser tratada para su potabilización de manera sencilla. Dichas aguas de contacto humano, no puede provenir de plantas de tratamiento, ya que la tecnología de estas sería muy costosa y con gran consumo de energía.

El segundo consumo al interior de agua es la dedicada a los muebles de baño, como tasas (o conocidos como *Water Closets* – por las siglas en inglés *WC*), mingitorios y demás muebles sanitarios, la cual no tiene contacto con humanos. De estos muebles sale como desecho hacia el drenaje, las aguas negras, las cuales también pueden ser tratadas con diferentes tecnologías y reutilizadas en los mismos muebles de baño, en

el riego de áreas vegetadas o en procesos como enfriamientos evaporativos a través de torres de enfriamiento u otros servicios en el edificio.

Hoy en el mercado ya se han desarrollado diferentes sistemas y muebles de baño de manera comercial, los cuales han reducido considerablemente el uso de agua y son los ideales para instalar en las edificaciones.

- **Consumo de energía e impactos a la atmósfera:** La intención es tener edificios de alto desempeño y eficiencia en el consumo de energía. Si disminuimos los consumos de energía y utilizamos métodos alternativos de generación, reduciremos la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera. El ideal de esta categoría sería llegar al concepto de Cero Neto (Net Zero) que significaría que el edificio, a lo largo de un año, puede generar por medios renovables, el 100% de la energía que consume a lo largo de ese mismo año.

De acuerdo con el libro del USGBC: *LEED® Core Concepts Guide: An Introduction to LEED and Green Building* (U. S. GBC, 2014), las edificaciones son uno de los principales consumidores de energía y, por lo tanto, de emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Por otro lado, de acuerdo con el reporte global de las Naciones Unidas (UN, 2017), en relación con el sector de la construcción, en cuanto a las emisiones, la eficiencia y la resiliencia de los edificios, este sector de la edificación continúa con un crecimiento con un estimado en 2016 de 235 mil millones de m², y con un consumo creciente desde 2010 cercano a 119 EJ para llegar a 2016 a 125 EJ, que se muestra en la siguiente figura:

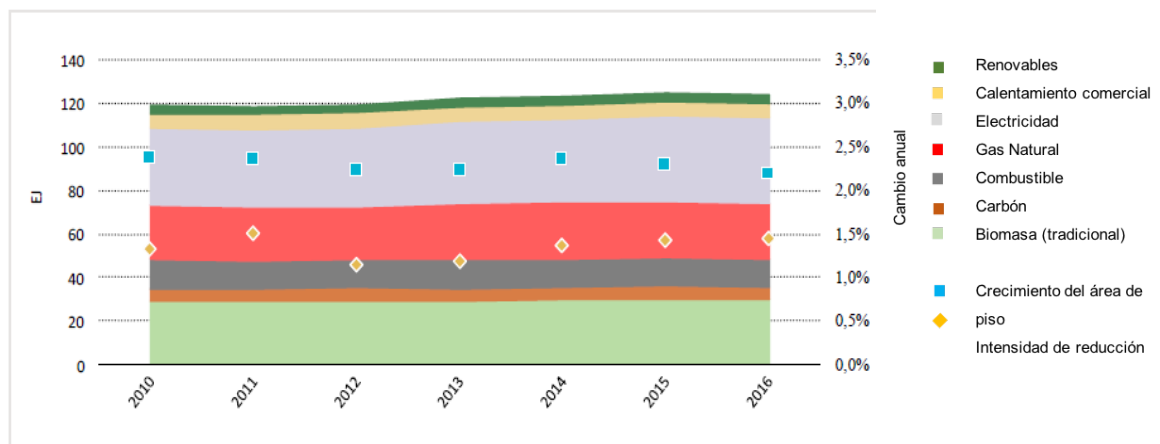


Figura 4 Consumo de energía en edificios global por tipo de combustible. Fuente: *Towards a zero-emission* (UN, 2017)

Pero, a pesar de estos incrementos, en cuanto a la emisión de carbono por parte de los edificios, parece que se tuvo un tope máximo de alrededor de 9.5 giga toneladas de CO₂ (GtCO₂) en el año de 2013 y de ahí se ha tenido una disminución para llegar a

9.0 GtCO₂ en 2016, sin embargo, no son tan buenas noticias ya que parte de esa reducción tiene que ver con el decremento del uso de carbón en la generación eléctrica, aunque hay que considerar el aumento poblacional.

La intensidad de uso de energía en los edificios, en términos del consumo de energía por m², sigue mejorando su tasa media anual en alrededor del 1.5%. Por otro lado, la edificación sigue creciendo alrededor del mundo en un 2.3% más m² al año, compensando las “mejoras” de la intensidad energética y por lo tanto opacándolo. Si continuamos con estas tendencias, será cada vez más difícil lograr las ambiciosas metas que se han establecido en los diferentes tratados y pactos ambientales en el mundo, de lograr una reducción de 2° C o menos.

Cabe mencionar que, aunado a lo anterior, se debe considerar la fuente energética, sobre la cual el desarrollador tiene poca o nula injerencia. Lamentablemente en nuestro país, la meta de incorporación de energías renovables en el balance energético nacional cumplirá la meta para el 2024 de un 35%.

Se tienen muchas estrategias y oportunidades para la reducción de gases de efecto invernadero a la atmósfera en esta industria de la construcción, desde el uso de tecnologías cada vez más eficientes en los sistemas que consumen energía, así como en la creación de políticas públicas que obliguen a la reducción de consumos de energía y, la motivación de lograr certificaciones de eficiencia energética para los edificios.

El lograr una renovación o reconfiguración energética de los edificios existentes resultan una gran oportunidad para avanzar en la búsqueda de tener edificios de alto desempeño, sobre todo en los países miembros de la OCDE (por las siglas en inglés de *Organization for Economic Co-operation and Development*) donde se estima que el 65% de los edificios que se esperan tener para el año 2060, ya se están construyendo en estos días.

Dentro de estos compromisos que se han establecido a nivel global, en términos de reducciones de emisiones, se tienen 193 países que han emitido sus compromisos nacionales de contribución – NDCs (por las siglas en inglés de *Nationally Determined Contributions*) de esos, solo 132 han hecho mención específica al sector de la edificación, de acuerdo con la figura 5:

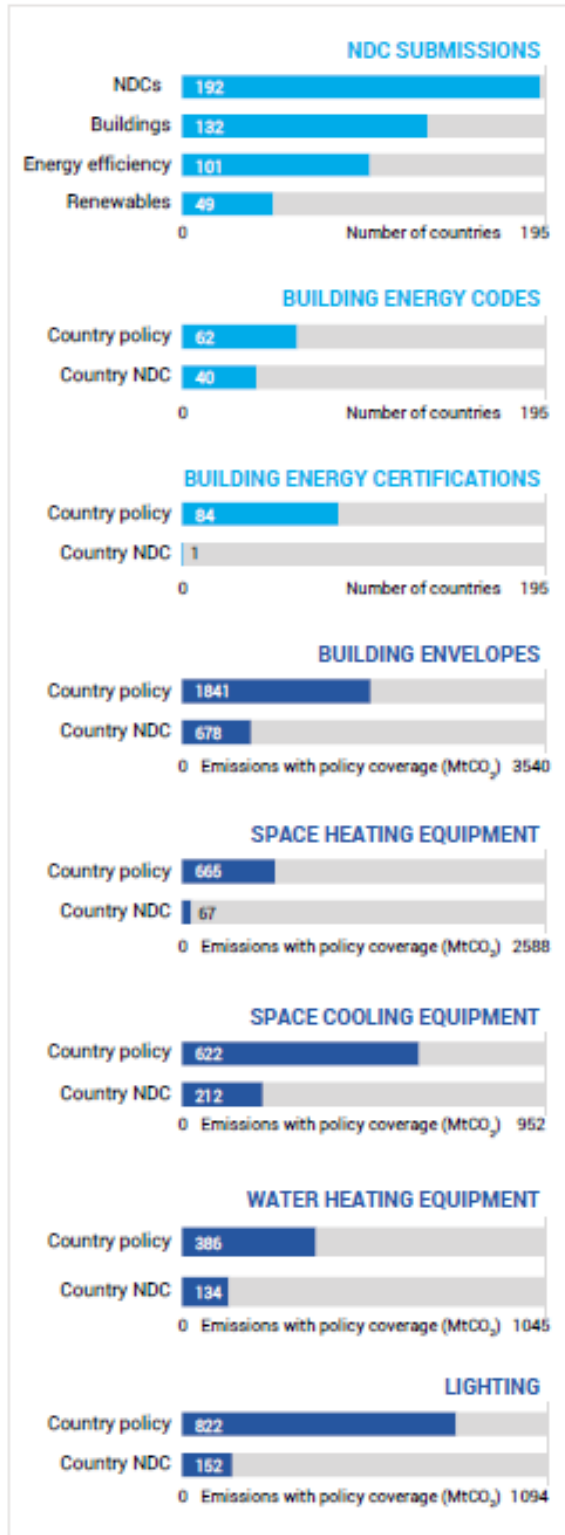


Figura 5 Alcances de NDCs y políticas de edificación. Fuente: *Towards a zero-emission* (UN, 2017)

Como se mencionó, para el 2016, el sector mundial de la edificación consumía alrededor de 125 EJ, esto es un 30% del uso total de energía en el mundo. Si en el

De los 195 países involucrados, solamente 192 han emitido sus NDCs y 132 hacen la mención hacia la edificación

En cuanto a normativas de energía para la edificación, 62 países lo tienen a nivel nacional y 40 lo integran a sus NDC

Y en cuanto a una certificación de eficiencia energética, la tienen 84 países y solo 1 de NDC

En cuanto a la reducción de emisiones, se ha logrado por una política de diseño de envolventes en edificios, más de 1,840 MtCO₂ y por regular los equipos de calefacción para los espacios, 665, así como para el enfriamiento, si los países lo regulan, logran una disminución de 622.

Con la regulación a nivel país, en cuanto al calentamiento de agua para servicios, se logra una disminución de emisiones de 386 y por el tema de iluminación, en cuanto a tecnología de luminarias, 822 MtCO₂.

sector de la construcción incluimos la manufactura de materiales para los edificios, como son el cemento y el acero, este consumo se incrementa en unos 26 EJ, acercándose al 6% del estimado mundial de consumo de energía, ver la Figura 6:

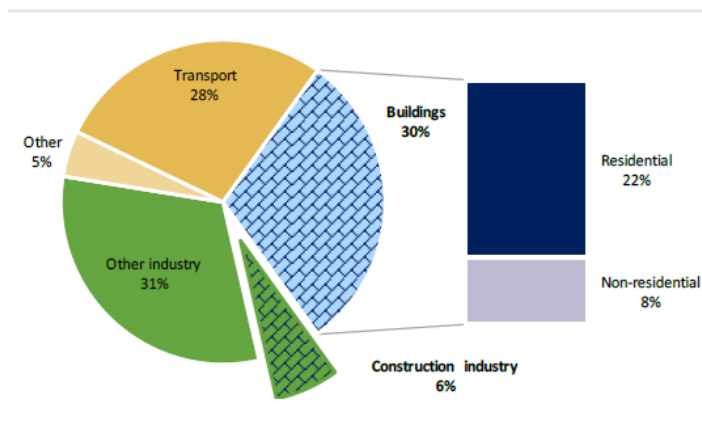


Figura 6 Consumo energético global por sector en 2015. Fuente: Towards a zero-emission (UN, 2017)

Con esto, podemos concluir que los edificios y la construcción son los responsables de más del 35% del consumo global de energía y cerca del 40% de las emisiones de CO₂ relativas a energía.

Basado en lo anterior, una edificación sustentable tiene que ser vista desde un punto de vista holístico para garantizar su eficiencia energética, iniciando por la envolvente, para reducir los requerimientos de acondicionamiento, siguiendo por todos los sistemas que consumen la energía, para que sean lo más eficientes posibles.

- **Materiales y recursos:** Durante la construcción y la operación de los edificios, se genera una gran cantidad de residuos y se utiliza una enorme cantidad de materiales y recursos, que se deberá de considerar en el Análisis su Ciclo de Vida, tanto de los materiales, como la edificación completa (Simonen, 2014). Se busca también cambiar la cultura del concepto de “basura” por residuos, su separación y su reciclaje de la mayor parte de estos.

Los materiales son la base de los edificios en los que vivimos y trabajamos. Si revisamos la naturaleza propia de los materiales y recursos se hace más evidente el posible impacto ambiental generado por estos (U. S. GBC, 2014), así como los costos asociados a la extracción, producción, transporte, su consumo y disposición final. En un edificio sustentable, es imprescindible el minimizar los impactos debidos a los materiales y llevar a cabo un análisis de ciclo de vida de estos.

Las ya conocidas 3 R's de Reducir, Reutilizar y Reciclar, toman mucha relevancia en estos procesos, empezando por la reducción y sobre todo el reciclado de materiales.

La conservación real de los recursos materiales comienza con la reducción de materiales nuevos y el reúso y el reciclado para producir nuevos materiales, desde las etapas tempranas de un proyecto, es decir, desde el diseño. Si pensáramos en el reúso de los edificios existentes que hay, sobre todo, en los centros de las ciudades de México y el mundo, que han sido abandonados o están en desuso, sería una de las mejores estrategias que se podrían aplicar.

Uno de los temas más importantes para la reducción de materias primas es, en definitiva, la separación y reciclaje de los materiales, haciendo una correcta separación de los residuos que se producen, tanto en la construcción de las edificaciones, así como en la operación normal de estas. Crear una política interna de separación de residuos, ya no solo en orgánicos e inorgánicos, si no que estos últimos se deberán de separar en papel, plásticos, metales, etc. Para garantizar la facilidad en el proceso de reciclaje.

En el libro de *LEED® Core Concepts* (U. S. GBC, 2014), se dan excelentes estrategias para la conservación de materiales analizando el ciclo de vida de un proyecto, entre las que están:

- El reúso de edificios o bien, el reúso de los materiales ya manufacturados.
- Planes para comunidades más compactas y uso de espacios ya desarrollados.
- El diseño de estructuras modulares reduce el desperdicio y rechazo de residuos en la construcción debido a los ajustes en obra.
- Y promover la creación de centros de reutilización de suministros y materiales de oficinas, así como el reciclaje del papel y de todos los insumos normales de uso cotidiano en los edificios.

De acuerdo con la EPA de Estados Unidos, se estima que las emisiones de gases de efecto invernadero provocados por los residuos que salen de los edificios es considerable y que solo en Estados Unidos, se reciclan en la actualidad 32% de los residuos sólidos, que equivalen al bióxido de carbono que emiten 40 millones de vehículos circulando.

Si logramos llevar el reciclaje a rangos del 35% puede resultar en una reducción de 5 millones de toneladas métricas de dióxido de carbono, de acuerdo con la EPA, *Measuring Greenhouse Gas Emissions from Waste (2010)*.

Para la mayoría de los consumidores es todo un reto la identificación de qué productos realmente son sustentables. Como el interés en estos temas ha crecido, se han creado diferentes herramientas para la identificación de estos, como son las “Declaraciones Ambientales de Productos” (EPD por las siglas en inglés de *Environmental Product Declaration*) que ya en México se pueden realizar, para describir de manera clara cuales fueron los impactos que se generaron para producir un material y sus estrategias de disposición final.

- **Calidad del ambiente interior:** El ser humano en promedio pasa el 90% de su vida dentro de un edificio, por lo que estos deberán de tener un ambiente de calidad, sano y que nos permita desarrollar diferentes actividades. Recordemos que en la *Triple Bottom Line*, se considera el tema de las personas, por lo que los edificios tienen que considerar un ambiente sano y adecuado para ellos y es el motivo de este trabajo.

2.4. La Calidad del Ambiente Interior (CAI)

Desde los principios de la humanidad, nos hemos preocupado por tener un ambiente seguro y confortable en interiores. Los seres humanos han buscado condiciones adecuadas donde habitar. Desde las épocas del filósofo griego Sócrates (470-399 AC) enseñaba a sus discípulos que la orientación de las edificaciones era fundamental para tener casas cálidas en invierno y frescas en verano (Almeida R.M.S.F., 2015).

2.4.1. Definición

De acuerdo con Almeida (2015), el concepto de la CAI es muy amplio y complejo y depende de diferentes variables como son la temperatura, humedad relativa, velocidad del aire, flujo de aire, los ocupantes, la emisión de contaminantes, el ruido, los niveles de iluminación, etc. y los agrupa en las siguientes categorías principales:

- Confort térmico
- Calidad del aire al interior
- Confort visual
- Confort acústico

Almeida (2015), ofrece una forma figura de interpretar al edificio y sus implicaciones hacia la CAI, que aquí la adapto al español:

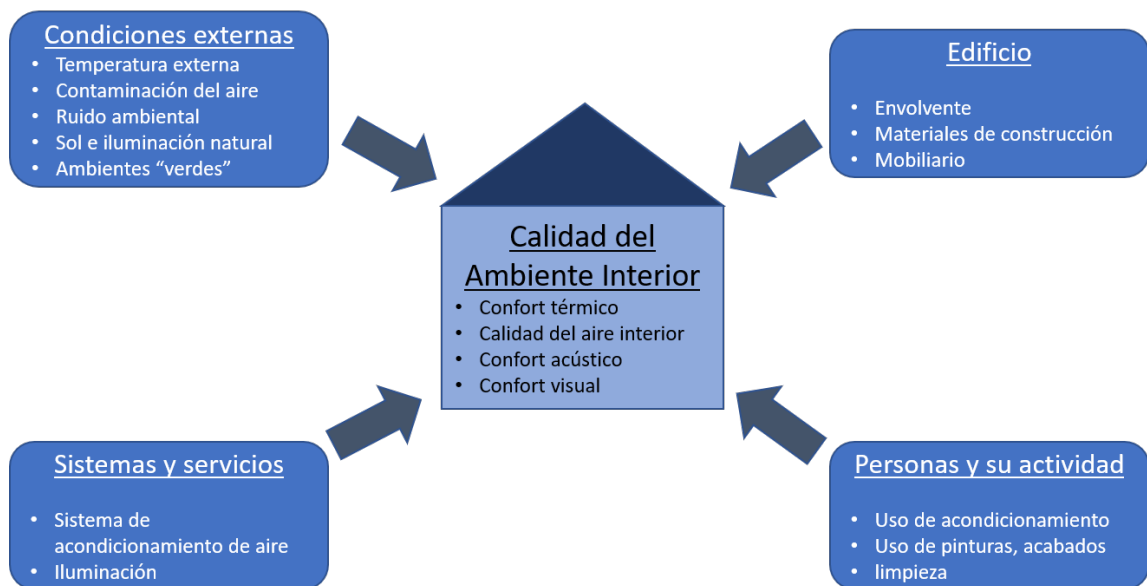


Figura 7 Calidad del ambiente interior. Fuente: Adaptada y traducida de ALMEIDA 2015

Para darnos una idea de los efectos que tiene la calidad del ambiente en el desempeño de las personas, sobre todo en oficinas, tomo como referencia el artículo de Wyon y Wargocki (Wyon, 2013) sobre los efectos de la CAI en su productividad. En él se mencionan que las repercusiones para las personas son en el corto plazo por la combinación de los diferentes factores que se mencionan en este trabajo y se pueden observar incluso cuando no hay efectos observables en la comodidad o en la intensidad de los síntomas relacionados con la salud.

Partiendo del hecho que el principal propósito de una oficina es proveer espacios internos con ambientes confortables para trabajar, en el año de 2014, Wyon y Wargocki encontraron que se reduce generalmente el rendimiento de trabajo, pero con poco o ningún efecto sobre la precisión, ya que, aunque se disminuye el desempeño, los ocupantes son capaces de tener logros con un rango de error aceptable, sin embargo, las tareas que si se ven afectadas son aquellas que requieren de concentración, memoria y pensamiento original.

2.4.2. Impacto de la CAI en edificaciones

De acuerdo con el *World Green Building Council - WGBC* (World Green Building Council, 2014) que realizó un estudio de Salud, bienestar y productividad en oficinas, en colaboración con varios países del mundo, incluidos México, menciona que la inversión que hacen los empresarios en los corporativos, incluyendo los salarios y beneficios, normalmente se traduce en el 90% de los costos de operación de la empresa (como se muestra en la Figura 8). Al ser un monto tan significativo la productividad del recurso humano o cualquier factor que impacte en su capacidad de trabajo representan un gran tema financiero para cualquier organización, siempre digno de consideración.

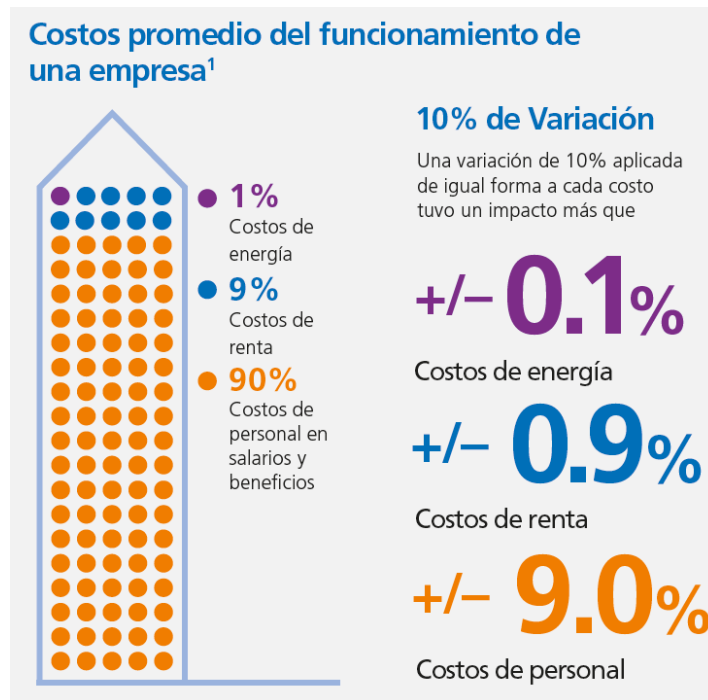


Figura 8 Costo promedio del funcionamiento de una empresa. Fuente: (World Green Building Council, 2014)

De acuerdo con el estudio mencionado del WGBC, lo que puede percibirse como una mejora pequeña en la salud y bienestar de los empleados, realmente representa una consecuencia significativa para los empleadores.

2.4.3. Normatividad actual en México en cuanto a CAI

Soy colaborador especialista del el Organismo Nacional de Normalización y Certificación en la Construcción y la Edificación (ONNCCE), el cual es una sociedad civil y de cobertura nacional que tiene como propósito contribuir a la mejora de la calidad de los productos, procesos, sistemas y servicios. El ONNCCE es un organismo registrado y avalado por la Dirección General de Normas (DGN), dependiente de la Secretaría de Economía, para el desarrollo de Normas Mexicanas (NMX), las cuales son de aplicación voluntaria. El ONNCCE está certificado por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) que es la primera entidad de gestión privada en México para acreditar a los Organismos de la Evaluación de la Conformidad.

He colaborado en diferentes grupos de trabajo del ONNCCE en la redacción de normas mexicanas y en esta etapa, decidimos que, por la ausencia de métodos regulatorios o normas sobre el tema de la CAI, se necesitaba la creación de un Grupo de Trabajo – GT denominado “GT – Calidad Ambiental” con el objetivo de establecer un programa de trabajo continuo para dar un marco normativo en torno a la CAI en la edificación en México.

Se realizó una convocatoria a los diferentes grupos y especialistas que podrían estar involucrados en esta tarea, como son el académico, los especialistas, los contratistas, diseñadores, proveedores de materiales y equipos, así como a las autoridades federales y locales a que se integraran al GT

Como primer paso se revisó la reglamentación y las normas existentes, encontrando que el tema no se había considerado, ni en el directorio existente de Normas Oficiales Mexicanas (NOM), ni en las Normas Mexicanas (NMX) así como tampoco en los diferentes Reglamentos de Construcción locales vigentes. En nuestro país solo se utilizaban y se hacían referencia a Normas Extranjeras, como las del *American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers* (ASHRAE), entre otras, sin sustento legal para ser exigidas en los diseños y en la construcción.

El objetivo de este GT fue establecer un camino para establecer las condiciones mínimas que deben de tener las edificaciones en México. Con el objetivo de que sean espacios sanos y confortables para sus ocupantes, se desarrolló una línea de trabajo para la generación de las NMX pertinentes. Se sumaron interesados para redactar normativa.

Decidimos iniciar adaptando el estándar ISO 7730 para crear la Norma Mexicana NMX-C-7730-ONNCCE-2018 (ONNCCE, 2018) que lleva por nombre “Industria de la Construcción – Ergonomía del ambiente térmico – Determinación analítica e interpretación del confort térmico mediante el cálculo de los índices VME y PPD y los criterios de confort térmico local”, soy coordinador del GT. Dicha NMX ya fue publicada

en el Diario Oficial de la Federación el día 26 de junio del presente año, para entrar en vigencia el 25 de agosto de 2019.

No fue trabajo simple, ni inmediato, y seguiremos convocando a los especialistas y los interesados hasta lograr tener un marco normativo mínimo, para que los edificios sean confortables y sanos, cumpliendo todos los parámetros de la CAI, que a continuación se describen:

2.4.4. *Parámetros de la CAI*

Se definen a continuación los parámetros que componen esta CAI ya normada en México. Se entiende que cada persona tiene una percepción diferente de cada uno de ellos, pero hay rangos aceptables para la mayoría de los individuos:

2.4.4.1. *Ergonomía térmica*

El ambiente térmico, o confort térmico tiene un gran peso en la satisfacción del ambiente de los trabajadores en las oficinas y en la productividad de los mismos. Kang (Kang, 2017) reporta que en 2005 se llevó a cabo una encuesta, parecida a la aplicada en este trabajo, a 26 diferentes oficinas en Europa. Mostró que uno de los factores más importantes para los ocupantes sobre la CAI, es justamente la satisfacción con la temperatura interior en los espacios.

De acuerdo con el ASHRAE 55 (*American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers*) (ASHRAE, 2004), la definición de confort térmico es:

“Esa condición de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico y se determina mediante una evaluación subjetiva” (ASHRAE, 2004).

Como se ve, es una definición que deja abiertas muchas aristas y deja en claro que la evaluación del confort es un proceso cognitivo que tiene muchos aspectos que lo afectan, como el físico, fisiológico, psicológico y otros procesos que dificultan la implementación de un mecanismo directo con el que se pueda valorar el confort con mediciones. Es por ello que la percepción colectiva de los usuarios nos acerca a una condición más acertada de cada espacio por lo que la utilización de instrumentos para monitorear la percepción es indispensable. Al ser un problema tan complejo, es que nace la necesidad de este trabajo y del estudio de estas condiciones percibidas por los usuarios de los corporativos. (ASHRAE, 2017).

La sensación térmica que vive un ser humano está relacionada, en primer lugar, con el equilibrio térmico global de su cuerpo, el cual depende de su actividad física, la vestimenta que use, así como de los llamados “parámetros ambientales: temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad del aire” (ONNCCE, 2018). De acuerdo con la Norma NMX-C-7730-ONNCCE-2018, se deberán de encontrar los parámetros ambientales a través del Voto Medio Estimado (VME) y su índice es el Porcentaje Estimado de Insatisfechos (PEI), que se definen:

“El VME es un índice que refleja el valor medio de los votos emitidos por un grupo numeroso de personas respecto de una escala de sensación térmica de 7 niveles basado en el equilibrio térmico del cuerpo humano”. (ONNCCE, 2018)

Se encuentra el equilibrio térmico cuando la producción interna el calor del cuerpo humano es igual a la pérdida hacia el medio ambiente y la sensación de esta persona es de confort.

“El PEI es un índice que establece una predicción cuantitativa del porcentaje de personas que se sentirán insatisfechas por notar demasiado frío o demasiado calor.”
(ONNCCE, 2018)

De acuerdo con la NMX, las personas “térmicamente no satisfechas” son las que salen del rango, es decir, cuando se les pregunta su percepción, votan por muy caluroso, caluroso, poco caluroso, neutral, poco frío, frío o muy frío, dando una escala de 7 niveles y los “térmicamente satisfechos” simplemente votan por el valor 4, que no representa ni frío ni calor.

La incomodidad de las personas ya sea por el frío o el calor del cuerpo en su conjunto, son expresadas por este VME y el PEI, pero la insatisfacción térmica también puede ser causada por un aumento o disminución de temperatura en una parte específica del cuerpo, y esto se conoce como *incomodidad local*. La causa más común de dicha incomodidad son las corrientes de aire o a la exposición a una temperatura radiante elevada o por una diferencia de temperatura anormal entre los pies y la cabeza.

Por lo anteriormente expuesto es que todos los trabajos de investigación en relación con el confort térmico y la satisfacción de los ocupantes se basan en una encuesta para poder establecer el VME y el PEI y llegar a que, si la insatisfacción no rebasa el 20%, se puede considerar que en las oficinas hay un nivel de confort térmico aceptable. Como en este trabajo se analizan oficinas en la Ciudad de México, la mayor actividad dentro de ellas es de forma ligera o sedentaria, que da mayor sensibilidad a la incomodidad local.

De acuerdo con Wyon y Wargocki (Wyon, 2013), se ha encontrado que las temperaturas elevadas incrementan el nivel de CO₂ final (ETCO₂ es un indicador de "acidosis" leve, que es un aumento en la concentración de CO₂ en la sangre y disminuyen la saturación de oxígeno en la sangre (SpO₂), que probablemente es perjudicial para el trabajo mental.

2.4.4.2. Calidad del aire interior

Este es otro aspecto realmente importante que afecta el confort humano dentro de las oficinas y por lo tanto, un factor de productividad (Kang, 2017). La mala calidad del aire en el interior puede causar una baja en la productividad e inclusive el llamado Síndrome del Edificio Enfermo – SBS cuyos síntomas pueden ser dolores de cabeza, somnolencia y fatiga mental.

La definición que establece el ASHRAE, en cuanto a aire con calidad es:

“Aire en el que no se conocen contaminantes en concentraciones nocivas según lo determinan las autoridades competentes y en el que una gran mayoría (80% o más) de las personas expuestas no presentan insatisfacción” (ANSI/ASHRAE, 2013).

De nuevo, se presenta un valor subjetivo y justifica el uso de encuestas para determinar el porcentaje de satisfacción hacia la percepción de contaminantes en el aire.

Las principales fuentes de contaminación en el interior de las oficinas vienen del edificio, sus acabados, los muebles, el equipamiento y los mismos ocupantes. Por esto se requiere de una ventilación de aire exterior, para diluir dichos contaminantes y mejorar la calidad del aire y su respectiva percepción.

De acuerdo con diferentes normativas, la Tabla 1 presenta una comparativa de requerimientos de niveles máximos de contaminantes, tanto en niveles de exigencia, como los voluntarios.

	Niveles de exigencia y/o regulatorios			Niveles de guías y referencias que no son de exigencia			
	NAAQS/EPA (Ref. B-4)	OSHA (Ref. B-5)	MAK (Ref. B-2)	Canadian (Ref. B-8)	WHO/Europe (Ref. B-11)	NIOSH (Ref. B-13)	ACGIH (ref. B-1)
Bioxido de carbono		5,000 ppm	5,000 ppm 10,000 ppm [1 h]	3,500 ppm [1]		5,000 ppm 30,000 ppm [15 min]	5,000 ppm 30,000 ppm [15 min]
Monóxido de Carbono ^c	9 ppm ^g 35 ppm [1 h] ^g	50 ppm	30 ppm 60 ppm [30 min]	11 ppm [8h] 25ppm [1 h]	90 ppm [15 min] 50 ppm [30 min] 25 ppm [1 h] 10 ppm [8 h]	35 ppm 200ppm [C]	25 ppm
Formaldehido ^h		0.75 ppm 2 ppm [15 min]	0.3 ppm 1 ppm ⁱ	0.1 ppm [1] 0.05 ppm [1] ^g	0.1 mg/m ³ (0.081 ppm) [30 min] ^g	0.016 ppm 0.1 ppm [15 min]	0.3 ppm [C]
Plomo	1.5 µg/m ³ [3 meses]	0.05 mg/m ³	0.1 mg/m ³ 1 mg/m ³ [30 min]	Minimizar exposición	0.5 µg/m ³ [1 a]	0.050 mg/m ³	0.05 mg/m ³
Dioxido de nitrógeno	0.05 ppm [1 a]	5 ppm [C]	5 ppm 10 ppm [5 min]	0.05 ppm 0.25 ppm [1 h]	0.1 ppm [1 h] 0.02 ppm [1 a]	1 ppm [15 min]	3 ppm 5 ppm [15 min]
Ozono	0.12 ppm [1 h] ^g 0.08 ppm	0.1 ppm	j	0.12 ppm [1 h]	0.064 ppm (120 µg/m ³) [8 h]	0.1 ppm [C]	0.05 ppm ^k 0.08 ppm ^k 0.1 ppm ^m 0.2 ppm ⁿ
Partículas ^c <2.5 µm MMAD ^g	1.5 µg/m ³ [1 a] ^g 65 µg/m ³ [24 h] ^g	5 mg/m ³	1.5 mg/m ³ para <4 µm	0.1 mg/m ³ [1 h] 0.040 mg/m ³ [1]			3 mg/m ³ [C]
Partículas ^c <10 µm MMAD ^g	50 µg/m ³ [1 a] ^g 150 µg/m ³ [24 h] ^g		4 mg/m ³				10 mg/m ³ [C]
Radón				800 Bq/m ³ [1 a]			
Dióxido de azufre	0.03 ppm [1 a] 0.14 ppm [24 h] ^g	5 ppm	0.5 ppm 1 ppm ⁱ	0.38 ppm [5 min] 0.019 ppm	0.048 ppm [24 h] 0.012 ppm [1 a]	2 ppm 5 ppm [15 min]	2 ppm 5 ppm [15 min]
Total de Partículas ^c		15 mg/m ³					

Tabla 1 Comparación de regulaciones y guías pertinentes a ambientes interiores. Fuente: ASHRAE 62.1

La comparativa es realizada entre: la *National Ambient Air Quality Standards* (NAAQS) emitida por la *Environmental Protection Agency* (EPA) de los Estados Unidos, la *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) del departamento de trabajo de los Estados Unidos, la Comisión para la Investigación de Peligros para la Salud de Compuestos Químicos en el Área de Trabajo (MAK por sus siglas del alemán) de la República Federal de Alemania, del departamento de salud de Canadá (*Canadian*), de la Organización Mundial de la Salud (OMS – WHO por sus siglas en inglés) en su división europea, el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) del Centro de Control de Enfermedades de Estados Unidos y la *American Conference of Governmental Industrial* (ACGIH) de los Estados Unidos.

Como vemos, muchos de estos contaminantes se tienen de manera constante en los interiores de las oficinas y no es posible eliminarlos, por lo que se deberán de diluir por medio de aire exterior de renovación. El problema radica entonces también, en la calidad del aire exterior en el lugar del edificio. De acuerdo con el mismo estándar del ASHRAE,

se deberán de revisar los contaminantes en el ambiente donde está el edificio, para decidir qué tipo de tratamiento deberá de tener este aire exterior. La Tabla 2 los presenta.

Contaminante	Largo plazo			Corto plazo		
	Concentración promedio			Concentración promedio		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	
Dióxido de azufre	80	0.03	1 año ^b	365	0.14	24 horas ^a
Partículas (PM 10)	50	---	1 año ^{b,g}	150	---	24 horas ^a
Partículas (PM 2.5)	15	---	1 año ^{b,e}	65	---	24 horas ^f
Monóxido de carbono				40,000	35	1 hora ^a
				10,000	9	8 horas ^a
Oxidantes (ozono)					0.08	8 horas ^c
					0.12	1 hora ^h
Dióxido de nitrógeno	100	0.053	1 año ^b			
Plomo	1.5	---	3 meses ^d			

Tabla 2 Contaminantes comunes del aire exterior. Fuente: ASHRAE 62.1

En base a esta tabla, podemos encontrar muchos lugares, como por ejemplo el de la Ciudad de México, que es nuestra ubicación de estudio, donde estos niveles pueden estar por arriba y requieran un tratamiento, ya sea filtración mecánica u otras, para poder diluir los contaminantes regulares al interior de los espacios. Lamentablemente esta buena práctica recomendada, porcas veces es implementada.

Pero ¿Cómo afecta la mala calidad del aire a la productividad?

“La mala calidad del aire puede conducir a una acidosis leve, de la misma manera como lo hace la temperatura elevada, ya que se ha observado que reduce la emisión de CO₂ de los ocupantes (Bako-Biro et al., 2005). Si es así, esta puede ser la razón por la cual ambos factores tienen efectos similares. Satish et al. (2012) han demostrado recientemente que el aumento artificial de la concentración de CO₂ ambiental puede disminuir el rendimiento, lo que sugiere que el CO₂ ambiental puede ser considerado como un contaminante en lugar de un indicador de la baja tasa de suministro de aire exterior” (Wyon, 2013)

2.4.4.3. Acústica en espacios interiores

De acuerdo con Kang (Kang, 2017), el confort acústico es uno de los factores de la CAI que más preocupan al interior de las oficinas. Las investigaciones han demostrado que una mala calidad acústica genera en los ocupantes de las oficinas una baja en la productividad y hasta problemas de salud. En su artículo expone que el silencio es un requerimiento básico para el interior de una oficina y la satisfacción del confort acústico, pero existen siempre varios tipos o fuentes de emisión de ruido en las oficinas, como son el tráfico al exterior del edificio, el ruido de las conversaciones, de maquinaria, de los sistemas de aire acondicionado y ventilación y de las actividades humanas.

Uno de los efectos más comunes causados por el ruido, es la pérdida auditiva paulatina (ASHRAE, 2017). Aquí se define que el “ruido” es todo sonido no deseado y que el sonido se convierte en ruido cuando:

- es demasiado fuerte, haciéndolo incómodo o haciendo complicada una conversación.
- es inesperado
- es incontrolado
- se presenta en el momento inadecuado, por ejemplo, en las noches
- contiene tonos no deseados
- contiene información no deseada o que distrae, como una conversación telefónica al lado.
- es desagradable, como un goteo de una llave
- conlleva experiencias desagradables, como el volar de un mosquito.
- es una combinación de los mencionados

Para lograr un nivel acústico aceptable para los ocupantes, se requiere conocer los niveles de presión de sonido y la calidad del mismo sonido, que los factores que influyen en esa calidad son:

- Volumen
- Percepción de tono
- Balance de frecuencias
- Estridencia
- Fluctuación del tiempo y la frecuencia
- Vibración

Predecir la respuesta de las personas a cualquier sonido es, en el mejor de los casos, un concepto estadístico y en el peor, muy incorrecto, esto debido a que la respuesta a un sonido no solo es fisiológica, sino también psicológica y depende de la actitud variable de quien lo escucha.

2.4.4.4. Niveles de iluminación

La luz es un requerimiento indispensable para todo tipo de oficinas y su calidad inevitablemente repercute en los ocupantes de estas, tanto en el confort como en la productividad.

De acuerdo con Kang, como muchas fuentes de luz al interior, la luz de día (llamada luz natural) es la fuente ideal para dar la mejor visión al ojo humano, logrando altos niveles de confort sin causar un impacto al ambiente. La importancia de la iluminación natural y las ventanas en la oficina para los ocupantes no se debe solo a las necesidades físicas de los ocupantes para la vista y la luz, sino también a sus necesidades psicológicas para su buen desempeño de tareas y labores en las oficinas.

Para el tema de la luz artificial, se busca que cada espacio en las oficinas, dependiendo de la actividad que se realice, tengan los niveles de luz adecuados, lo que está regulado en México por la NOM-025-STPS (Secretari de Trabajo y Protección Social, 2008), que es la Norma Oficial Mexicana de la Secretaría de Trabajo y Protección Social. Se muestran los niveles de iluminación en la Tabla 3.

Niveles de iluminación

Tarea visual del puesto de trabajo	Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación (luxes)
En exteriores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Exteriores generales: patios y estacionamientos.	20
En interiores: distinguir el área de tránsito, desplazarse caminando, vigilancia, movimiento de vehículos.	Interiores generales: almacenes de poco movimiento, pasillos, escaleras, estacionamientos cubiertos, labores en minas subterráneas, iluminación de emergencia.	50
En interiores: a nivel general	Áreas de circulación y pasillos: salas de espera; salas de descanso; cuartos de almacén; plataformas; cuartos de calderas.	100
Requerimiento visual simple: inspección visual, recuento de piezas, trabajo en banco y máquina.	Servicios al personal: almacenaje rudo, recepción y despacho, casetas de vigilancia, cuartos de compresores y pailería.	200
Distinción moderada de detalles: ensamble simple, trabajo medio en banco y máquina, inspección simple, empaque y trabajos de oficina.	Talleres: áreas de empaque y ensamble, aulas y oficinas.	300

Distinción clara de detalles: maquinado y acabados delicados, ensamble de inspección moderadamente difícil, captura y procesamiento de información, manejo de instrumentos y equipo de laboratorio	Talleres de precisión: salas de cómputo, áreas de dibujo, laboratorios.	500
Tarea visual del puesto de trabajo	Área de trabajo	Niveles mínimos de iluminación (luxes)
Distinción fina de detalles: maquinado de precisión, ensamble e inspección de trabajos delicados, manejo de instrumentos y equipo de precisión, manejo de piezas pequeñas.	Talleres de alta precisión: de pintura y acabado de superficies y laboratorios de control de calidad.	750
Alta exactitud en la distinción de detalles: ensamble, proceso e inspección de piezas pequeñas y complejas, acabado con pulidos finos.	Proceso: ensamble e inspección de piezas complejas y acabados con pulidos finos.	1,000
Alto grado de especialización en la distinción de detalles.	Proceso de gran exactitud. Ejecución de tareas visuales: <ul style="list-style-type: none"> • de bajo contraste y tamaño muy pequeño por periodos prolongados; • exactas y muy prolongadas, y • muy especiales de extremadamente bajo contraste y pequeño tamaño. 	2,000

Tabla 3 Niveles de iluminación. Fuente: NOM-025-STPS

Como se puede observar en la Tabla 3, los niveles de iluminación son los que dan el confort a los interiores de las oficinas y deberán de ser especificados desde diseño y verificados en sitio.

2.4.5. Repercusiones de la calidad del ambiente interior

En el mundo se han escrito diferentes artículos y documentos sobre la salud y productividad en edificios sustentables, siendo uno muy relevante el estudio de caso “*Health and Productivity in Sustainable Buildings*”, coordinado por Buro Happold – BH, el Ministerio de economía Británico, el Consejo Mundial de Edificación Sustentable

(WGBC por las siglas en inglés de *World Geen Building Council*) y el Consejo Polaco de Construcción Sustentable (Buro Happold Engineering, 2015), en el cual se menciona que, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (WHO por las siglas en inglés), la salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social y no simplemente la ausencia de malestar o enfermedad.

Las condiciones ambientales dentro de los edificios tienen un impacto directo en nuestra salud, que es lo que ha llevado a muchos países a crear regulaciones para las diferentes tipologías de edificaciones, incluyendo las oficinas, que es el sector al que me estoy refiriendo en el presente trabajo.

En el documento, Buro Happold menciona las relaciones que se deben de establecer para hablar de una edificación sustentable, de acuerdo con la siguiente figura:



Figura 9 Marco de métricas y relaciones clave. Fuente: Traducción de Buro Happold

En ella se toma la estructura del “*Triple Bottom Line – TBL*” (Afzala, 2017) que es la forma de representar los pilares de la sustentabilidad considerando los temas económicos, el medio ambiente y para nuestro tema, el aspecto social.

En el documento coordinado por Buro Happold, en lugar de tomar los 3 pilares del TBL, colocan las condiciones físicas de los ocupantes, la percepción de estos y el aspecto financiero y las relaciones entre los tres.

2.4.6. Relevancia de la productividad y su relación con la CAI

Cuando se trata de establecer la relación directa que tiene la CAI dentro de los espacios ocupados y en especial en las oficinas corporativas que abarca el presente trabajo, el primer indicador será el Síndrome del Edificio Enfermo (SBS por las siglas en inglés de *Sick Building Syndrome*) (Abdul-Wahab, 2011). Los citados autores hacen un análisis de

los efectos del SBS en la salud de las personas y estos síntomas influyen en el desempeño laboral, impactando en su vida; por otro lado, también se trata sobre los costos económicos generados por el mismo SBS.

Una de las maneras más directas de medir el impacto de la productividad por una mala CAI está en el ausentismo, que de acuerdo con la certificación Fitwel, para estados unidos representa un promedio del 3% de los ocupantes, generando pérdidas para las empresas americanas de \$2,074 dólares por empleado por año.

El incremento de los diferentes contaminantes que se emiten al interior de un espacio, debido a los materiales y los muebles, además de los ocupantes, esto puede afectar negativamente la salud de los ocupantes, aumentando la prevalencia de la membrana mucosa, así como los síntomas cutáneos o generales, parecidos a una gripa. Si esta molestia la perciben más del 20% de los ocupantes en un sitio, es cuando se presenta el SBS.

Si tomamos en cuenta el lograr la reducción de contaminantes en el aire interior de las oficinas, esto dará una buena calidad del aire, reduciendo la existencia de síntomas y, por lo tanto, la característica del SBS, con lo que se verán afectados de manera positiva el desempeño individual de los ocupantes, generando por consecuencia un incremento general de la productividad.

En el estudio realizado por Wargocki (Wargocki, 1999), se investigó estas condiciones modificando los niveles de contaminación que resultó en una variación de la percepción de la calidad del aire y generando síntomas de SBS. Las mediciones realizadas de los parámetros de la CAI fueron la temperatura y la humedad relativa del aire, la concentración de bióxido de carbono en el ambiente, así como la concentración de los compuestos orgánicos volátiles, de manera continua y en cada una de 6 estaciones de trabajo. También se realizaron mediciones continuas de los niveles de ruido a nivel general en el cuarto del experimento.

Se realizó el estudio durante dos semanas, cambiando las condiciones de CAI de manera aleatoria solicitándoles hacer tareas específicas de oficina para poder medir su desempeño en cuanto a trabajo completado en determinado lapso.

Dentro de los resultados se encontró que los ocupantes en promedio escribían hasta un 6.5% menos de caracteres en la computadora cuando se afectaban la CAI, se cometían un 5% más de errores de escritura y entre un 2.5% y un 3.8% se realizaron menos tareas cambiando las condiciones de CAI. También se encontró que, además de la baja de desempeño, se incrementó el número de personas que presentaron dolores de cabeza por afectaciones a su salud.

Wargocki concluye que, a mejor percepción de la CAI, los síntomas de SBS disminuyen y la productividad se incrementa en los espacios con baja contaminación y todos los parámetros de la CAI en niveles adecuados.

Como podemos ver en este y otros estudios que se han realizado a lo largo de los años, se determina que, si los ocupantes perciben una mala calidad del ambiente interior, tiene un efecto directo en su absentismo, su morbilidad, y en definitiva, en su desempeño, que se traduce en productividad en las oficinas.

3. Normatividad mexicana de CAI

Como se mencionó, uno de los objetivos de este trabajo es poder contribuir a generar política pública. La regulación por medio de normatividad permitirá que los interiores de los edificios sean sanos, estableciendo una serie de parámetros mínimos hacia el diseño, construcción y operación de los edificios.

3.1. Jerarquía de las normas jurídicas en México

De acuerdo con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el artículo 133 menciona:

“Artículo 133. Esta Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los Tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión. Los jueces de cada Estado se arreglarán a dicha Constitución, leyes y tratados, a pesar de las disposiciones en contrario que pueda haber en las Constituciones o leyes de los Estados.”

Versa que la primera jerarquía siempre será la norma constitucional. En complemento al artículo 133 y de acuerdo con la misma Carta Magna se tiene la siguiente clasificación jerárquica:

- 1.- La constitución federal
- 2.- Las leyes federales y tratados
- 3.- Las leyes ordinarias
- 4.- Los decretos
- 5.- Los reglamentos
- 6.- Las normas jurídicas individualizadas

En el tema de la edificación, la aplicación de la jerarquía puede llegar a ser complicada e incluso no tan clara, ya que se tienen autoridades locales, que son los Estado y Municipios, que tienen su normatividad específica en este rubro para dar los permisos de construcción, así como los estudios de impacto ambiental. En el caso de los Estados, cada uno cuenta con su propia constitución estatal, sus leyes ordinarias y sus reglamentos.

Las leyes y decretos, así como el reglamento no son un punto de injerencia directa de los particulares, sino de los diferentes órdenes de gobierno, los particulares podemos entonces participar en la redacción y revisión de las Normas Mexicanas, bajo el esquema que se menciona a continuación:

3.2. Normas mexicanas

Con base al artículo 2 del Reglamento Interior de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, es la Secretaría de Economía, a través de la Dirección General de Normas (DGN), la responsable de operar el Catálogo Mexicano de Normas (Secretaría de Economía, 2019).

De acuerdo con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), existen básicamente tres tipos de normas en México:

3.2.1. Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

Son regulaciones técnicas de carácter obligatorio, las cuales son realizadas por las dependencias normalizadoras competentes, a través de los Comités Consultivos Nacionales de Normalización, de acuerdo con lo que establece el artículo 40 de la LFMN. Las NOM regulan productos, procesos o servicios, cuando estos pueden representar un riesgo para las personas, animales y vegetales, así como el medio ambiente en general.

Las NOM se pueden consultar de manera gratuita, por su carácter de obligatorio y están disponibles en la siguiente página web: <http://www.economia-noms.gob.mx/noms/inicio.do> y este listado fue obtenido íntegramente de lo publicado en el Diario Oficial de la Federación. (Diario Oficial de la Federación, 2020).

3.2.2. Normas Mexicanas (NMX)

Son elaboradas por alguno de los organismos nacionales de normalización o por la Secretaría de Economía, conforme al artículo 54 de la LFMN la cual prevé el uso común y repetido de reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a los productos, procesos, instalaciones, sistemas, actividades, servicios o métodos de producción u operación. También son conocidas como “normas de calidad” y son de aplicación voluntaria.

Los Organismos Nacionales de Normalización (ONN) son personas morales con el objetivo principal de la elaboración de las NMX en las materias en las que se registren por la DGN, y al momento existen los siguientes 10 ONN:

- Sociedad Mexicana de Normalización (NORMEX)
- Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC)
- Asociación de Normalización y Certificación (ANCE)
- Instituto Nacional de Normalización Textil (INNTEX)
- Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación (ONNCCE)
- Normalización y Certificación Electrónica (NYCE)
- Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus derivados (COFOCALEC)
- Centro de Normalización y Certificación de Productos (CNCP)
- Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero (CANACERO)

- Organismo Nacional de Normalización de Productos Lácteos AC (ONNPROLAC)

Como se observa, cada uno de los 10 organismos tiene un giro y un campo de aplicación, por lo que en lo relativo a este trabajo, se ha colaborado de manera muy estrecha con el ONNCCE, para el desarrollo de la normatividad de Calidad del Ambiente Interior de las edificaciones.

3.2.3. Normas de Referencia (NFR)

Son elaboradas por las entidades de la administración pública para aplicarlas a los bienes o servicios que adquieren, arrienden o contraten, cuando las normas mexicanas o internacionales no cubran los requerimientos de estas o sus especificaciones resulten obsoletas o inaplicables. Ejemplo de organismos que han desarrollado NFR son: Petróleos Mexicanos (PEMEX) y la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

3.3. Normas no mexicanas

Cuando no se tenga una norma en México, dentro del esquema de los 3 tipos de normas mencionados en el punto 2 de este capítulo, se pueden considerar las siguientes normas:

3.3.1. Normas internacionales

Es la norma, lineamiento o documento normativo que emite un organismo internacional de normalización u otro organismo internacional relacionado con la materia, reconocido por el gobierno mexicano en los términos del derecho internacional.

México tiene firmados convenios con organismos internacionales como la *International Organization for Standardization* (ISO) que desarrolla y publica estándares internacionales, la Comisión Electrotécnica Internacional o *International Electrotechnical Commission* (IEC) que es específica para el campo de la electro tecnología, el Codex Alimentarius (CODEX) que es un conjunto de normas, directrices y de prácticas aprobados por la misma comisión en el campo de la alimentación, la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) que es una asociación civil sin fines de lucro, que agrupa a organismos nacionales de normalización de las Américas, entre otros organismos.

Al ser México signatario de acuerdos con estos organismos y participe en los comités técnicos de algunos de ellos, es que se reconocen sus normas, directrices y lineamientos.

3.3.2. Normas extranjeras

Una Ley o norma extranjera es aquella regla de derecho o disposición de carácter general, abstracto y permanente que ha sido generalmente creada en legislación extranjera o por un organismo internacional para regular los comportamientos sociales, económicos o políticos en un determinado Estado o territorio, que no es el territorio mexicano.

Como ejemplos de estas normas se pueden encontrar los siguientes:

- *American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers* (ASHRAE), que es la sociedad de ingenieros en aire acondicionado, calefacción y

ventilación con su origen en Estados Unidos y que busca y difundir las artes y técnicas del diseño, construcción y operación de sistemas en ese campo.

A pesar de que en México se tienen 3 Capítulos de representación del ASHRAE, en Ciudad de México, Monterrey y Guadalajara, sus lineamientos y estándares son considerados solamente como buenas prácticas en nuestro país.

- *American Society of Testing Materials (ASTM)*, que es la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales, que es una organización de normas que desarrolla y publica acuerdos voluntarios de normas técnicas en el rubro de materiales, productos, sistemas y servicios.
- *National Fire Protection Association (NFPA)* que es la Asociación Nacional de Protección contra el Fuego, fundada también en Estados Unidos y es la encargada de crear y mantener normas y requisitos mínimos para la prevención de los incendios, utilizados por los bomberos americanos, como por el personal encargado de la seguridad.

Al igual que el ASHRAE, se tiene un Capítulo en México de la NFPA, pero solo se aplican sus documentos como buenas prácticas.

- *Chartered Institution of Buildings Services Engineers (CIBSE)* Institución Autorizada de Ingenieros de Servicios de Construcción, es la asociación internacional de ingenieros profesionales con sede en Londres y que representa a ingenieros de servicios de construcción. Es una asociación muy similar al ASHRAE, pero con aplicaciones principalmente en el continente europeo.

Estas asociaciones extranjeras, que principalmente reúnen a especialistas en los temas de edificación, no son reconocidas directamente por el gobierno mexicano, ni se tienen convenios de colaboración, por lo que la aplicación de sus requerimientos, normas y estándares son voluntarios y principalmente aplican en proyectos que buscan certificaciones internacionales, como las ya mencionadas.

3.4. Normalización en México

Papa poder describir lo que estamos trabajando en cuanto a la normalización³ en México, es importante entender cómo debe de ser esta, en base a sus principios:

3.4.1. Principios de la normalización

De acuerdo con el Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y la Edificación (ONNCCE), que es el organismo encargado por la Dirección General de Normas, para la redacción de las Normas Mexicanas (NMX), en el rubro de la construcción y la edificación, la normalización es el conjunto de actividades que tiene por objeto establecer especificaciones de distintas clases a productos, procesos o servicios, así como la forma de evaluar dichas especificaciones, encaminadas a la mejora de la calidad y la competitividad.

La redacción de una NMX, es un proceso cíclico en el cual se deberá de buscar que se tenga una amplia representatividad de los posibles involucrados en el tema, además de

³ El proceso de escribir las normas y crear la normatividad es el que se conoce como normalización.

verificar que no se tenga conflicto con las normas internacionales. Se realiza un grupo de trabajo en base a un documento base para su revisión y adecuación, e incluso proponer conceptos o tecnologías, además de adaptar lo existente. Una vez terminado el trabajo del grupo, se deberá de solicitar a la DGN que se realice la consulta pública, por medio del DOF para ser revisada por cualquier interesado, durante 60 días naturales.

Al término de la Consulta Pública, se realizan los posibles ajustes, siempre buscando el consenso de las partes para que, al terminar, se pueda publicar en el mismo DOF su declaratoria de vigencia, como se muestra a continuación:



COOPERACIÓN = Consenso y representatividad

Trabajo balanceado de equipo:
sector público, interés general, consumidores, proveedores

Figura 10 Principios de la normalización. Fuente: ONNCCCE

En la actualidad en México existe una diversidad de contenidos y alcances en los municipios del país, que dificulta la aplicación de sus reglamentos de construcción, al mismo tiempo no se tiene un sistema de actualización permanente del Reglamento o Código, considerando las innovaciones tecnológicas y es por ello que resulta importante el desarrollo de normatividad que facilite a las autoridades municipales hacer referencias a estas normas y se estandarice el país en su cumplimiento.

Hay una debilidad clara en el mecanismo de vigilancia de cumplimiento y aplicación, tanto de las NOM, como de las NMX, por lo que se requiere fortalecer un esquema de capacitación y mantenimiento de la competencia técnica.

3.4.2. Jerarquía de aplicación de normas en la edificación

Como se explicó en el punto 1 de este capítulo, la jerarquía de las normas jurídicas inicia con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, pasando después por las constituciones de cada estado, así como las leyes y reglamentos, que estos son desarrollados por los diferentes órdenes de gobierno. Para el caso particular de la edificación en México, después de los reglamentos locales, se tiene que aplicar la normatividad vigente, iniciando por las NOM, que tienen un carácter obligatorio, posteriormente, a elección del propietario o inversionista, elegir que NMX se aplicarán al proyecto y, en caso de no existir normas en algún rubro en específico, hacer referencia a

las normas internacionales o las normas de referencia, según sea el caso y, como una buena práctica, pero no con carácter legal, se podrán aplicar las normas extranjeras, como se muestra en la siguiente Figura:

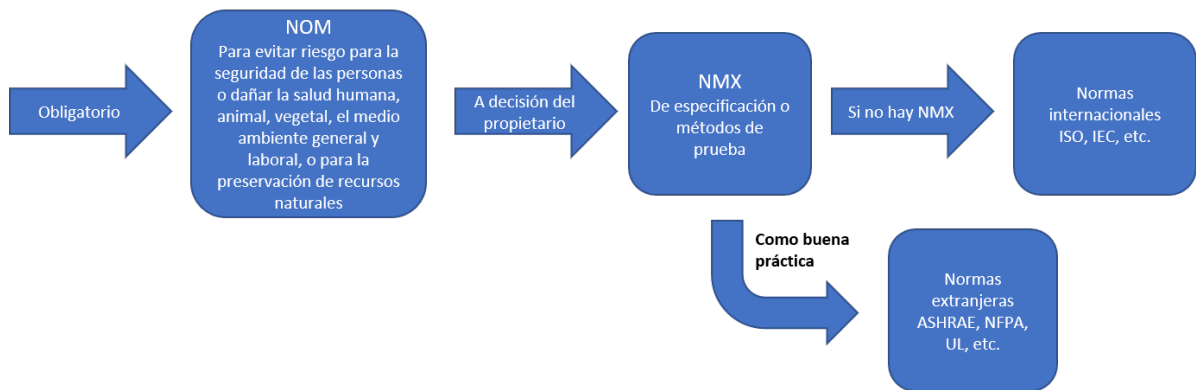


Figura 11 Jerarquía de normas. Fuente: Elaboración propia

La aplicación voluntaria de las NMX, éstas se pueden hacer obligatorias una vez que suceda:

- Se incorporen a los Códigos de Edificación o a los Reglamentos de Construcción locales
- Cuando una institución de gobierno lo establezca con el fin de otorgar incentivos administrativos, económicos o fiscales
- Si forma parte de los requisitos para concurso o licitación
- Si forma parte de los requerimientos del dueño para el proyecto
- Cuando lo establece el gobierno para fines de seguridad y competencia económica

Como se estableció en los objetivos particulares de este trabajo, se busca tener una herramienta que apoye la imperiosa necesidad de que las normas del Grupo de Trabajo de Calidad del Ambiente, que se formó en el ONNCCE, formen parte de los reglamentos de construcción o que el gobierno lo establezca por cuestiones de salud y productividad.

3.4.3. Grupo de trabajo de calidad del ambiente

Al estar trabajando con el ONNCCE en la redacción de las NMX de edificación y construcción, como la NMX-C-506-2015⁴ (ONNCCE, 2015), se decidió crear un nuevo Grupo de Trabajo, de acuerdo con las políticas propias del ONNCE. Se denominó “Calidad Ambiental” y su objetivo es la redacción de un grupo de NMX en el tema de la CAI, que se ha descrito en este trabajo.

Se detectó que, en ningún apartado de los Reglamentos de Construcción, basados en el reglamento de la Ciudad de México, que es la base de la mayoría de los reglamentos de los estados, ni en las NOM ni NMX, se tenía contemplado el tema de diseño,

⁴ NMX-C-506-ONNCCE-2015 Industria de la construcción – Especificaciones – Comisionamiento.

especificación, construcción, operación o mantenimiento de los sistemas que componen la CAI.

Se realizó una búsqueda de las normas ISO sobre este tema, encontrando en primer lugar la ISO-7730⁵ (UNE-EN ISO, 2006) referente a la ergonomía y el confort térmico, partiendo de un antecedente de trabajo desarrollado por el organismo de normalización de España. Se decidió iniciar con la adaptación del trabajo español para crear la NMX-C-7730-2019⁶ de Ergonomía térmica.

Durante el trabajo de investigación bibliográfico, se encontró la ISO 17772-1⁷ que es una norma que abarca los requerimientos mínimos para el diseño y especificación de los parámetros de CAI, por lo que se propuso que fuera la segunda norma para adecuar y trabajar en el contexto NMX. Actualmente está en proceso de redacción.

Ya teniendo esta base, y estudiando la ISO 17772-1, se estableció el siguiente esquema de trabajo de NMX en este grupo:

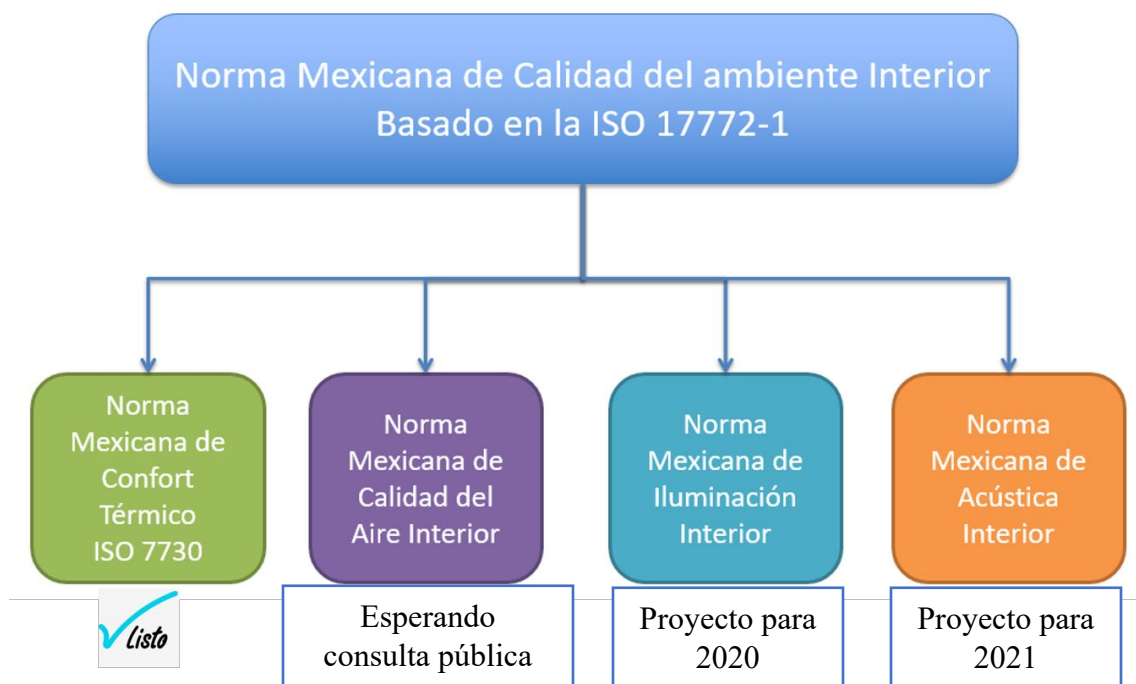


Figura 12 Propuesta de normas de CAI. Fuente: Elaboración propia

3.4.3.1. NMX-C-7730-2018 Ergonomía del ambiente térmico

La primera NMX fue la NMX-C-7730-2018 – Industria de la Construcción – Ergonomía del ambiente térmico (ONNCCE, 2018) la cual fue publicada en el DOF el día 26 de junio

⁵ UNE-EN ISO-7730:2006 Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local.

⁶ NMX-C-7730-ONNCCE-2018 Industria de la Construcción – Ergonomía del ambiente térmico – Determinación analítica e interpretación del confort térmico mediante el cálculo de los índices VME y PPD y los criterios de confort térmico local

⁷ ISO 17772-1:2017 Energy performance of buildings — Indoor environmental quality — Part 1: Indoor environmental input parameters for the design and assessment of energy performance of buildings

de 2019 su declaratoria de vigencia. Ver el anexo A del presente trabajo, que contiene parte de la NMX. El título completo de la NMX es “Industria de la Construcción-Ergonomía del ambiente térmico-Determinación analítica e interpretación del confort térmico mediante el cálculo de los índices VME y PEI y los criterios de confort térmico local”.

Su objetivo y campo de aplicación es el pronóstico de la sensación térmica general y del grado de incomodidad (insatisfacción térmica) de las personas expuestas a ambientes térmicos moderados. Facilita la determinación analítica y la interpretación del confort térmico mediante el cálculo de los índices VME (Voto Medio Estimado) y PEI (Porcentaje Estimado de Insatisfechos) y de los criterios de confort térmico local, indicando las condiciones ambientales que se consideran aceptables para el confort térmico general, así como aquellas que dan lugar a incomodidad local.

El VME es un indicador que proviene de la percepción del ser humano y la mejor forma de generarlo es a través de instrumentos tipo “encuestas”.

Los puntos medulares de la norma son:

- Poder establecer parámetros de temperatura y humedad dentro de las edificaciones para lograr una sensación térmica de confort, evitando que las temperaturas se eleven y puedan generar acidosis.
- Sin importar el método de acondicionamiento, ya sea pasivo natural o mecánico, se debe de lograr que la percepción de las personas sea de confort térmico.
- Lograr, por medio de un algoritmo matemático, poder establecer en diseño el VME y el PEI, para mantenerlo abajo del 20% y verificarlo ya en ocupación, por medio de herramientas justamente como las utilizadas en este trabajo.

El Grupo Técnico que trabajó en esta norma fue especialmente inclusivo al lograr invitar a participar a especialistas en diseño de sistemas de climatización, contratistas de instalaciones, coordinadoras de proyectos, universidades, entidades de gobierno y a los consultores en edificación sustentable, para tomar en cuenta todos los puntos de vista posibles.

Uno de los puntos principales de este trabajo y de la encuesta realizada, como se verá en los siguientes capítulos, tiene que ver con el ambiente térmico dentro de los edificios, por las repercusiones que tiene en la salud y la productividad, que se ha explicado en el capítulo 1.

Al iniciar esta NMX y el proceso de este trabajo, se evidenció la necesidad de llevar a cabo las encuestas de CAI, debido a que la NMX se basa en la interpretación del confort por el voto estimado de los usuarios, así como el nivel de personas insatisfechas en la parte térmica, por lo que este trabajo servirá para tratar de convencer a la Secretaría de Salud que lo exija en las oficinas, así como a los estados y municipios, para que incluyan la NMX en sus requerimientos de diseño, en la parte de confort térmico en cualquier edificación.

3.4.3.2. NMX-C-577-ONNCCE-2020 CAI con Eficiencia Energética

Una vez que se publicó la declaratoria de vigencia de la NMX-7730, iniciamos los trabajos para el desarrollo del anteproyecto de norma “APROYNMX-C-17772-1-ONNCCE-2018 Industria de la Construcción – Calidad del ambiente interior en los edificios – Parte 1: Parámetros de diseño y evaluación del desempeño energético”, la cual ya hemos terminado bajo el nombre oficial “NMX-577-ONNCCE-2020 Industria de la construcción – Calidad del ambiente interior – Parámetros de diseño de la calidad del ambiente interior y parámetros para la evaluación del desempeño energético”

De acuerdo con el documento en revisión, los objetivos de esta NMX son:

- La NMX especifica los requisitos para los parámetros medioambientales interiores para el entorno térmico, la calidad del aire interior, la iluminación y la acústica y especifica cómo establecer estos parámetros para el diseño del sistema de construcción y los cálculos del rendimiento energético.
- Incluye los criterios de diseño para los factores locales de incomodidad térmica, corrientes de aire, la asimetría de la temperatura radiante, las diferencias de temperatura del aire vertical y la temperatura de la superficie del piso.
- También especifica los horarios de ocupación que se utilizarán en los cálculos de energía estándar y cómo se pueden usar las diferentes categorías de criterios para el ambiente interior, siendo fundamental para no tener los desperdicios de energía en los horarios de no ocupación.
- Este documento proporciona los parámetros de entrada para el diseño de la envolvente del edificio, calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación.

Este documento es aplicable cuando los criterios para el ambiente interior se establecen por la ocupación humana y donde la producción o el proceso no tienen un gran impacto en el ambiente interior.

Como se puede observar, son los mismos parámetros que se estudiaron, desarrollaron y que se integran en la encuesta aplicada, para conocer la percepción de los ocupantes de una muestra representativa, de oficinas en la Ciudad de México, siendo esta una justificación de la presente investigación.

4. Cómo medir la percepción de la calidad del ambiente interior

De acuerdo con lo anterior, se tiene un gran factor de percepción por parte de las personas, de cada uno de los parámetros antes descritos, por lo que una de las mejores herramientas para medir el nivel de satisfacción, es a través de una encuesta, basada en una metodología específica que se describirá en el siguiente apartado.

En los diferentes estudios que se han realizado sobre la CAI, el tema del confort térmico es uno de los factores que, además de afectarse por las condiciones del ambiente, tienen una repercusión más fuerte hacia la percepción de los ocupantes, como el realizado por Yang Geng (Yang Geng, 2017), que buscaron en lo específico cómo afectaba el ambiente térmico y de humedad en la percepción humana, la salud y la productividad, e investigar cómo influye en las personas esta condición y la satisfacción y productividad de los

ocupantes. Dicho estudio se realizó a una población de 21 personas, 12 hombres y 9 mujeres con una edad promedio de 21.7 años y un índice de masa corporal promedio de 21.9 kg/m². A los participantes se les requirieron tres tareas que fueron seleccionadas para medir un aspecto de eficiencia en el trabajo. El espacio fue preparado en un área de 35 m² con una altura de 2.7 m. La envolvente del cuarto fue seleccionada de tal manera que las condiciones exteriores no fueran una interferencia significativa en las condiciones interiores, evitando tener incidencias directas del sol en la habitación. Se instalaron equipos de aire acondicionado tipo dividido, para el control de la temperatura y la humedad, así como equipos de renovación de aire introduciendo aire fresco al espacio, para diluir las concentraciones de bióxido de carbono que se generaría por los mismos ocupantes y otros contaminantes comunes en oficinas. Adicionalmente se llevó a cabo el diseño de iluminación, con sus controles asociados a las luminarias y a las persianas, para ajustar la luz de día y las luminarias tipo LED.

Se llevó a cabo el experimento con siete grupos de condiciones en una semana, con la temperatura interior como la variable independiente, la cual varió entre los 16 °C a los 28 °C con escalones de 2 °C. Las otras condiciones de la CAI fueron utilizadas como las variables de control, como son la concentración de CO₂, niveles de luz y ruido.

Los sujetos fueron invitados a participar en cada experimento durante 2 horas en cada día lo que aseguró que las mediciones se realizaran de manera repetida en cada uno de los ambientes térmicos. Durante cada experimento los participantes fueron expuestos a una condición ambiental inicial sin cambios, pidiéndoles que leyeran o trabajaran en sus computadoras por los primeros 60 minutos, para adaptarse al ambiente. Posteriormente se les pidió completar una evaluación sobre la percepción de la CAI (similar a la utilizada en este trabajo y que se muestra más adelante) y realizar tareas simuladas específicas para poder evaluar su productividad. Durante este tiempo, se hicieron mediciones de temperatura del aire, temperatura ambiente, la humedad relativa, la concentración de bióxido de carbono, los niveles de iluminación y el nivel de ruido de fondo, de acuerdo con la siguiente Figura:

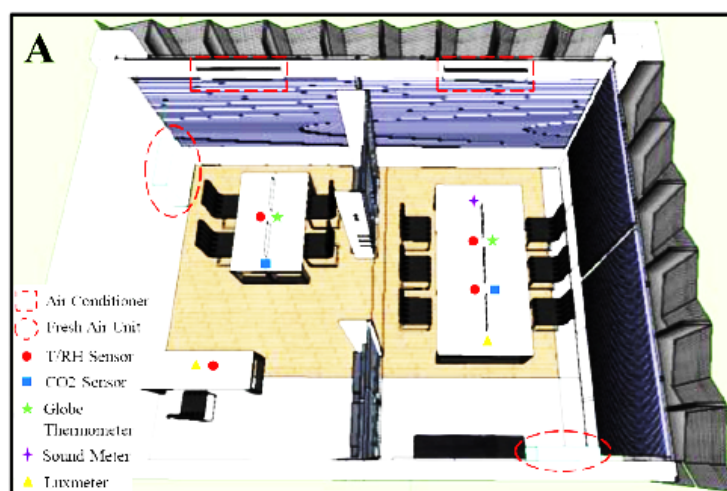


Figura 13 Ubicación de sensores. Fuente: (Yang Geng, 2017)

La encuesta de satisfacción se llevó a cabo en 3 diferentes etapas, la primera al terminar los 60 minutos de adaptación, la segunda 30 minutos después y la última a los 120 minutos de inicio, teniendo el análisis de productividad entre la 2ª y la 3ª.

Por medio de experimentos con mediciones ambientales objetivas y las pruebas de productividad variando las condiciones de temperaturas entre los 16° C y los 28° C, se estudió el impacto del entorno térmico, tanto en la percepción como en la productividad de los ocupantes. Se tuvieron hallazgos interesantes como son que la mayoría de los ocupantes tuvieron una sensación “neutral” mostrándose satisfechos con un ambiente térmico de 24° C dentro del espacio. Cuando se varió la temperatura fuera de estos 24°, el número de personas que ya no estaba satisfecho aumentó. Esta insatisfacción térmica fue más significativa en condiciones de frío, en comparación con las de calor.

Entre los resultados se estableció que la relación cuantitativa entre “la productividad y el entorno térmico” y la productividad relativa se podría predecir sobre la base de la temperatura del aire, la sensación o la satisfacción térmicas. Las condiciones de productividad óptima se observaron cuando las personas se sintieron “neutrales” o “ligeramente frías”, y este aumento de la satisfacción térmica tuvo un efecto positivo en la productividad analizada. La pérdida de la productividad, basado en la repetición de ciertas tareas rutinarias y la medición del tiempo en que se realizaron, es decir, el incremento del tiempo en realizar esas mismas tareas se presentó cuando se presentaron molestias térmicas causadas por una temperatura del aire demasiado alta o baja, es decir, cerca de los 28° C, o bien cerca de los 16° C.

5. BUS Methodology

Tomando como base de partida lo estudiado por Geng, Ji, Lin y Zhu (2017), descrita en el capítulo 5 anterior y debido a que no se tiene información en este sentido en México, es que se presenta este trabajo de investigación acerca de la percepción de la CAI en estos 6 corporativos de la Ciudad de México. No se cuenta con un laboratorio de este nivel en nuestro país, sin embargo, sí podemos tener datos estadísticos sobre lo que sucede en la Ciudad de México, que nos ayudaría a tener información sobre la percepción de la productividad y con ello reforzar la necesidad de incluir la normativa que se está realizando, como un tema obligatorio en el Reglamento de Construcción, o bien, en las Normas Técnicas Complementarias, para mejorar la salud de los ocupantes de los espacios cerrados. Es decir, se justificará la necesidad del desarrollo de normatividad en el tema para la implementación de medidas recomendadas que conlleva a la sostenibilidad de la construcción en el país.

5.1. Descripción de BUS (Building Use Studies)

De acuerdo con el Dr. Adrian Leaman, el principal objetivo de BUS es:

“Realizar metodologías de encuestas que sean capaces de tener una amplia aceptación por parte de los diseñadores, constructores, ocupantes e investigadores para que el monitoreo del desempeño se convierta en una práctica común en los procesos de diseño y una parte

fundamental en la experiencia educativa para los diseñadores”
(Leaman, 2019)

En la metodología de BUS se tienen 3 rutas para lograr una mejor satisfacción en el interior de las oficinas, partiendo del diseño de los espacios, que se hayan considerado niveles de control en cada espacio, es decir, que los usuarios puedan tener ajustes sobre la temperatura (frío y calor), los niveles de iluminación, ventilación, ruido y su privacidad y que estos controles estén operando, sean accesibles, calibrados y que permitan ajustes personalizados, para lograr confort. La segunda es que se pueda realizar un ajuste fino de los temas básicos de confort y que no se generen conflictos, para que se perciban los ajustes al modificar los parámetros de control; la tercera sería la velocidad de respuesta a quejas, que sea rápida, efectiva y eficiente. Se establece que el lugar que ocupa cada persona afecta directamente a la percepción de este control, es decir, si se tiene un lugar asignado, si está cerca o lejos de las ventanas, si son privados o espacios abiertos, etc. Así como las características y estilos de vida de los ocupantes, como se muestra en la Figura 14.

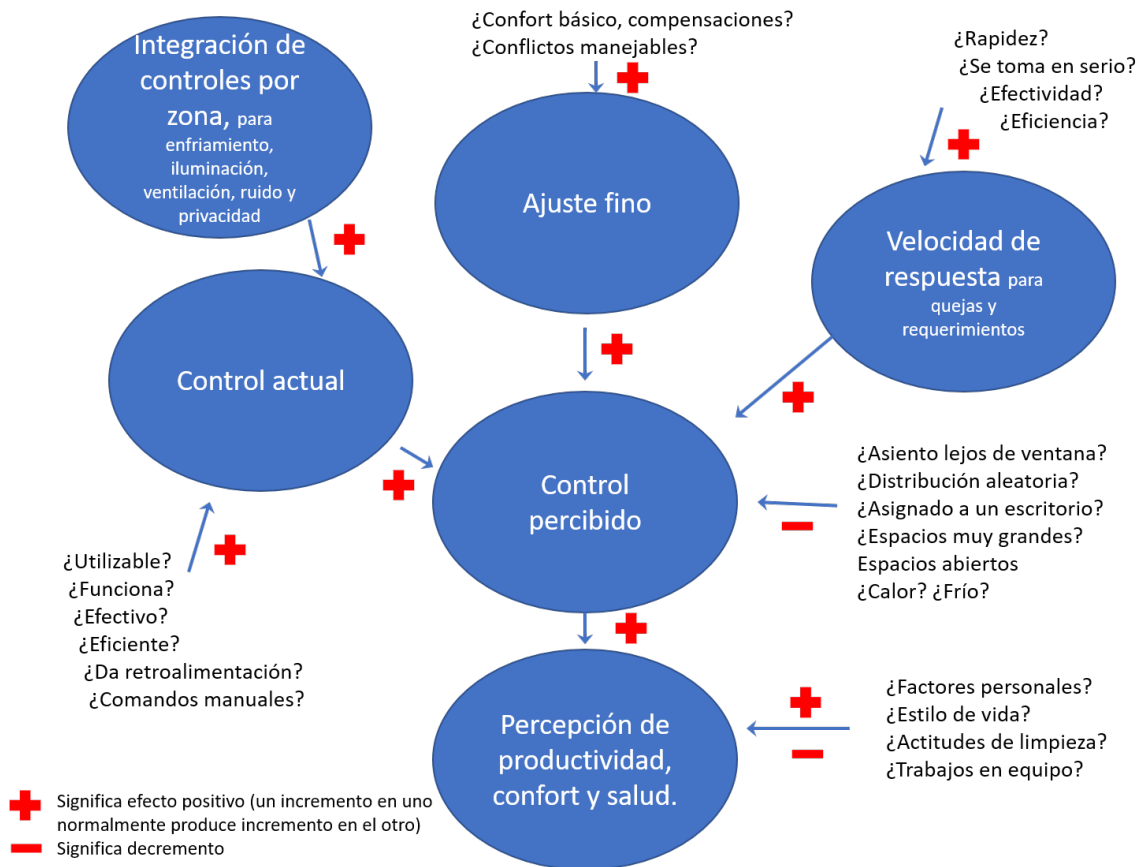


Figura 14 Tres rutas para una mejor satisfacción de ocupantes. Fuente: Adaptada y traducida de BUS

Sin una justificación apropiada y un análisis de esta, pareciera que la interpretación un cuestionario o encuesta aplicada al usuario de un inmueble que evaluara su “propia productividad” podría tener un grado de subjetividad, en contraste con la medición

numérica de la productividad con otras metodologías. A este respecto dos puntos principales a este respecto. Primero: para el propósito de este trabajo, consideremos que las evaluaciones "subjetivas" como válidas: el propósito es construir evaluaciones de las cuales, la productividad en el trabajo es solo una parte, aunque importante. Para los creadores de BUS esto no es una desventaja, especialmente porque tienden a comparar datos en los niveles nominales y ordinales más modestos, y desconfían de las comparaciones numéricas más detalladas por considerarlas de contextualización compleja para quien responde el instrumento, se presta a confusión y puede sesgar las respuestas. "Subjetivo" no es incorrecto, es simplemente la forma en que la gente ve las cosas relativamente. El juicio de valor de un usuario al respecto de su entorno es muy valioso para la toma de decisiones sobre la gestión de una organización. Segundo punto que surge: nadie ha pensado en una forma mejor y más práctica de evaluar la productividad en el lugar de trabajo, relacionada con su entorno físico en una oficina, especialmente al ver las cosas en muchos tipos de tareas y circunstancias del lugar de trabajo. Recordar también que las oficinas incluyen personas que hacen otras actividades además del trabajo de oficina. Habrá ciertas circunstancias en las que podría medirse productividad por métricas como usar KPI, pero sin una incidencia de las condiciones de la CAI en ellas. Por otro lado, los 6 corporativos seleccionados son de actividades muy diversas, pero al fin y al cabo son oficinas corporativas.

Por último, BUS es una herramienta reconocida para la evaluación post – ocupación de los edificios, para los sistemas de certificación BREEM, LEED, WELL Estándar, NEBERS, BOMA BEST y Soft Landings, para edificaciones sustentables, ya que el tema del confort de las personas es uno de sus pilares y una de las mejores maneras que se ha encontrado para dar seguimiento a la efectividad de las medidas tomadas en el diseño, desarrolladas en la construcción y puestas en marcha en la operación.

De acuerdo con BUS y Arup, despacho de consultoría británica en edificación sustentable, que adquirió la herramienta a Adrian Leaman en 2009, mencionan que:

“Las personas son los mejores sensores dentro de un espacio y aunque son los más difíciles de calibrar, son los únicos que pueden darnos las condiciones de manera holística”.

Siendo las personas la forma más rápida y holística de recabar la información en un edificio, para obtener su percepción de los usuarios de estas oficinas, en todos los aspectos descritos de la CAI, se decidió aplicar esta herramienta.

5.2. Origen de esta metodología

En 1985, se crea por primera vez un cuestionario como parte del programa llamado Innovador Cuestionario del Ambiente de Oficinas (*Office Environment Survey*) (Wilson & Hedge, 1987). Ese cuestionario original fue creado por un grupo de trabajo que incluía a los autores primarios Sheena Wilson y Alan Hedge, junto con Sherwood Burge, Jon Harris-Bas y Alastair Robertson (Burge, 1987). Esto sirvió para establecer el primer conjunto de datos que cubrió a 4,300 trabajadores en 50 edificios en el Reino Unido y

generó el interés internacional acerca de los edificios enfermos, siendo un cuestionario de 16 páginas difícil de responder, poco práctico, difícil de administrar y de analizar.

5.3. Su evolución

Después de utilizarse desde 1987 a 1995, en este 1995 una nueva versión se publicó, eliminando la sección de *Salud* del cuestionario ya que resultaba redundante.

En 1985 se le pidió a BUS que creara una versión simplificada de la encuesta para que pudiera ser utilizada en una serie de Sondeos⁸ (*Probe*) en un estudio de post-ocupación de edificios. Se creó un cuestionario ahora de 3 páginas impresas en páginas de color verde pastel, tratando que no se traspapele dicha encuesta en cada lugar de los encuestados, siendo mucho más fácil su identificación y recolección. Su contenido se muestra más adelante, en el Capítulo 3 de la metodología del trabajo de tesis.

5.4. La metodología, su uso y aplicación

La metodología BUS ha sido utilizada para mejorar las prácticas del diseño, pensando en las personas que ocupan los espacios, para dar un diagnóstico de las necesidades humanas en los edificios. Contiene un rigor estadístico para satisfacer los estándares de reporte de datos y análisis.

Por otro lado, la comparación que se hace con otros edificios, a nivel internacional – *Benchmark* – está basado en datos reales, no simulados que ayudan a dar un punto de referencia de cada espacio, con otros del mismo tipo. Es utilizado para dar un enfoque claro, pero es eficiente para recabar información, monitorear y retroalimentar a los operadores de edificios, así como a los encargados del proceso de Comisionamiento⁹. Sobre todo, da una retroalimentación importante por parte de los usuarios, acerca de las estrategias de salud, bienestar y sustentabilidad que se están aplicando al interior de los edificios.

Como este trabajo busca ser una herramienta para apoyar y justificar el desarrollo de la normatividad en México, como se describirá en el siguiente capítulo, era fundamental poder hacer una comparación real y normalizada con oficinas a nivel internacional.

La herramienta de BUS hace una normalización de los datos, para poder comparar todos los edificios en su base de datos, poder encontrar una media e identificar aquellos edificios que están de acuerdo con la percepción de sus propios usuarios:

⁸ El Sondeo es una serie corta de estudios de Post-Ocupación de edificios. El proyecto Sondeo (*Probe*) inició en 1995 como una alianza entre el Gobierno del Reino Unido (Departamento de Ambiente, Transporte y las Regiones). Una publicación y un equipo de investigación. Este programa buscaba una base de datos de edificios comerciales y públicos típicos, realizado entre 2 y 3 años después de su ocupación.

⁹ El proceso de Comisionamiento es el proceso que confirma que los sistemas de la construcción se han diseñado, instalado, iniciado correctamente y consistentemente y funcionado en estricta conformidad con los Requerimientos del Dueño para el Proyecto adjuntas al contrato de ejecución




-  Resultado dentro de la media
-  Resultado superior a la media
-  Resultado por debajo de la media

Figura 15: Posición de la muestra de cada edificio. Fuente: Elaboración propia

Aunque el objetivo inicial de aplicar la encuesta en cada corporativo es determinar la percepción que tienen los usuarios de su edificio, para encontrar las posibles oportunidades de mejora, era fundamental poder establecer un marco de referencia de estos edificios, como muestra seleccionada de la Ciudad de México, con respecto a un marco mundial, sabiendo que en muchos países sí se tiene ya una normativa y buenas prácticas.

Los parámetros que analiza la herramienta de BUS y su importancia se describen a continuación:

- Variable de temperatura – cómo perciben los ocupantes la temperatura, mencionando que tanto frío o calor perciben, qué tanta es la variabilidad de esta condición, tanto en la época de más calor (verano) como de más frío (invierno)
- Confort en general – se les solicita a los ocupantes evaluar, de manera general, que su espacio de trabajo sea confortable, y que se dé una escala al cumplimiento de este confort.
- Diseño del espacio – Un tema muy importante, que en la actualidad está impulsando el Consejo Mundial de la Edificación Sustentable (*World Green Building Council – WGBC*) es que los espacios de oficinas deben de ser atractivos para los usuarios, es decir, tener un diseño agradable, con colores adecuados y que fomenten la movilidad en el interior de las oficinas ya que reduce el sedentarismo, la morbilidad y el ausentismo de los usuarios, aumentando la productividad. La percepción del diseño es una variable importante en esta metodología.
- Salud por estar en un espacio – Se cuestiona a los ocupantes si sienten que están en un espacio sano, o de lo contrario, si se sienten que, por estar en esas oficinas, se presentan síntomas como alergias, dolores de cabeza, irritaciones, etc.
- Imagen a visitantes – Otro aspecto que se pregunta con esta metodología es si la imagen que dan las oficinas es adecuada para recibir visitantes.
- Iluminación en general – Qué los niveles de iluminación ya sean naturales o artificiales, les parezcan adecuados para las actividades que se realizan en los espacios de trabajo.
- Necesidades – Es una variable donde se le pregunta a los ocupantes si en su espacio de trabajo se ven resueltas sus necesidades para poder desempeñar su labor, como serían, espacio suficiente, material suficiente, equipamiento adecuado, etc.
- Ruido y acústica – Como se ha mencionado, el tema acústico es una variable muy importante en la CAI, por lo que se les pregunta a los ocupantes como perciben el

nivel de ruido en su lugar de trabajo y si esos posibles ruidos los interrumpen en su concentración.

- Productividad – Es importante conocer, además de las evaluaciones laborales, qué percepción tienen los ocupantes en cuanto a su aumento o disminución en la productividad pueden tener por el entorno donde laboran.

Tras el análisis de la información se procesan los resultados y se presentan en las figuras del Capítulo 4, donde se representa cada variable, presentando la etiqueta de la etiqueta de la escala, por ejemplo, frío y calor, se integra color y el resultado obtenido (ver la figura 32 y sus códigos de colores) como se acaba de mencionar, con un rojo, ámbar y verde, los límites de la media del edificio en la parte inferior y los límites de la media del *Benchmark* con otros edificios en la parte superior de cada variable.

La metodología BUS emplea cuestionarios que están estandarizados. Las preguntas formuladas dan una buena idea de cómo los usuarios experimentan los edificios. A través del despliegue de estos cuestionarios en los últimos 25 años, la Metodología BUS ha establecido un conjunto de datos de consistente calidad, resultado de más de 70,000 respuestas de usuarios. Se utilizan subconjuntos de estos datos con fines de evaluación comparativa, para proporcionar una mejor comprensión del rendimiento relativo del edificio. Los datos recopilados tienen muchos usos y sabemos que al almacenarlos y entregarlos de una manera que le permita alcanzar su pleno potencial de desarrollo para futuras comparativas. La información que hemos generado ahora forma parte de la base de datos de BUS.

Además, es importante recalcar que para cada corporativo se presentan en lo individual sus gráficas y su comparativa con el *Benchmark*, manteniendo la confidencialidad de los mismo, pero en donde se puede ver cómo está cada edificio en base a su propio análisis y como está en esta referencia internacional.

En la metodología estadística empleada se buscó también presentar una relación directa entre la percepción del confort en general, con las dos variables fundamentales que hacen rentable la sustentabilidad: la salud y la productividad, con el fin de verificar el cumplimiento de la hipótesis planteada. Al comparar a nivel general todas las opiniones de los empleados que contestaron la encuesta, relativas al confort en general, esta debe de ser congruente y directamente proporcional a la percepción que manifiesten en cuanto a las afectaciones a su salud, así como a la mejora o no de su productividad en el trabajo.

Se colocarán en dos figuras los resultados de percepción, en la primera, de confort y de salud y, en una segunda, de confort y productividad, para poder establecer esta relación entre las variables.

Capítulo 2. Metodología

1. Selección de la metodología de BUS Methodology

Por lo anterior descrito y basado en los estudios mencionados, así como en las certificaciones de edificación sustentable internacionales, una de las mejores formas de determinar la percepción de las condiciones interiores de los espacios que ocupamos y, en particular, de las oficinas, es utilizar el único sensor que puede darnos indicadores de la CAI de manera holística, que es el mismo ser humano, por lo que se aplicó la encuesta desarrollada por BUS Methodology, pero que nunca había sido aplicada a los usuarios en edificios en México.

La intención de estas encuestas es proveer herramientas para la optimización de operación de edificios existentes, generando una estrategia de intervención que mejore los parámetros descritos en cuanto a la CAI, logrando una mejor percepción de los ocupantes y, una vez aplicadas las mejoras, poder tener una herramienta que permita medir el éxito de las estrategias implementadas para medir el éxito de estas.

También tiene el objetivo de obtener una comparativa entre edificios similares a nivel internacional, de la percepción de los ocupantes, llevando a cabo un benchmark de acuerdo con la base de datos que ya se tienen en BUS, para poder tener una referencia internacional de las buenas prácticas en los interiores de oficinas en México.

Una vez justificada la pertinencia de un primer acercamiento a la percepción de los ocupantes de oficinas corporativas en México, se trabajó con el apoyo del CEO de BUS Methodology, el Dr. Adrian Leaman, para enriquecer este trabajo para la aplicación de su encuesta en un caso de investigación académica en México. El Dr. Leamana otorgó la licencia para aplicarla, cabe mencionar que la licencia es fundamental pues BUS Methodology es un instrumento restringido, de uso comercial.

1.1. Definición del tamaño de la muestra

Con el fin de definir el tamaño de la muestra y que fuera representativa de las oficinas corporativas de la Ciudad de México, se verificó la disponibilidad de información y se consultó con el experto, el Dr. Leaman, para establecer que, con 6 oficinas corporativas, en diferentes lugares de la Ciudad de México y de diferentes giros y tamaños, se lograría la representatividad que requiere este trabajo.

1.2. Descripción de la encuesta

Para el tema de la encuesta realizada, como ya se mencionó, se seleccionó la Metodología “BUS occupant survey” que ha desarrollado BUS Methodology, y que se ha utilizado en un gran número de encuestas en el Reino Unido y gran parte del mundo.

- Objetivo de aplicación de la encuesta:

El objetivo principal es obtener retroalimentación de los usuarios de los edificios en cuanto a los parámetros de la CAI.

Es importante mencionar que, aunque partimos de la base de una encuesta propia de BUS, se realizó la traducción y adaptación al español mexicano, para facilitar su comprensión y respuesta por los usuarios de los corporativos seleccionados, sobre todo, en el caso aplicación a bancos, donde el tema de protección de la confidencialidad de los datos y la parte anónima de la encuesta fue una exigencia de este corporativo.

- Adaptación de BUS Methodology:

La adaptación de la encuesta para México siguió tres criterios, en primer lugar la percepción de la CAI en las oficinas en México, en segundo lugar, poder encontrar la relación entre el confort y la salud y productividad y, en tercer lugar, para poder tener datos estadísticos relacionados con los tiempos de traslado de las personas a sus oficinas, ya no para el análisis en este trabajo, pero sí para seguir desarrollando políticas públicas de las zonas residenciales y de oficinas, así como de movilidad en la ciudad.

BUS ha desarrollado y tiene a disposición las encuestas en dos versiones, la primera para imprimir y aplicar a mano y la segunda en formato electrónico.

La primera, está disponible en inglés y otros idiomas. Seleccioné la versión en español y revisé su traducción, para tener la terminología que se aplica en México. La segunda opción en formato electrónico, la cual se encuentra solo en inglés. En base a la experiencia de BUS aplicando encuestas de percepción, del 100% de las personas encuestadas, si el método es electrónico (por medio de correo a una liga en internet), se tiene un máximo de respuesta del 40%, es decir, las personas no dan seguimiento al correo o a la liga y en su mayoría no responden la encuesta. Para el caso de la encuesta en papel, el nivel de respuesta esperado asciende al 80%, es decir, el doble del electrónico.

Es por ello por lo que decidí que para dar más certeza y veracidad a los resultados que se mostrarán en este trabajo, se realizaría la encuesta en papel y, por recomendación de BUS, esta encuesta se imprimiría en papel color verde pastel, con la finalidad de distinguirse en cada lugar de trabajo:

Figura 16 Cuestionario de evaluación impreso. Fuente: fotografía del instrumento aplicado

Se redujo de 4 páginas a 3 páginas, al considerar que una encuesta puntual y corta favorece un tiempo de respuesta adecuado y las respuestas más confiables. A los encuestados se les pide que la realicen en su tiempo de trabajo y debe de ser lo más simple y fácil de contestar.

Se integraron sólo preguntas básicas y esenciales en la encuesta. Los encuestados fueron sometidos a preguntas acerca de cuestiones que ellos tengan la respuesta ya que es su percepción, dejando afuera preguntas especulativas, especialmente preguntando sobre cosas que las personas sienten en el día a día en su área de trabajo.

Todo el cuestionario está en español y las escalas de evaluación han sido complementadas con cuadros de comentarios, así podrán dar respuestas cuantitativas y cualitativas y expresar percepciones específicas o comentarios más directos.

La función principal del cuestionario fue obtener respuestas objetivas en el menor tiempo posible y con una interrupción mínima para los encuestados. En la práctica, esto significó de 5 a 15 minutos para completarla.

En las Figuras 17 a 23 se presentan los cuestionarios de evaluación ya adaptados y utilizados en este trabajo.

Evaluación del Edificio

Esta encuesta se está llevando a cabo para ayudar en la futura planificación y diseño de edificios. La información obtenida será tratada de forma totalmente confidencial por el equipo investigador. El informe generado a partir de esta encuesta contendrá datos resumen e información que nunca revelará la identidad de los participantes.

Por favor contesta teniendo en cuenta únicamente el edificio en el que te encuentras. Por favor contesta tantas preguntas como puedas. Escribe comentarios adicionales en los espacios proporcionados a tal efecto o en una hoja aparte. Gracias por tu colaboración

Dudas:

Si tienes cualquier duda por favor contactad con Darío Ibarguengoitia.
Email: dario@arei.mx

Contexto

Nota: te preguntamos la edad y el sexo porque están relacionados con las necesidades de las personas en los edificios.

Por favor marca

Cuál es tu edad...? Menos de 30 30 o más

... Y tu sexo...? Hombre Mujer

Por favor, danos tu nombre ... Apellido y después nombre

...Y tu departamento Departamento

Este edificio es tu sede habitual? Si no...Cuál es? Por favor marca aquí si eres personal subcontratado

Por favor marca No Personal subcontratado

Tu oficina o area de trabajo...? Por favor marca

Normalmente estoy yo solo/a. La comparto con 5-8 personas

La comparto con una persona más La comparto con más de 8 personas

La comparto con 2-4 personas

Estás sentado al lado de una ventana en tu área de trabajo habitual? Por favor marca

Si No

Cuánto tiempo llevas trabajando en este edificio? Menos de un año Un año o más

Cuanto tiempo llevas trabajando en el área de trabajo actual? Menos de un año Un año o más

Cuántos días pasas en el edificio en una semana normal?

Cuántas horas en un día normal pasas en el edificio?

Cuántas horas en un día normal pasas en tu escritorio o área de trabajo?

Cuántas horas al día trabajas con una pantalla de computador (PVD)?

Figura 17 Cuestionario de evaluación, página 1, parte 1. Fuente: Adaptación a partir de BUS Methodology

El edificio en general

Diseño del edificio Teniendo en cuenta todos los factores...¿Cómo valoras el confort global del ambiente del edificio?
Por favor marca
 Insatisfactorio 1 2 3 4 5 6 7 Satisfactorio

Comentarios respecto al diseño en general

Necesidades En el edificio en general...¿Crees que las instalaciones satisfacen tus necesidades?
Por favor marca
 Insatisfactorio 1 2 3 4 5 6 7 Satisfactorio

Comentarios respecto a vuestras necesidades en general

Espacio En el edificio en general, crees que el espacio se utiliza...?
Por favor marca
 De forma ineficaz 1 2 3 4 5 6 7 De forma eficaz

Imagen Cómo valoras la imagen que el edificio en general ofrece al visitante...?
Por favor marca
 Pobre 1 2 3 4 5 6 7 Buena

Seguridad Cómo valoras tu seguridad personal dentro y en los alrededores del edificio?...?
Por favor marca
 Pobre 1 2 3 4 5 6 7 Buena

Limpieza Cómo valoras la limpieza del edificio...?
Por favor marca
 Insatisfactorio 1 2 3 4 5 6 7 Satisfactorio

Disponibilidad de las salas de reuniones
Por favor marca
 Insatisfactorio 1 2 3 4 5 6 7 Satisfactorio

Comentarios respecto a las salas de reuniones

Disposición de los espacios para almacenamiento
Por favor marca
 Insatisfactorio 1 2 3 4 5 6 7 Satisfactorio

Comentarios respecto al espacio de almacenamiento

Figura 18 Cuestionario de evaluación, página 1, parte 2. Fuente: Adaptación a partir de BUS Methodology

Tu trabajo Por favor describe brevemente el trabajo que llevas a cabo en este edificio ...?

Descripción puesto de trabajo

Las necesidades de tu puesto de trabajo
Específicamente para el trabajo que tu llevas a cabo... En qué grado las instalaciones satisfacen tus necesidades?

Por favor marca

Muy poco 1 2 3 4 5 6 7 Mucho

Por favor danos ejemplos de aspectos que pueden dificultar tu trabajo...

Dificultades

... y también de aquellos aspectos que funcionan bien ...

Funciona bien

Tu escritorio o área de trabajo

Mobiliario Cómo valoras la facilidad de uso del mobiliario de tu mesa o área de trabajo? ...?

Por favor marca

Muy mala 1 2 3 4 5 6 7 Muy buena

Espacio en la escritorio Tienes suficiente espacio en tu mesa o área de trabajo habitual ...?

Por favor marca

Muy poco 1 2 3 4 5 6 7 Demasiado

Comentarios respecto a tu escritorio o área de trabajo

Bajo licencia de BUS METHODOLOGY
Copyright © 2017 Pág. 1 de 3

Figura 19 Cuestionario de evaluación, página 1, parte 3. Fuente: Adaptación a partir de BUS Methodology

Comfort

En esta sección se explora cuán confortable has encontrado el edificio tanto en invierno como en verano.

Cómo describirías las condiciones típicas de tu área de trabajo habitual en INVIERNO? Si no has trabajado aquí en invierno entonces por favor deja estas preguntas en blanco y solamente completa las concernientes a verano.

Cómo describirías las condiciones típicas de tu área de trabajo habitual en VERANO? Si no has trabajado aquí en verano entonces por favor deja estas preguntas en blanco y solamente completa las concernientes a invierno.

Temperatura en invierno

Por favor puntúa en cada escala

Incómodo

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Confortable

Demasiado calor

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Demasiado frío

Estable

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Varía a lo largo del día

Aire en invierno

Quieto

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Corrientes de aire

Seco

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Húmedo

Fresco

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Cargado

Sin olor

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Maloliente

Condiciones en invierno

Insatisfactorio en general

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Satisfactorio en general

Temperatura en verano

Por favor puntúa en cada escala

Incómodo

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Confortable

Demasiado calor

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Demasiado frío

Estable

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Varía a lo largo del día

Aire en verano

Quieto

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Corrientes de aire

Seco

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Húmedo

Fresco

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Cargado

Sin olor

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Maloliente

Condiciones en verano

Insatisfactorio en general

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Satisfactorio en general

Ruido

Cómo describirías el ruido en tu área de trabajo habitual?

Esta pregunta se refiere a las condiciones del último año

Por favor puntúa en cada escala

Ruido en general Insatisfactorio

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Satisfactorio

Ruido de compañeros Muy poco

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Demasiado

Ruido de otras personas Muy poco

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Demasiado

Otros ruidos dentro del edificio Muy poco

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Demasiado

Ruido del exterior Muy poco

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Demasiado

Por favor estima en que grado te ves afectado por interrupciones no deseadas...

Interrupciones no deseadas En absoluto

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Muy frecuentemente

Comentarios respecto al ruido y sus fuentes

Iluminación

Cómo describirías la calidad de la iluminación en tu área de trabajo habitual?

Esta pregunta se refiere a las condiciones del último año

Por favor puntúa en cada escala

Iluminación en general Insatisfactorio

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Satisfactorio

Luz natural Muy poco

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Demasiado

Reflejos del sol o el cielo Ninguno

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Demasiado

Luz artificial Muy poco

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Demasiado

Reflejos de las luces Ninguno

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 Demasiado

Comentarios respecto a la iluminación

Detalles del método: www.usablebuildings.ca

Figura 20 Cuestionario de evaluación, página 2, parte 4. Fuente: Adaptación a partir de BUS Methodology

Confort general Teniendo en cuenta todos los factores...¿Cómo valoras el confort global del ambiente del edificio?
Por favor marca

Insatisfactorio Satisfactorio

Comentarios respecto al confort

Productividad en el trabajo Por favor intenta evaluar este edificio teniendo en cuenta tu experiencia como usuario de edificios en general.

Por favor haz una estimación. ¿En qué medida tu productividad en el trabajo se ve incrementada o disminuida por las condiciones ambientales del edificio?

Productividad disminuida en ... -40% o menos -30% -20% -10% 0 +10% +20% +30% o más Productividad incrementada en...

Por favor marca un punto en la escala

Comentarios respecto a la productividad

Salud Te sientes más o menos saludable cuando estás en el edificio? Por favor intenta evaluar este edificio teniendo en cuenta tu experiencia como usuario de edificios en general.

Por favor marca

Menos saludable Más saludable

Comentarios respecto a la salud

Control personal Qué nivel de control personal tienes sobre los siguientes aspectos de tu entorno de trabajo?...? Por favor puntúa en cada escala

Importancia del control Por favor marca las opciones que consideres importantes

Calefacción	Ningún control	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/>	Control absoluto	<input type="text" value="1"/>
Aire Acondicionado	Ningún control	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/>	Control absoluto	<input type="text" value="1"/>
Ventilación	Ningún control	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/>	Control absoluto	<input type="text" value="1"/>
Iluminación	Ningún control	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/>	Control absoluto	<input type="text" value="1"/>
Ruido	Ningún control	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="3"/> <input type="text" value="4"/> <input type="text" value="5"/> <input type="text" value="6"/> <input type="text" value="7"/>	Control absoluto	<input type="text" value="1"/>

Figura 21 Cuestionario de evaluación, página 2, parte 5. Fuente: Adaptación a partir de BUS Methodology

Respuesta a problemas Has solicitado alguna vez cambios en la calefacción, iluminación, ventilación o sistema de aire acondicionado/refrigeración (si lo has hecho)... *Por favor marca*

Si 1 2 No

Si lo has hecho, Cuán satisfecho estás con respecto a ...?

Rapidez de respuesta *Por favor marca*

Insatisfactoria en general 1 2 3 4 5 6 7 Satisfactoria en general

Efectividad de la respuesta *Por favor marca*

Insatisfactoria en general 1 2 3 4 5 6 7 Satisfactoria en general

Por favor descríbelos brevemente

Figura 22 Cuestionario de evaluación, página 3, parte 6. Fuente: Adaptación a partir de BUS Methodology

Desplazamiento al trabajo

Por favor haz una estimación de los tiempos de desplazamiento...

Desplazamiento al trabajo		Tiempo Horas : minutos	Desplazamiento a casa		Tiempo Horas : minutos
En el mejor caso	Desplazamiento al trabajo	<input type="text"/>	En el mejor caso	Desplazamiento a casa	<input type="text"/>
Normal	Desplazamiento al trabajo	<input type="text"/>	Normal	Desplazamiento a casa	<input type="text"/>
En el peor caso	Desplazamiento al trabajo	<input type="text"/>	En el peor caso	Desplazamiento a casa	<input type="text"/>

Colonia Cuál es el código postal de tu residencia (o lugar donde normalmente inicias el desplazamiento al trabajo)?

Medio de transporte

Únicamente en tu desplazamiento al trabajo, cómo viajas normalmente ...?

	<i>Por favor marca aquellos que sean aplicables</i>		Medio principal <i>Por favor marca uno</i>
A pie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<p>Medio principal significa aquél mediante el que recorres la distancia más larga.</p>
Bicicleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Autobús	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tren / Metro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Coche (solo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Coche (compartido o alguien te lleva)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Motocicleta (solo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Motocicleta (como pasajero)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Tranvía	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Otros (por favor específica)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Por favor especifica si hay otros

Tienes algún comentario u observación acerca de los desplazamientos hacia y desde el trabajo, en especial sobre cómo afecta esto a tu trabajo?

Comentarios respecto al desplazamiento de casa al trabajo y vice versa

Gracias por tu colaboración Si tienes comentarios adicionales respecto a los temas tratados, por favor añádelos en una hoja aparte. Por favor deja el cuestionario en un lugar visible y lo recogeremos más tarde a lo largo del día.

Figura 23 Cuestionario de evaluación, página 3, parte 7. Fuente: Adaptación a partir de BUS Methodology

Como se podrá observar, la encuesta ha sido modulada en secciones, para que sean fáciles de identificar y de capturar en el análisis estadístico.

El proceso que se siguió para la aplicación de las encuestas se muestra a continuación:

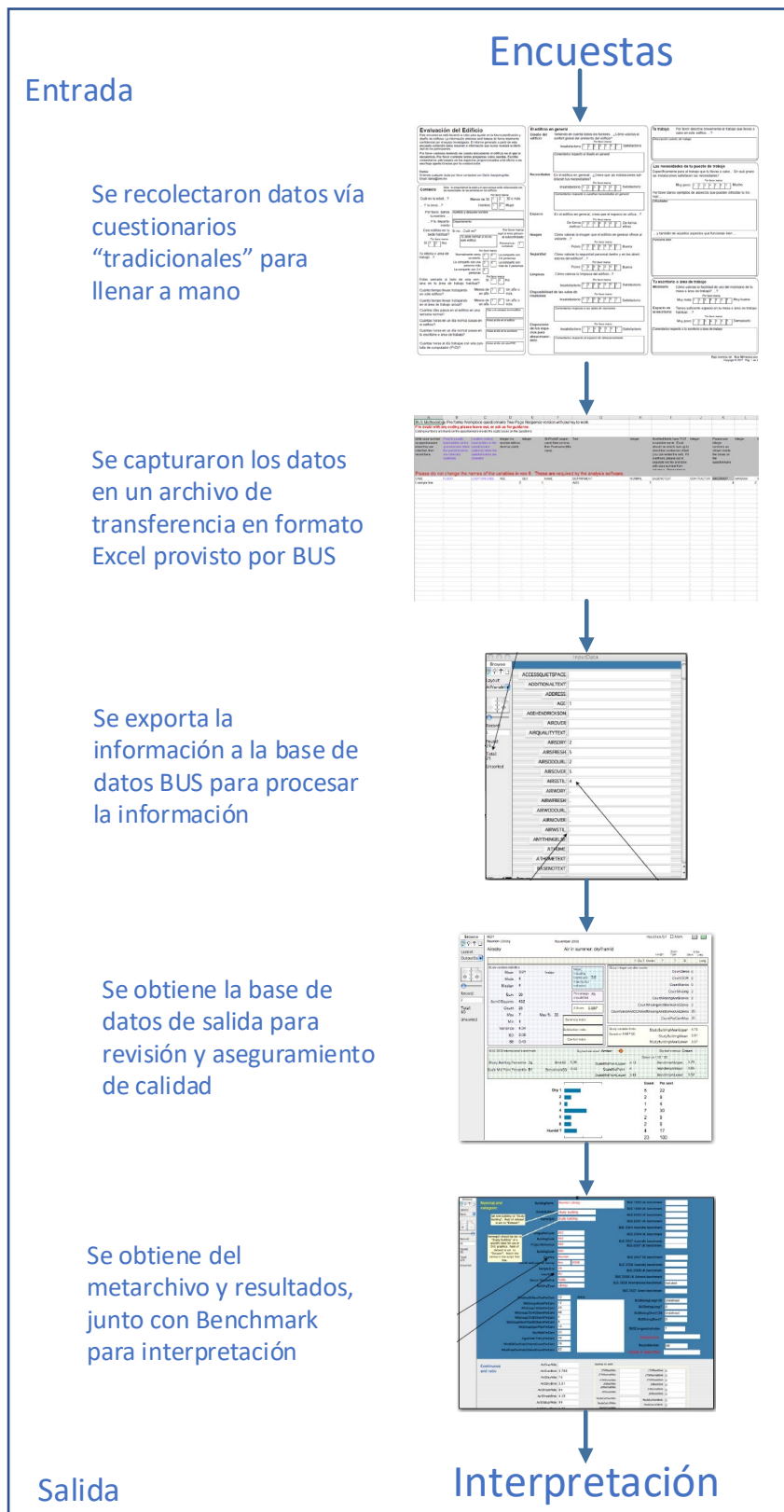


Figura 24 Secuencia de aplicación de encuestas. Fuente: Elaboración propia

1.3. Descripción de las variables analizadas y su importancia

En base a cada sección que se mostró en las encuestas anteriormente y por su importancia, decidí graficar y realizar un análisis y gráficas de las siguientes variables. A continuación, se indica la variable y su relevancia:

- Edades – Debido a las diferencias generacionales, es importante conocer cuántos son jóvenes menores a los 30 años, ya que su adaptabilidad e inquietud son mayores y para los mayores de 30 años, se da una estabilidad que se acrecienta y una búsqueda de conservar el trabajo y hacer carrera, por lo que las condiciones de la CAI tienen un valor mayor.
- Genero – Si tomamos en cuenta que el efecto del género en la percepción de la CAI, sobre todo de la temperatura, marca una diferencia importante (Chang, 2019) creando la llamada “Batalla por el termostato” en la investigación de Chang, es importante identificar qué relación hay entre los hombres y mujeres en el análisis de los resultados.
- Tiempo en el edificio – El análisis de percepción que se presenta, está basado en una percepción anual, es decir, que los ocupantes del edificio, de preferencia al menos hayan ocupado el espacio donde laboran, por al menos un año, para poder emitir una opinión de las condiciones completas en un año calendario.
- Compartir lugar – En la nueva cultura de la arquitectura de interiores y en a búsqueda de tener mayor nivel de iluminación natural a la mayoría de los ocupantes, se opta por espacios más abiertos, en lugar de los anteriores privados, dando espacios más colaborativos y menos jerárquicos. Es importante determinar en los corporativos cuantos encuestados están en un privado, y de no ser así, con cuantas personas comparten su área de trabajo.
- Ubicación con respecto a ventanas – Como mencioné antes, cada vez se tienen menos privados y las áreas abiertas tienden a estar en la periferia del interior de los edificios, teniendo la opción de estar sentado cerca de una ventana, con las ventajas de vistas y luz natural, aunque las desventajas de mayor incidencia solar, dando calor y deslumbramientos. Por esta razón, el saber dónde están ubicados los encuestados resulta importante.

En cuanto a los parámetros de la CAI, se presentan a continuación una descripción de las variables que se preguntan en la encuesta:

- Temperatura – Se refiere a la percepción de la temperatura, basado en un concepto de sentir frío y calor, pero haciendo la diferenciación en las dos épocas más críticas de un año:
 - En invierno – que se refiere a la época más fría en la Ciudad de México, considerando que la gran mayoría de las oficinas no cuentan con un sistema de calefacción para aumentar la temperatura, pero deben de mantener la ventilación, tomando aire frío del exterior.
 - En verano – Corresponde a los meses donde hace más calor y que el total de los corporativos encuestados cuentan con un sistema de

acondicionamiento de aire, para controlar la temperatura interior por medio de un sistema de enfriamiento del aire.

Además de estar preguntando la percepción de frío y calor, también es importante conocer si se percibe una variabilidad alta en cuanto a esta, es decir, si perciben que cambia la temperatura a lo largo del día, de frío a calor o viceversa.

- Calidad del aire – Como se definió anteriormente, la calidad del aire está determinada por los contaminantes que se generan al interior de los espacios y el nivel de ventilación que se tenga para diluirlos, por medio del aire exterior. En esta sección de la encuesta se busca conocer como perciben el aire interior en base a:
 - Olor – Si se perciben olores dentro del espacio de trabajo, sin importar las causas específicas
 - Frescura del aire – Es la percepción de contaminantes presentes en el aire, que dan una sensación de un aire pesado o no, como son el CO₂ y los compuestos orgánicos volátiles entre otros y que pueden generar la mencionada acidosis.
 - Humedad – Refiriéndome a la humedad relativa del aire, que es el porcentaje de vapor de agua presente en el aire y que puede ser incómodo si está por arriba del 60%. Esta humedad aumenta en los espacios, principalmente por el calor latente de los mismos ocupantes o el aire de ventilación con una mayor humedad en épocas de lluvia.
 - Velocidad – Si se mencionó que, durante todo el año, al menos se debe de contar con el suministro de aire de ventilación, o bien, el suministro del aire acondicionado, la velocidad con la que se hace este suministro no debe de generar corrientes de aire, que resultan incómodas a las personas que estén en esos lugares.

También para este parámetro se hace una diferencia entre las dos estaciones o condiciones del año, de invierno y de verano.

- Ruido / Acústica – En cuanto a esta condición, primero se les pregunta como es la percepción de confort acústico, en general, y posteriormente ya se le pregunta en lo particular, como perciben lo siguiente:
 - Ruido de compañeros – es el que se genera por las actividades normales como el teclado de la computadora, platicas casuales con compañeros y llamadas telefónicas.
 - Ruido de otras personas – Tiene que ver con las conversaciones o actividades de personas que no tienen su lugar en esa zona, o bien a los visitantes de las oficinas, que tengan conversaciones en el área de trabajo.
 - Ruido dentro del edificio – Generalmente ocasionado por los sistemas y equipos electromecánicos, como son motores, ventiladores, ruido del aire acondicionado, ya sea en los ductos o en los sistemas de difusión de aire, así como motores de elevadores, bombas hidráulicas o generadores

eléctricos, que estén en función y que el ruido o vibración generados, sea percibido en el área de trabajo.

- Ruido del exterior del edificio – Es el ruido que proviene del exterior del edificio, causado principalmente por el tránsito vehicular en las calles aledañas, los comercios y cualquier otro ruido que se produce y que, de no haber un buen aislante acústico en la fachada del edificio, entra a los espacios y genera molestia.
- Interrupciones – Considerando que hubiera la percepción de los ruidos antes mencionados, si estos generan que el personal se distraiga e interrumpa sus labores, disminuyendo su concentración y su productividad.

Como se ve, siempre se pueden presentar ruidos en los espacios en un nivel que no generen distracciones ni interrupciones, por lo que no generen una mala percepción, ya que la ausencia de ruido también sería molesta y casi imposible de lograr.

- Iluminación – Al igual que en acústica, primero se consulta sobre la percepción del confort general en cuanto a niveles de luz, ya sea artificial (por focos) o bien por luz natural, sin que sea poca luz, generando penumbras incómodas, o un exceso de luz que genere reflejos incómodos. Posteriormente, ya se les cuestiona en lo particular, por los siguientes temas:
 - Luz natural – Se les pregunta sobre la percepción del nivel de luz natural que entra al espacio por las ventanas, para ver si sienten que es adecuada, partiendo de la pregunta anterior de la ubicación con respecto a la ventana, ya que, si no están cercanos a estas, no les llegará la luz natural.
 - Reflejo del sol – Como mencioné anteriormente, una desventaja de estar cerca de las ventanas, y si estas no tienen alguna protección o forma de limitar la entrada de luz, puede generar reflejos muy altos que deslumbren y generen incomodidad.
 - Luz artificial – Se refiere a la luz que viene de luminarios conectados eléctricamente, que son encendidos a falta de la luz natural, o bien, si no hay sistemas de control, continuamente funcionando y que deben de dar un nivel de iluminación suficiente para la realización de los trabajos de oficinas. Se les pregunta si la percepción es que tengan el suficiente nivel de luz.
 - Reflejo de luces – Se les pregunta si esta luz artificial puede ser muy alta, que les genere un nivel de reflejos que no les deje trabajar cómodamente.

Por último, se les pregunta en la encuesta que, a nivel general, como perciben los siguientes conceptos:

- Confort general – Considerando todas las condiciones anteriores y a nivel general, como percibe el confort en su espacio de trabajo

- Productividad – Basado en las percepciones anteriores, siente que el espacio ayuda a que sea más productivo en sus labores cotidianas, ya sea de “forma negativa”, “que no afecte”, o “bien de forma positiva”.
- Salud – Percibe que la CAI en sus oficinas hacen que no se enferme o, de lo contrario perjudica su salud.

Al tener las respuestas para cada uno de los corporativos, se realizó un análisis estadístico para poder encontrar las oportunidades de mejora y sobre todo, conocer de manera estadística como están las oficinas corporativas en la Ciudad de México.

2. Selección de corporativos

Se hizo un listado de posibles corporativos que permitieran llevar a cabo las encuestas, con fines académicos. Tal como se mencionó anteriormente, se buscó la disponibilidad de la información, invitando a las siguientes 7 empresas:

- Corporativo Siemens México
- Corporativo Johnson Controls – tienen en México al menos 3 diferentes locaciones
- Corporativo Grupo ECO – Empresa desarrolladora de edificios
- Genera Banco – en su edificio corporativo
- Oficinas centrales de Bovis México – Que ocupa un piso en Torre Mayor
- Honeywell México – tienen también más de 3 espacios de oficinas
- Axa México – Compañía de seguros

Como ya se mencionó, tras solicitar asesoría al Dr. Leaman como experto en estos temas, nos recomendó que, con la aplicación de esta encuesta a 6 edificios corporativos, se obtendrían datos suficientes para considerarla una muestra representativa. A cada uno de los encargados de las oficinas mencionadas, se les mandó una carta explicando el objetivo del estudio, los alcances y los pasos a seguir, así como cuál sería el manejo de la información recibida y su protección.

Se logró que 6 empresas objetivo aceptaran la invitación a colaborar en este trabajo, logrando la muestra representativa recomendada por el experto. A continuación, se presentan las características y detalles de cada corporativo donde se realizó la encuesta:

2.1. Descripción de los corporativos

Para dar un marco sobre la ubicación y tipos de edificios, número de encuestas enviadas, recibidas y el número de empleados, se presentan aquí las características de cada corporativo, en orden alfabético. En el capítulo 4 que se muestran los resultados y para garantizar la confidencialidad en el manejo de la información, y a efectos de este estudio, los corporativos fueron cambiados de orden y renombrados de la A a la F.

Ubicación y características de los corporativos en el estudio

Oficinas Axa Felix Cuevas:

Ubicación: Av. Felix Cuevas 366, Colonia Tlacoquemécatl, 03200, Ciudad de México

Nombre del edificio: Corporativo Felix Cuevas

Número de empleados: 3,152

Número de encuestas enviadas: 200

Número de encuestas recibidas: 170 que equivalen al 85%

Número de encuestas válidas: 163 que equivalen al 81%

Fecha de aplicación: 10 de julio de 2019



Figura 25 Ubicación del corporativo de Axa Felix Cuevas. Fuente: Google Maps

Oficinas centrales Bovis México:

Ubicación: Av. Paseo de la Reforma 505, Colonia Cuauhtémoc, 06500, Ciudad de México

Nombre del edificio: Torre Mayor piso 36

Número de empleados: 100

Número de encuestas enviadas: 80

Número de encuestas recibidas: 60 que equivalen al 75%

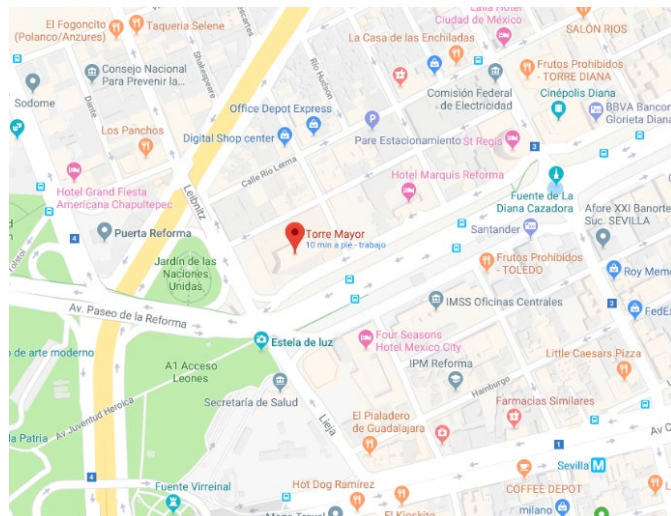


Figura 26 Ubicación del corporativo de Bovis en Torre Mayor. Fuente: Google Maps

Número de encuestas válidas: 43 que equivalen al 54%

Fecha de aplicación: 11 de diciembre de 2017

Corporativo Johnson Controls / Tyco:

Ubicación: Av. Insurgentes Sur 1106, Colonia Tlacoquemecatl del Valle, 03200, Ciudad de México

Nombre del edificio: ADT

Número de empleados: 800

Número de encuestas enviadas: 180

Número de encuestas recibidas: 125 que equivalen al 69%

Número de encuestas válidas: 125 que equivalen al 69%

Fecha de aplicación: 21 de noviembre de 2017

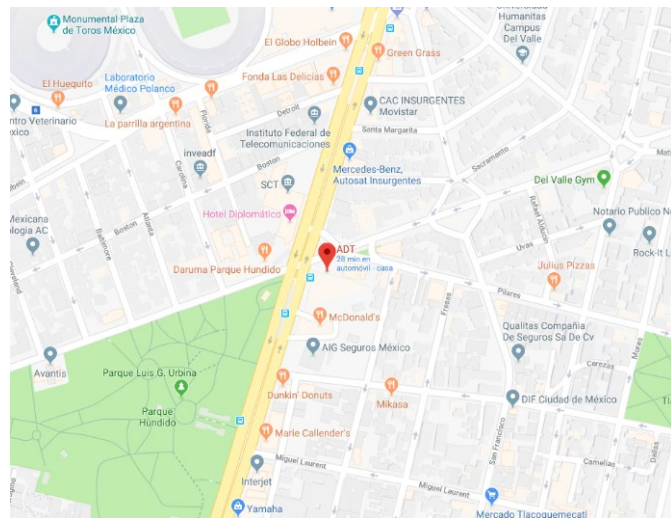


Figura 27 Ubicación del corporativo de Johnson Controls en el edificio de ADT. Fuente: Google Maps

Corporativo Gentera Banco:

Ubicación: Av. Insurgentes Sur 1458, Colonia Actipan, 03230, Ciudad de México

Nombre del edificio: Torre Origami

Número de empleados: 800

Número de encuestas enviadas: 223

Número de encuestas recibidas: 205 que equivalen al 92%

Número de encuestas válidas: 184 que equivalen al 83%

Fecha de aplicación: 16 de mayo de 2018

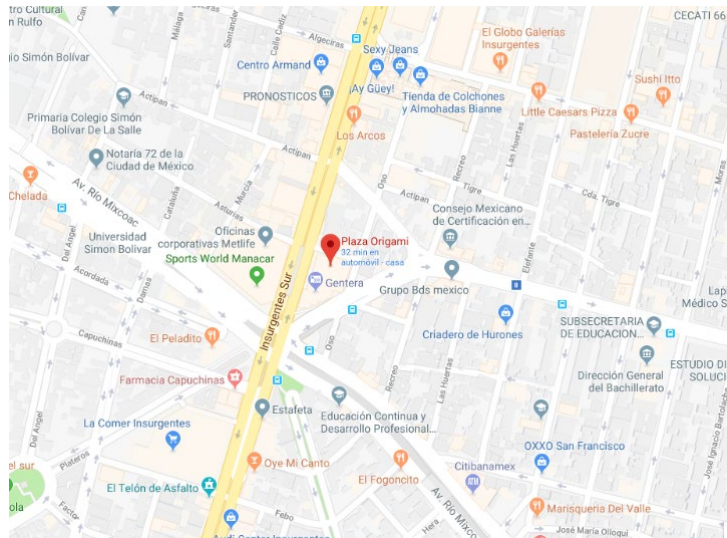


Figura 28 Ubicación del corporativo Gentera en el edificio Torre Origami. Fuente: Google Maps

Corporativo Grupo ECO:

Ubicación: Av. Vasco de Quiroga 3900, Colonia Lomas de Santa Fe, 05100, Ciudad de México

Nombre del edificio: Diamante Santa Fe

Número de empleados: 112

Número de encuestas enviadas: 110

Número de encuestas recibidas: 87 que equivalen al 79%

Número de encuestas válidas: 75 que equivalen al 68%

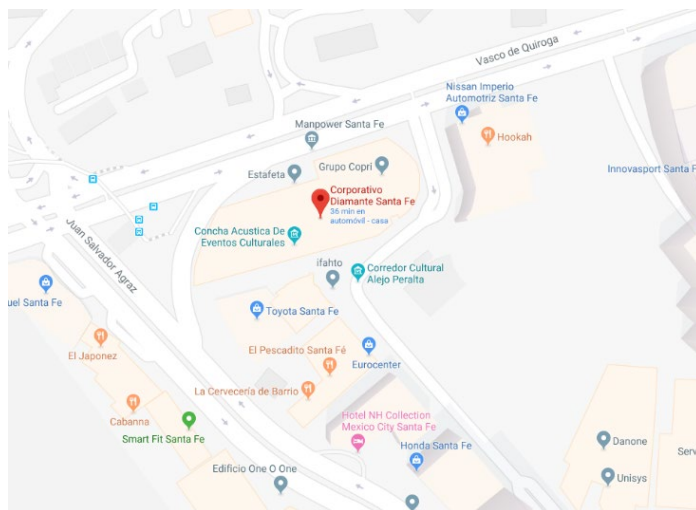


Figura 29 Ubicación del corporativo de Grupo ECO en el edificio Diamante Santa Fe. Fuente: Google Maps

Fecha de aplicación: 10 de octubre de 2017

Corporativo Siemens México:

Ubicación: Av. Ejército Nacional 350, Colonia Polanco V Sección, 11560, Ciudad de México

Nombre del edificio: Corporativo Dos Patios

Número de empleados: 1,500

Número de encuestas enviadas: 200

Número de encuestas recibidas: 172 que equivalen al 86%

Número de encuestas válidas: 172 que equivalen al 86%

Fecha de aplicación: 30 de noviembre de 2017

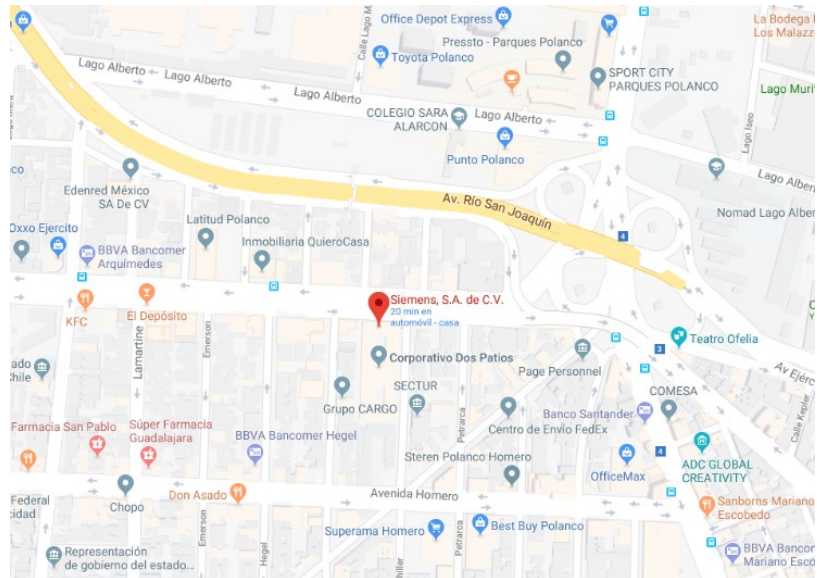


Figura 30 Ubicación del corporativo de Siemens. Fuente: Google Maps

3. Aplicación de la metodología

Tras acordar con cada corporativo y de acuerdo con sus políticas internas, se aplicó el instrumento. Las particularidades de la aplicación se describen en el Capítulo 4 de resultados. Los datos generados en la encuesta se capturan en un archivo de transferencia que posteriormente se procesa y se analiza para obtener resultados preliminares que se presentan en el Capítulo 4.

Teniendo todas las encuestas capturadas, se inició el proceso estadístico y de interpretación que se presentará a continuación.

Para poder comprender mejor el siguiente conjunto de figuras, se presentan primero las figuras de cada uno de los edificios y después un análisis de todos como una sola muestra representativa. Además de lo anterior, los archivos de transferencia se enviaron al Dr. Leaman para ser procesados en la plataforma específica de BUS Methodology para generar el Benchmark, en base a la licencia firmada con BUS.

A continuación, se presenta una descripción de la estructura de estas figuras:

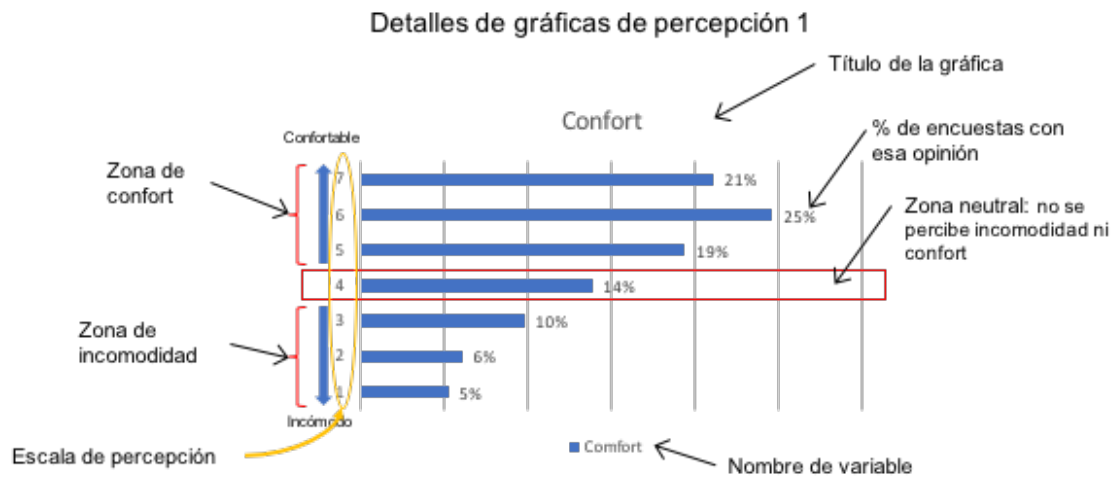


Figura 31 Detalles de figuras de percepción de Confort. Fuente: Elaboración propia

Este detalle de figura aplica para los temas de confort térmico, acústica, iluminación y percepción de salud de los ocupantes.

A continuación, se presentan las estructuras de las figuras de percepción de temperatura y variabilidad de esta:

Detalles de gráficas de percepción 2

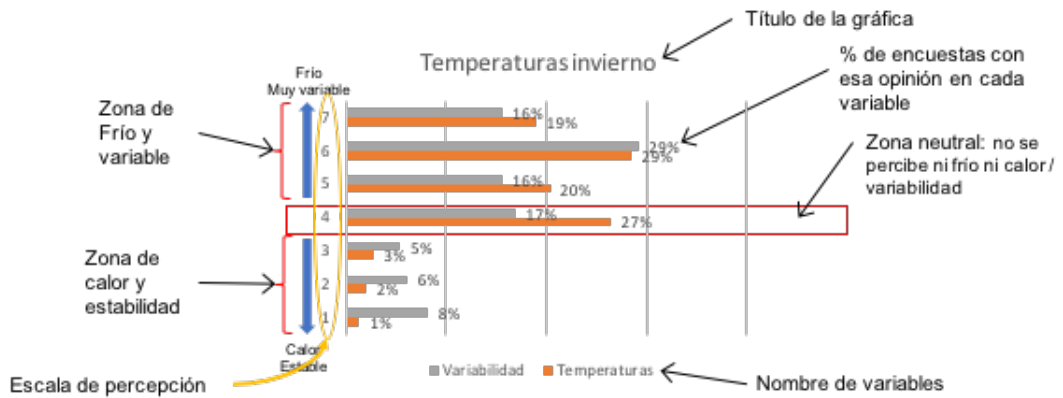


Figura 32 Detalles de figuras de percepción de temperaturas y variabilidad. Fuente: Elaboración propia

Ahora se presenta la estructura de las figuras de calidad del aire:

Detalles de gráficas de percepción 3

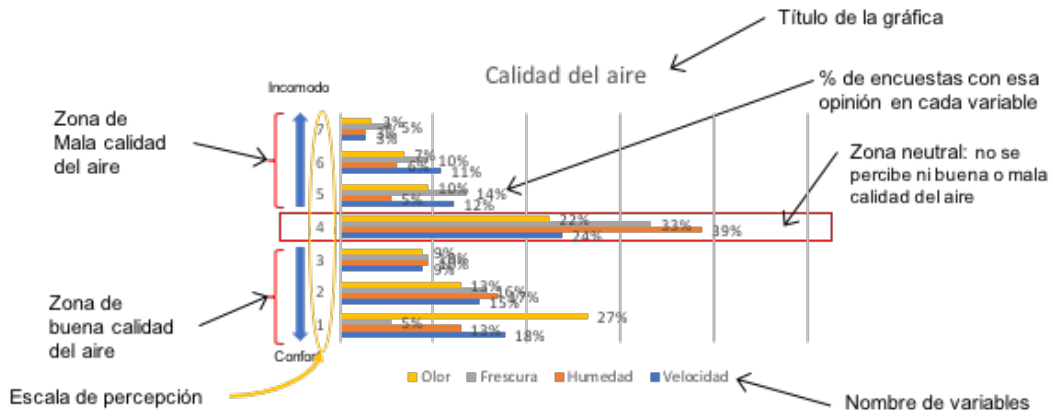


Figura 33 Detalles de figuras de percepción de calidad del aire interior. Fuente: Elaboración propia

Y para las figuras de ruido y acústica, la estructura es la siguiente:

Detalles de gráficas de percepción 4

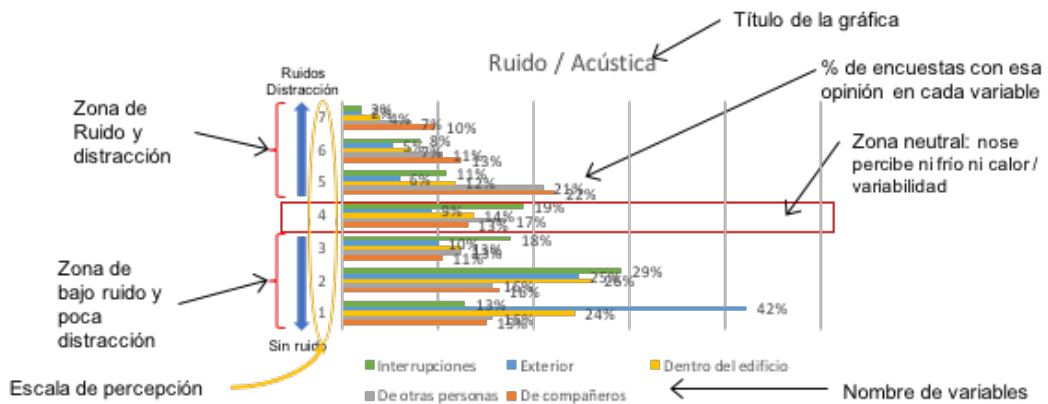


Figura 34 Detalles de figuras de percepción de ruido y acústica. Fuente: Elaboración propia

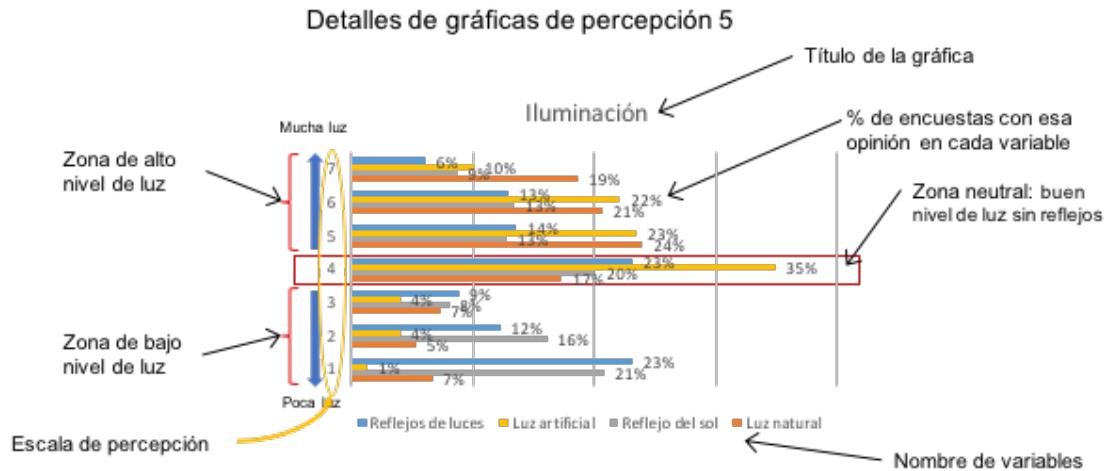


Figura 35 Detalle de figuras de percepción de iluminación. Fuente: Elaboración propia

Por último, para las figuras de percepción de productividad la estructura es la siguiente:

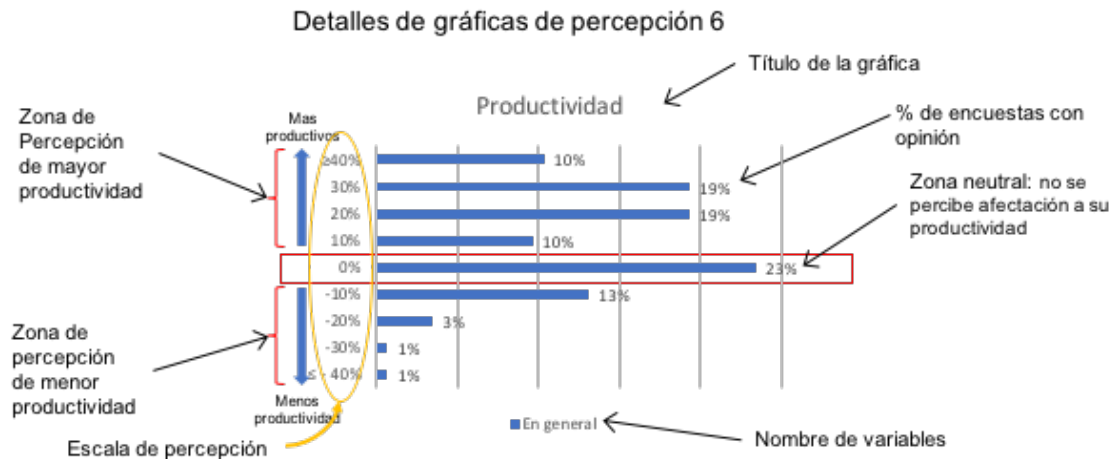


Figura 36 Detalle de figuras de percepción de productividad. Fuente: Elaboración propia

4. Correlación entre las variables

De acuerdo con los objetivos de este trabajo planteados en el Capítulo 1 de antecedentes, se trabajó para mostrar en una sola gráfica, ya sea para la muestra en general, así como para edificio por edificio, la correlación que tienen las variables de Confort y Salud, así como Confort y productividad.

Se busca que, de manera gráfica, revisando las pendientes y niveles de percepción de cada variable general, se observe la relación o dependencia que existe entre ese par de comparativas, para determinar que tanto influye, por un lado, la percepción de salud que sienten los ocupantes, comparado con el confort que perciben y, por el otro lado, ese mismo confort, con su percepción de mejora de la productividad.

Capítulo 3. Resultados obtenidos

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos al procesar la información de los archivos de transferencia y también se presenta un breve análisis de estos. Al final del capítulo se realiza un análisis integral de la información.

1. Encuestas a nivel general

En base al número de empleados que laboran en los 5 corporativos, se tomó una muestra representativa de 990 personas y en total se imprimieron y enviaron un total de 993 encuestas. Se recibieron 819, que equivalen al 83%, y se capturaron, eliminando las no válidas o vacías, un total de 786 encuestas para un 79% de aplicación.



Figura 37 Relación de encuestas impresas y válida. Fuente: Elaboración propia

1.1. Procesamiento de encuestas

Una vez que se aprobaron la aplicación de las encuestas en los diferentes corporativos, se procedió a imprimir estas en el papel verde antes mencionado y se fijaron las fechas de la aplicación. En tres de los corporativos se me permitió aplicar personalmente la encuesta, llegando a las 10:00 de la mañana y recojiéndolas a las 13:00. Para el caso del cuarto corporativo solicitaron que fuera aplicada por su personal de operaciones del edificio, por ser su política interna, y fue aplicada en un solo día, entregando ellos las encuestas completas. Para el caso del quinto y sexto corporativos también solicitaron que su propio personal aplicara la encuesta, dejándola nosotros a las 9:00 de la mañana y recojiéndola a las 4:00 de la tarde ya contestadas.

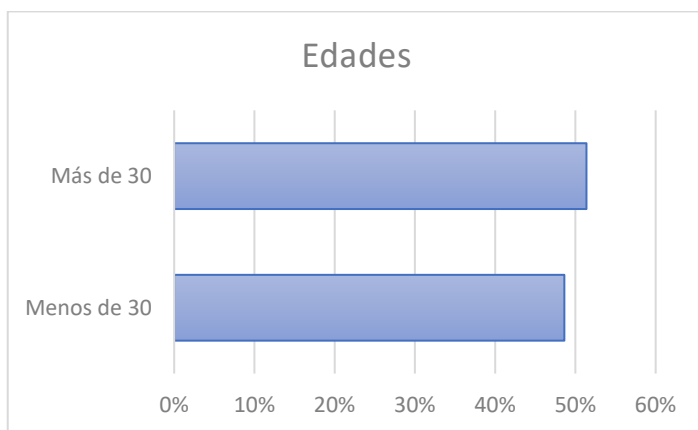
1.2. Captura de datos para análisis

Al recibir los paquetes completos con las encuestas, se realizó la captura de todos los datos de las encuestas en el archivo de transferencia, previamente preparado, una columna con

cada uno de los recuadros a contestar, proceso que se llevó más de 75 horas de trabajo, considerando un archivo por cada uno de los corporativos.

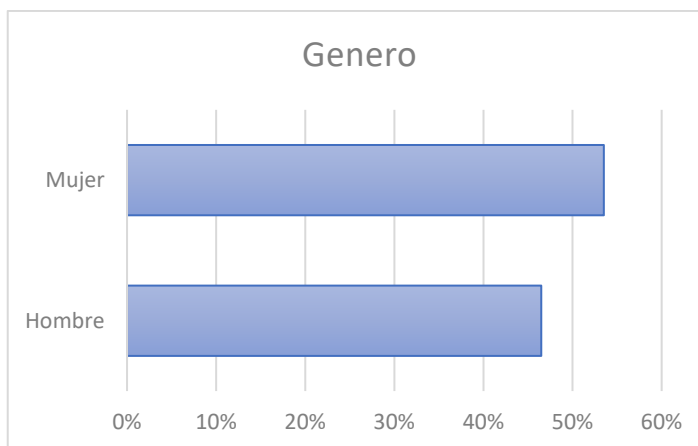
2. Análisis de resultados como muestra general

Se realizó una agrupación de la información para poder realizar un análisis en conjunto y estos datos se tomarán como base a futuro de una comparativa – Benchmark de edificios en México. Este se realizó tomando en cuenta el total de encuestados, sin importar en que edificio se encontraban, para poder entender que se percibe, como principio, en las oficinas de la Ciudad de México, dando las siguientes figuras y análisis:



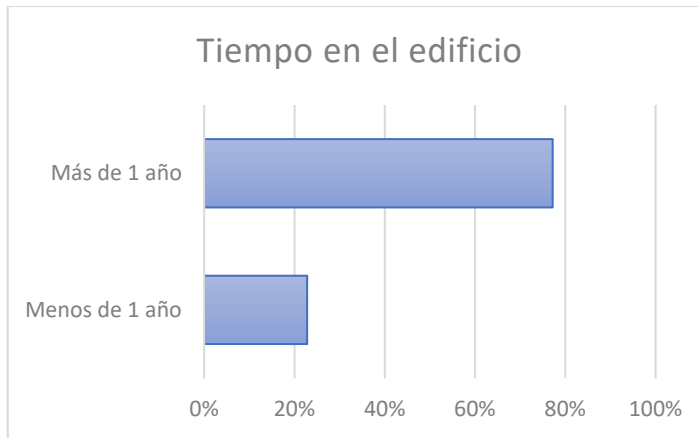
El 51% de los encuestado tienen 30 años o más y el 49% menos de 30, es decir, en la muestra de oficinas se tienen más personas de generación X en adelante, y menos millennials y generación Z.

Figura 38 Edades en general



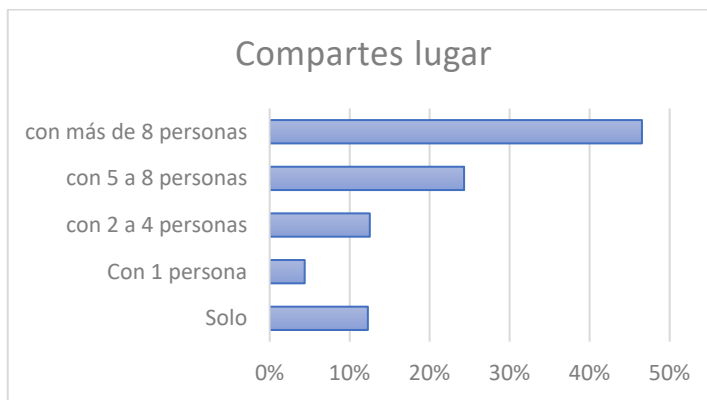
El 54% son mujeres y el 46% hombres, resultando en una equidad de género, pero si comparamos con la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo del INEGI 2020, en México se tiene un 61% de hombres en la población económicamente activa ocupada.

Figura 39 Género en conjunto



El 77% ha laborado más de 1 año en ese edificio, dando una buena evaluación anual de las condiciones, dándoles oportunidad de evaluar mejor los edificios. Como la encuesta trata de saber la percepción de las personas a lo largo de un año, es decir, verano e invierno, este alto porcentaje valida los resultados en todo un año.

Figura 40 Tiempo que han laborado en los diferentes edificios



Solo el 12% tiene un privado y el 47% trabaja en áreas abiertas con más de 8 personas, es decir, tienen una oficina que solo es para ellos de manera normal. Estas oficinas privadas son para mandos jerárquicos altos o quien maneja información confidencial.

Figura 41 Tienen lugar solo o comparten el espacio de trabajo en general

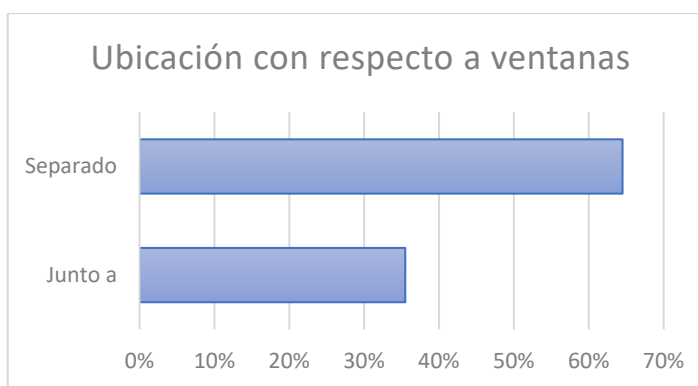


Figura 42 Ubicación del lugar de trabajo cerca de una ventana o al interior en general

En general las oficinas encuestadas tienden a no tener lugares de trabajo cerca de ventanas, solo el 35% en la zona perimetral. Este es un tema importante debido a que la cercanía a la ventana aumenta la luz natural, pero también la temperatura radiante, es decir, mejora el confort visual, pero si no cuenta el acristalamiento con elementos de alta eficiencia, será incómodo térmicamente

para los que estén más cerca de la ventana.

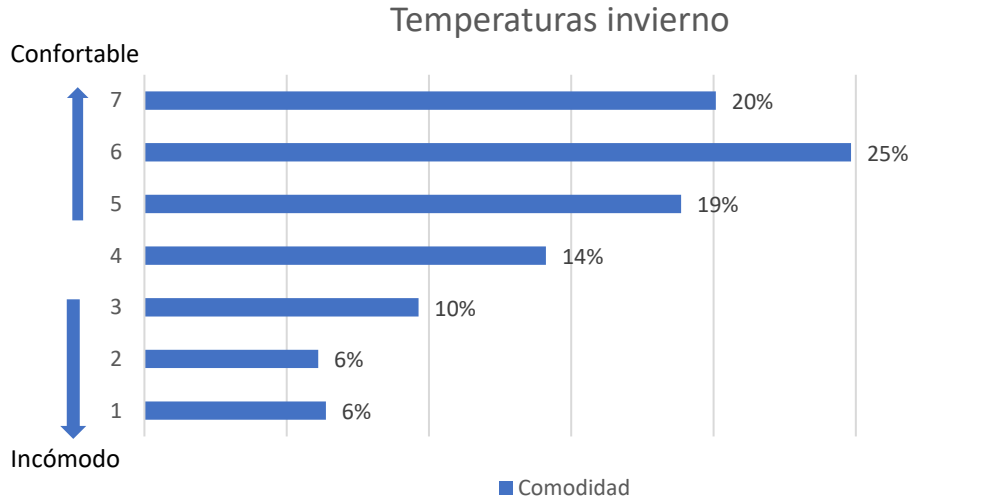


Figura 43 Percepción de confort térmico en invierno en general

En general, hay un 22% que percibe incomodidad en cuanto a temperatura, con un 64% que percibe que son confortables térmicamente el interior de las oficinas en México. Por ser la Ciudad de México, la incomodidad normalmente se da por las bajas temperaturas de la mañana, cuando el aire está debajo de 10 °C y lo tomamos para ventilar los espacios, dando una sensación de frío en las mañanas.

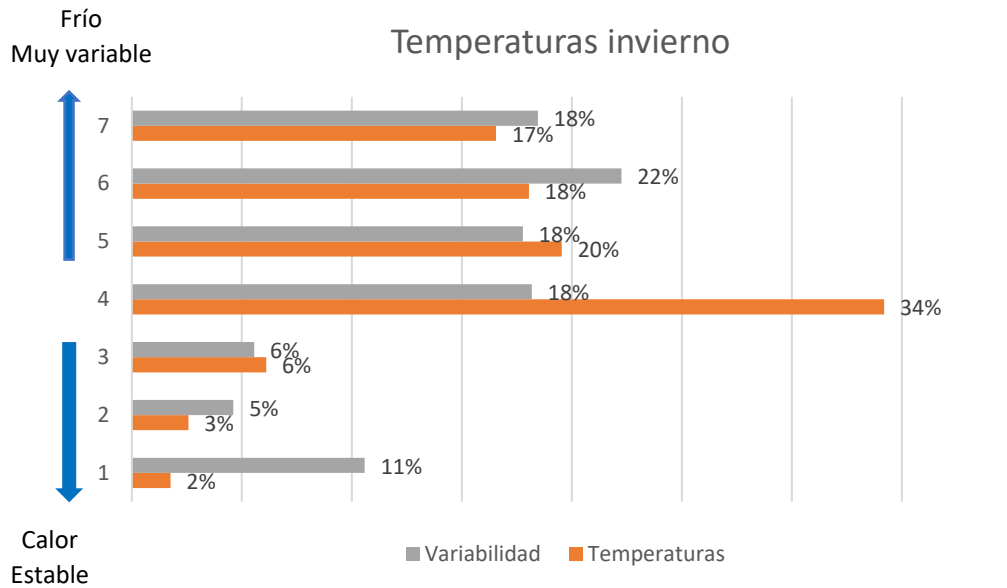


Figura 44 Percepción de temperatura y variabilidad de esta en invierno en general

En invierno, la percepción general para el 54% es que hace frío dentro de las oficinas, con mucha variabilidad para el 58%, dado que en las mañanas hace frío y al medio día ya se percibe calor. Esto sucede por ser la Ciudad de México y todos los edificios donde se aplicó la encuesta, tenían aire de renovación, que en invierno es frío.

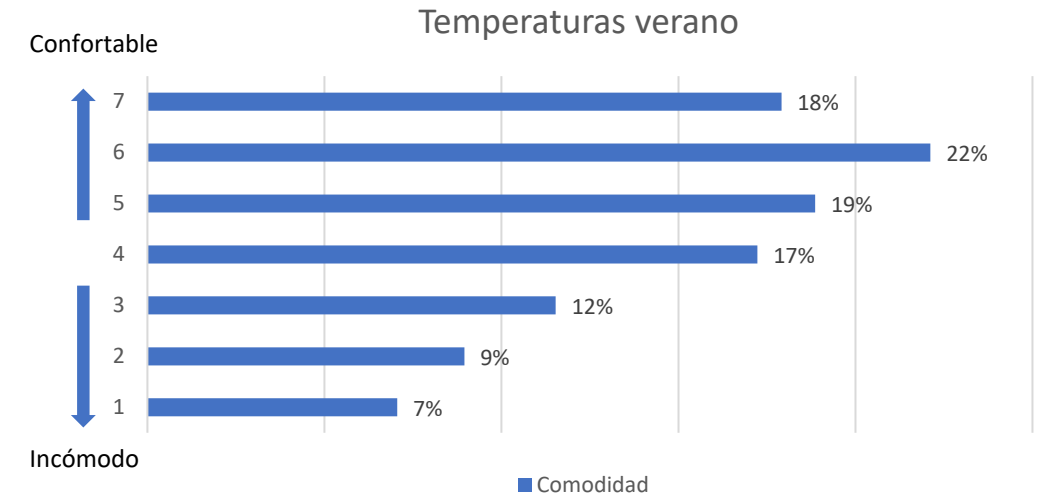


Figura 45 Percepción de térmico en verano en general

En verano la percepción de confort térmico en las oficinas se incrementa al llegar a 28% que percibe incomodidad. En casi todos los casos, esto se debe a la falta de balanceo de los sistemas de distribución del aire, que generan espacios calientes por un lado y frescos en otros espacios en una misma oficina.

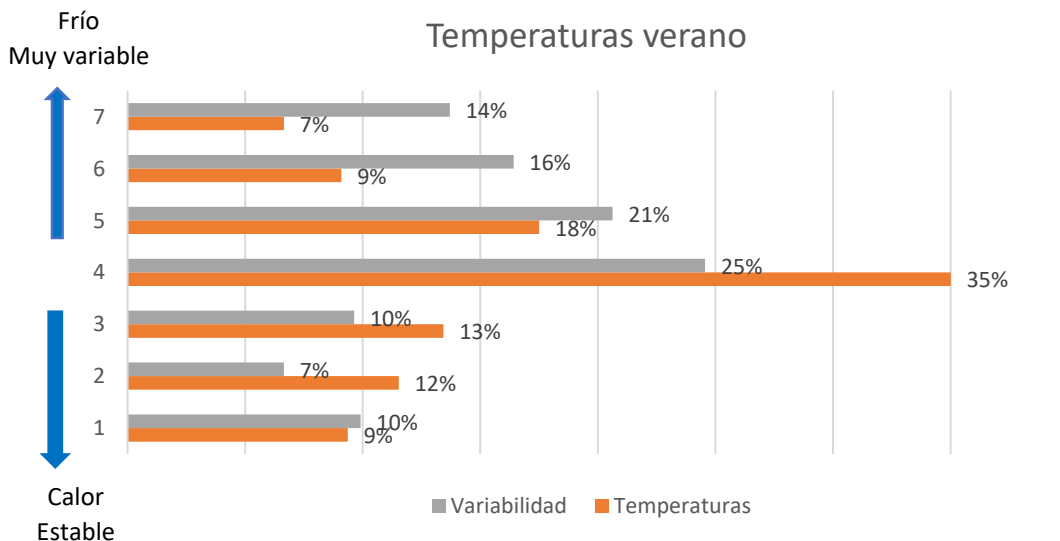


Figura 46 Percepción de temperaturas y variabilidad de estas en verano en general

En verano la percepción de una temperatura estable es para el 26%, pero para el 51% se tiene una alta variabilidad de la temperatura, resultado de nuevo de un mal balanceo del sistema de distribución de aire, mala calibración de los termostatos y que el punto de ajuste

de estos normalmente se baja a 22 °C, que para lograrlo, la temperatura oscila entre los 20 °C y los 24 °C, ya que estos instrumentos tienen una variabilidad de +/- 2 °C.

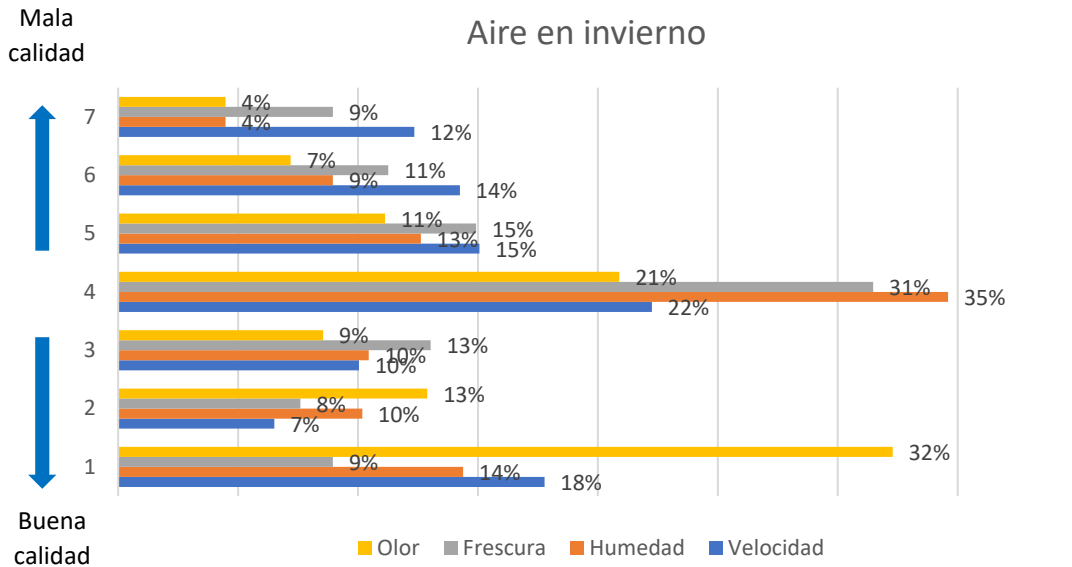


Figura 47 Percepción de la calidad del aire en invierno en general

En invierno se perciben pocos olores, pero se tiene la percepción de corrientes de aire en un 42%. Estas corrientes del aire se generan, como mencionamos, por lo frío del aire en las mañanas que, más que ser suministrado a altas velocidades, la incomodidad se percibe por la temperatura baja.

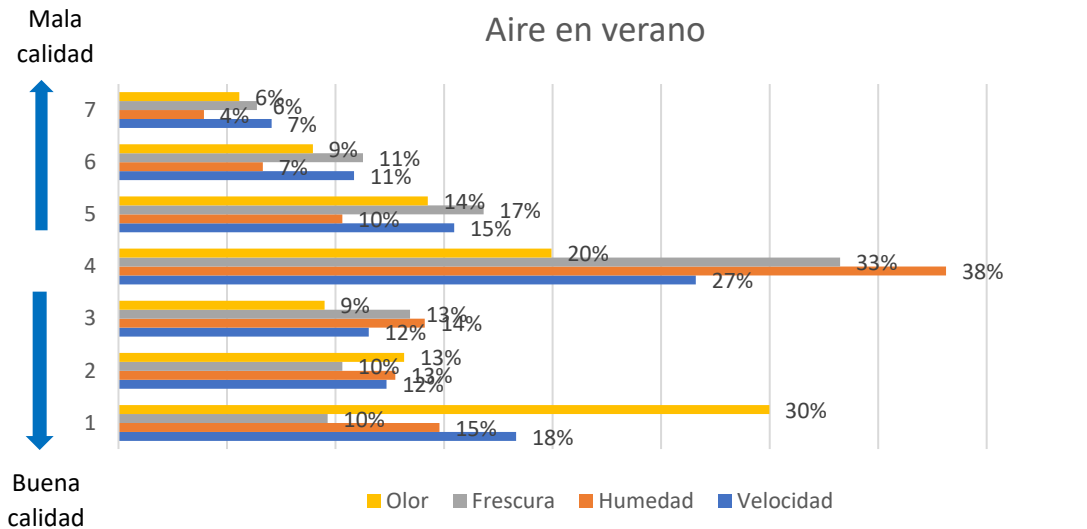


Figura 48 Percepción de la calidad del aire en verano en general

En verano aumenta la percepción de olores por el aumento de humedad, pero disminuye la sensación de corrientes de aire, ya que la temperatura de suministro mejora, pero los niveles de ventilación no son adecuados, es decir, se recircula más aire y se diluyen los

olores en menor proporción, por el intento de satisfacer los requerimientos de flujo de aire para acondicionar los espacios.

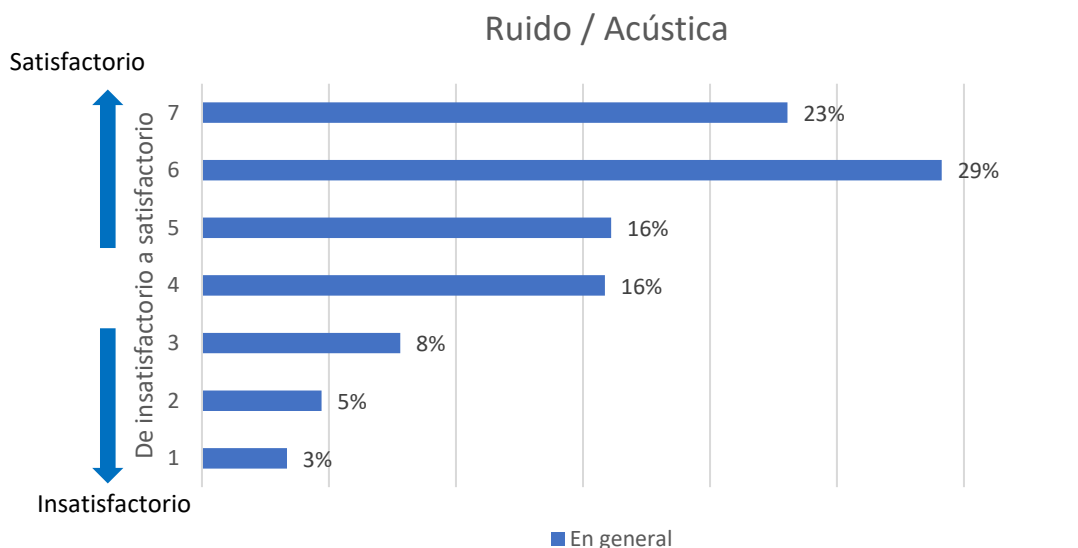


Figura 49 Niveles de ruido y confort acústico en general

Solamente un 16% percibe incomodidad por ruidos dentro de los edificios en general, lo que es interesante, ya que en la siguiente figura que particulariza el ruido, hay más percepción, pero a nivel general, no es algo que incomode o distraiga a la mayoría, o bien están acostumbrados a esos ruidos y no resultan insatisfactorios.

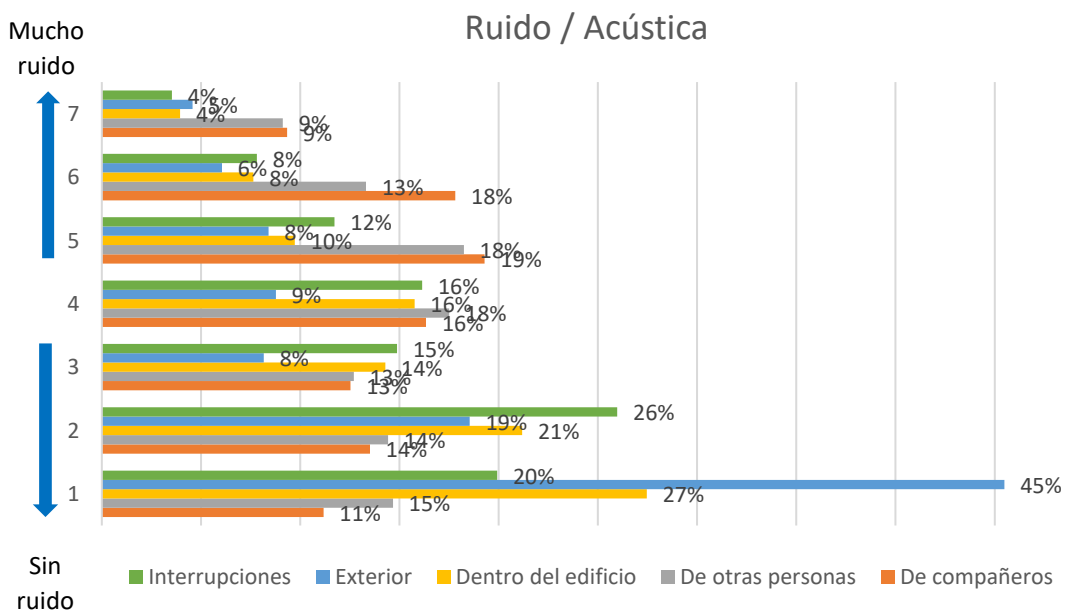


Figura 50 Percepción de ruidos a detalle en lo general

El aislante acústico de los edificios, para evitar ruido del exterior es muy bueno ya que no se percibe ruido, pero en cuanto al ruido interior se incrementa la percepción de ruido lo que genera que se perciba un nivel de interrupciones alto con un 23%.

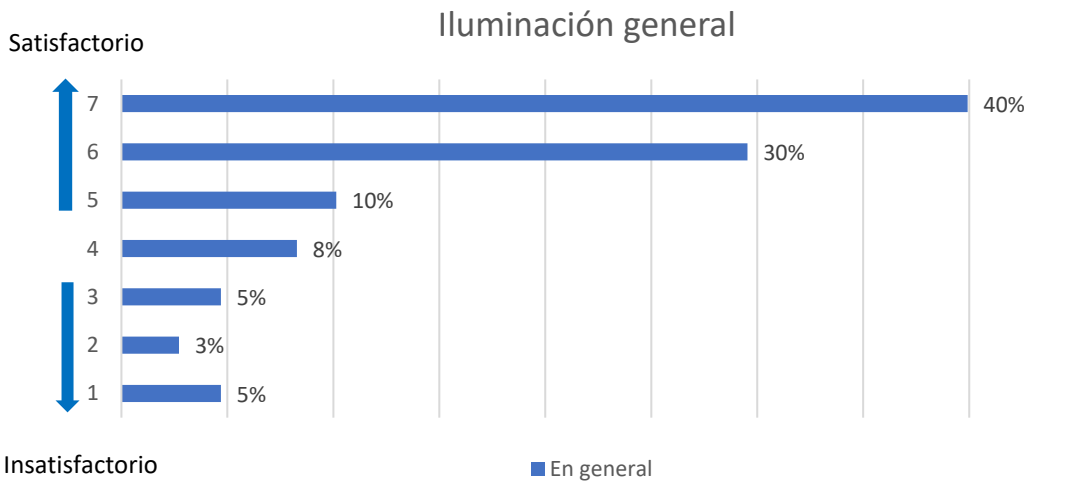


Figura 51 Niveles de iluminación percibida en general

A nivel general se percibe un buen confort de niveles de luz, con solo un 13% de insatisfechos, esto sucede ya que si hay una normativa mexicana obligatoria (Secretari de Trabajo y Protección Social, 2008) que da niveles mínimos de luz y esto genera que no se tengan, en general, zonas de penumbra en las oficinas, logrando tener suficiente luz.

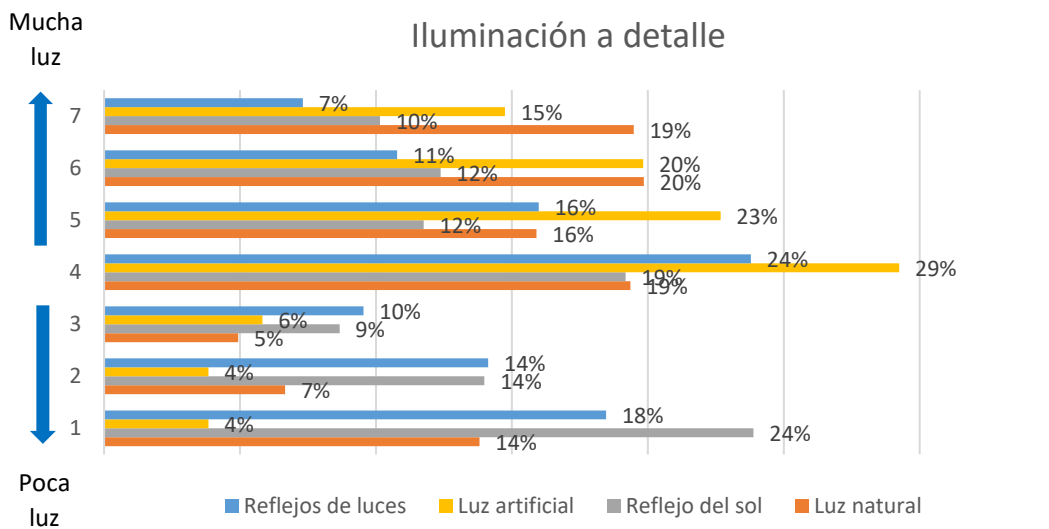


Figura 52 Percepción de niveles de luz a detalle en los edificios

Se llega a tener la percepción de reflejos de luces alto en un 42% y en general se percibe que hay demasiada luz. Aunque se tiene la norma mencionada, NOM-025-STPS-2008, que establece los niveles mínimos de iluminación, no hay nada que regule el exceso de

niveles de iluminación, que es lo que perciben ese 42% de los encuestados, generando insatisfacción, pero han logrado mitigarlo para que no sea incómodo.

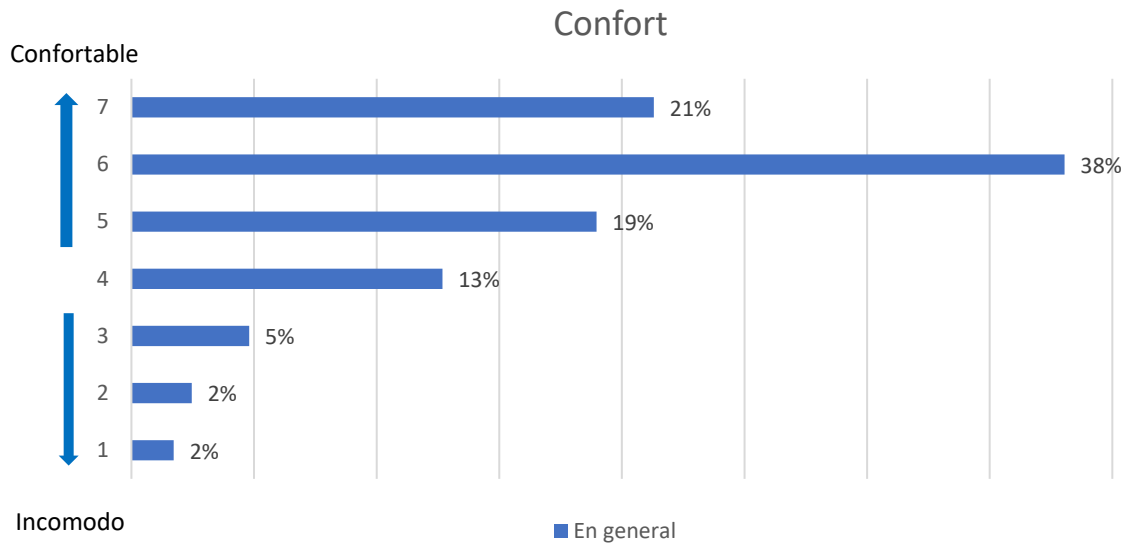


Figura 53 Percepción de confort general en los corporativos

A nivel general, la percepción de confort es muy alta, ya que solo el 9% se siente insatisfecho y un 78% con alta satisfacción. Como se mencionó en el Capítulo 1, esta percepción de confort incrementa también la productividad, pero se presenta un nivel mayor en confortable (el número 6 de la figura) a muy confortable (número 7) dando la oportunidad a mejorar aún los espacios.

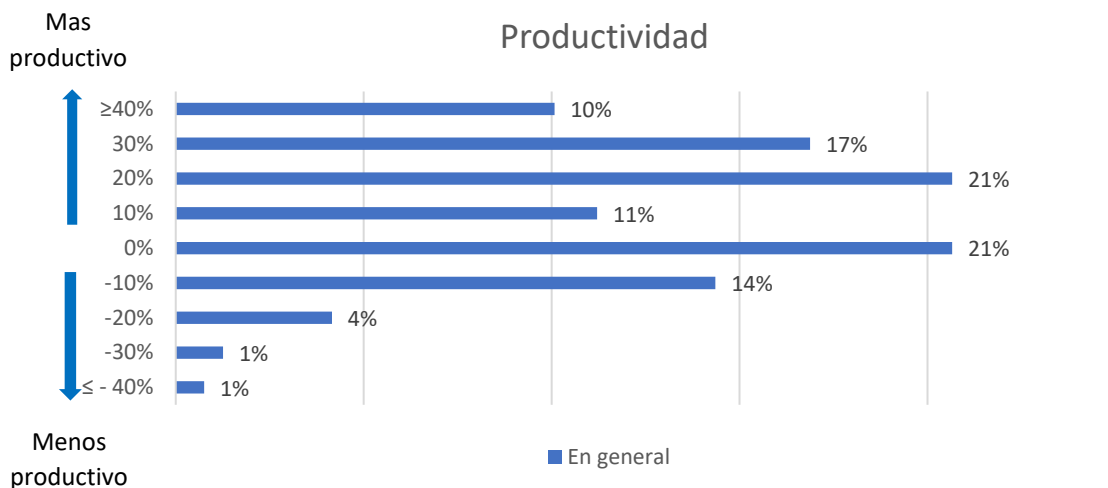


Figura 54 Percepción de niveles de productividad en general

Aunque la percepción del confort es buena, hay un 20% que percibe que su productividad se ve afectada negativamente, pero un 65% siente que son más productivos, que tienen

relación con la percepción de confort que se ve en la figura 53. El que exista un 21% que percibe que no mejora ni empeora su productividad, también se puede tomar como una gran oportunidad de mejoras, para impulsar la mayor productividad.

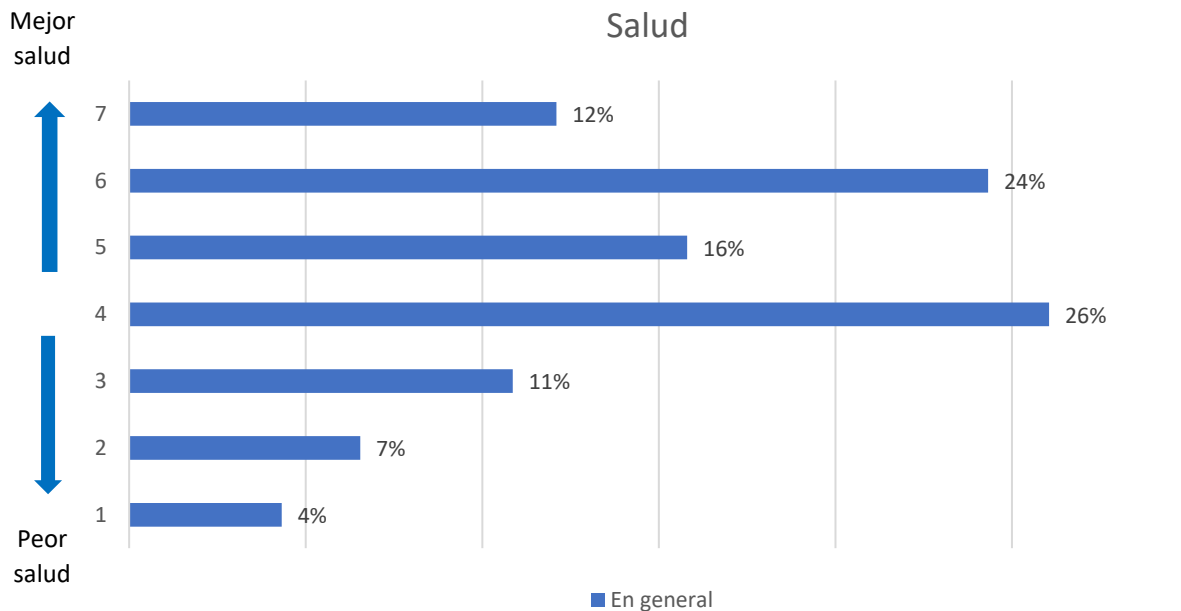


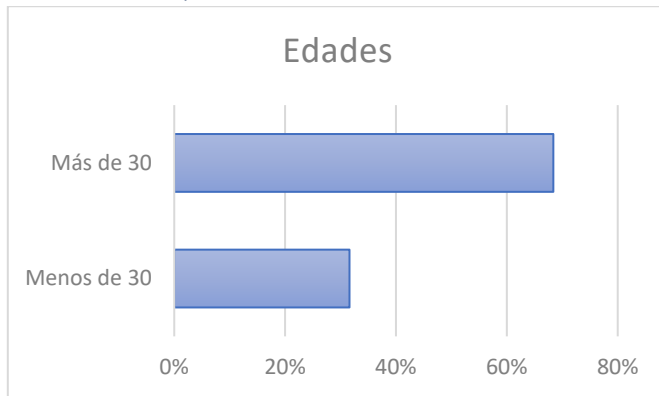
Figura 55 Percepción de afectaciones a la salud de los ocupantes en general

En cuanto a la salud, hay un 22% que considera que tiene afectaciones a su salud de manera negativa, el 26% no cree que las condiciones afecten su salud, pero un 52% si percibe que el espacio es sano para trabajar.

3. Resultados obtenidos por edificio

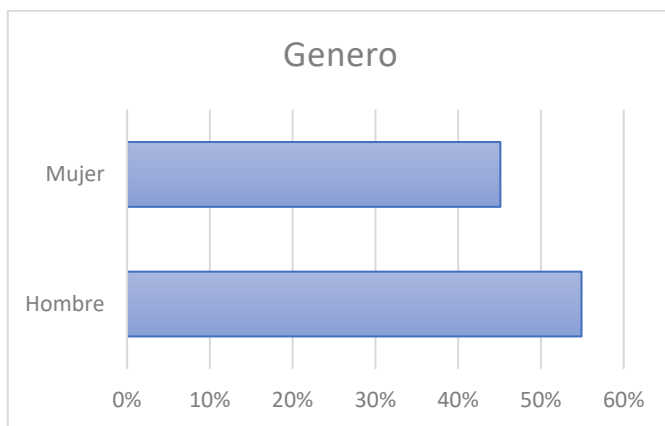
En base a todos los datos, se presentan a continuación las figuras representativas con los resultados analizadas y desarrolladas por mí, y para mantener la confidencialidad y respetar los resultados de cada Corporativo. En cada figura se agregan comentarios referentes a la interpretación del resultado y en algunas ocasiones se realiza un breve análisis:

3.1. Corporativo A



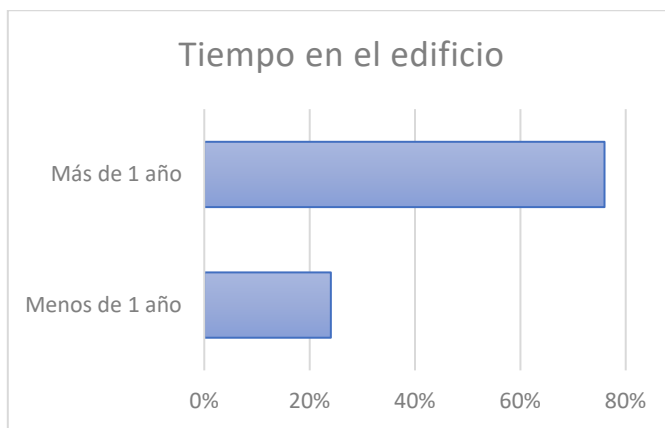
El 68% tiene 30 años o más y el 32% es menor a 30 años.

Figura 56 Edades en corporativo A



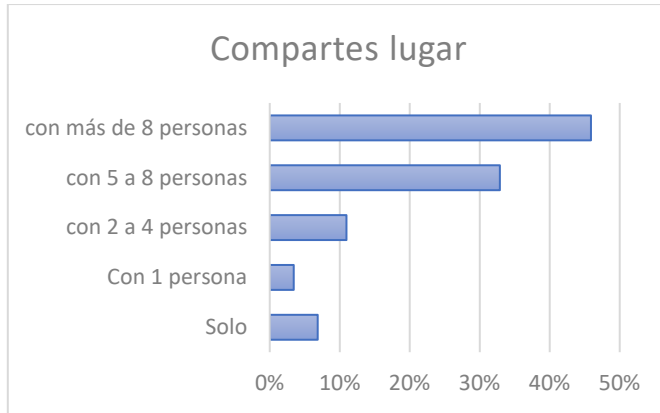
El 45% son mujeres y el 55% son hombres.

Figura 57 Género en corporativo A



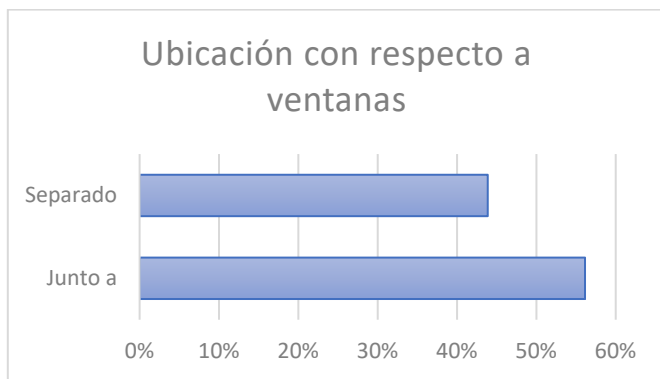
76% de las personas han laborado más de un año en ese edificio.

Figura 58 Tiempo que han laborado en el corporativo A



El 46% de las personas están en áreas abiertas y comparten el espacio con más de 8 personas y solo el 7% de las personas tienen un privado.

Figura 59 Tienen un lugar solo o comparten el espacio de trabajo en Corporativo A



El 56% de las personas trabajan cerca de una ventana. Esto lo favorece el hecho de que el edificio tiene dos patios.

Figura 60 Ubicación del lugar de trabajo cerca de una ventana o en espacios interiores en Corporativo A

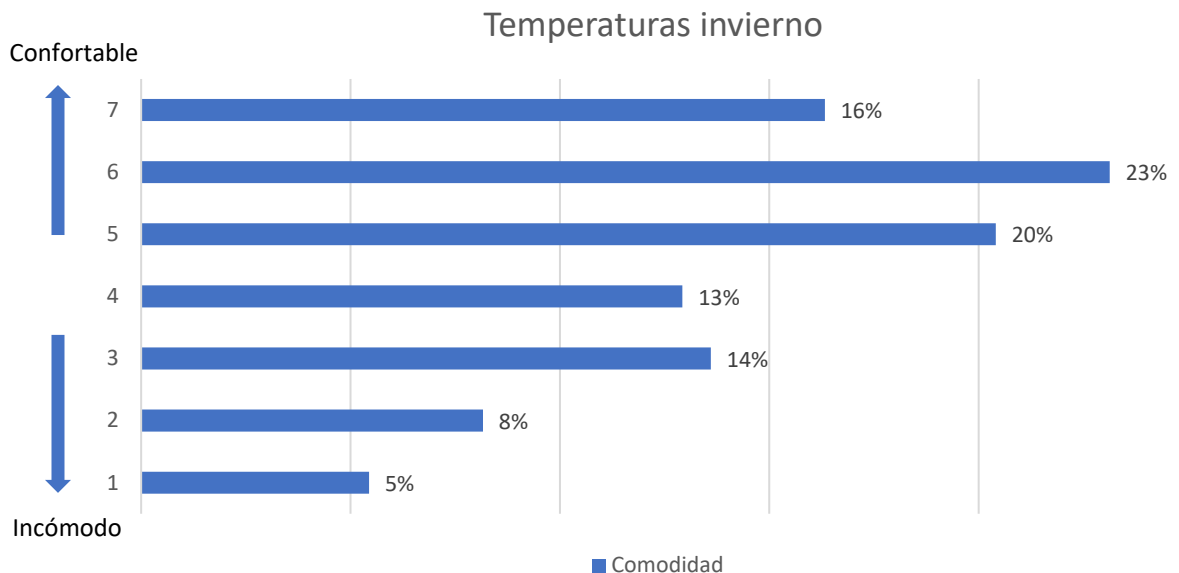


Figura 61 Percepción del confort térmico en invierno en Corporativo A

El 27% de los ocupantes no siente comodidad, dejando 59% sintiendo que es confortable térmicamente en invierno.

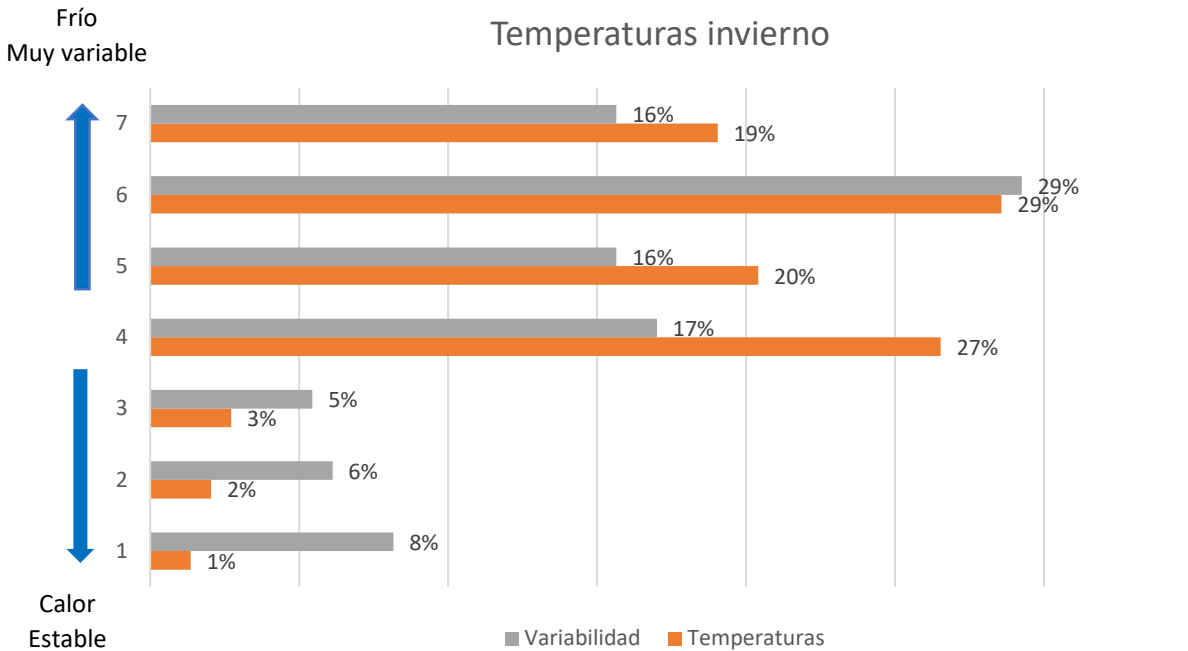


Figura 62 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en invierno en Corporativo A

Para invierno, la percepción de la temperatura para el 68% es que hace frío en los espacios y para el 61% se tiene una alta variabilidad de la temperatura.

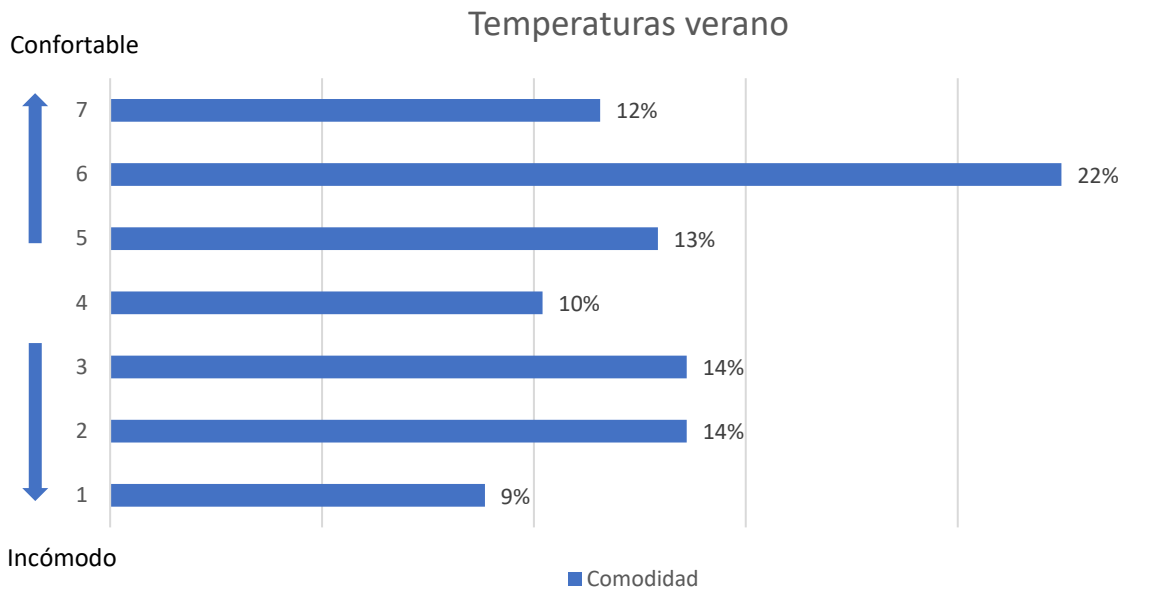


Figura 63 Percepción del confort térmico en verano en Corporativo A

En verano el 37% de los ocupantes consideran que el confort térmico no es adecuado y que el 57% que si se siente confortable.

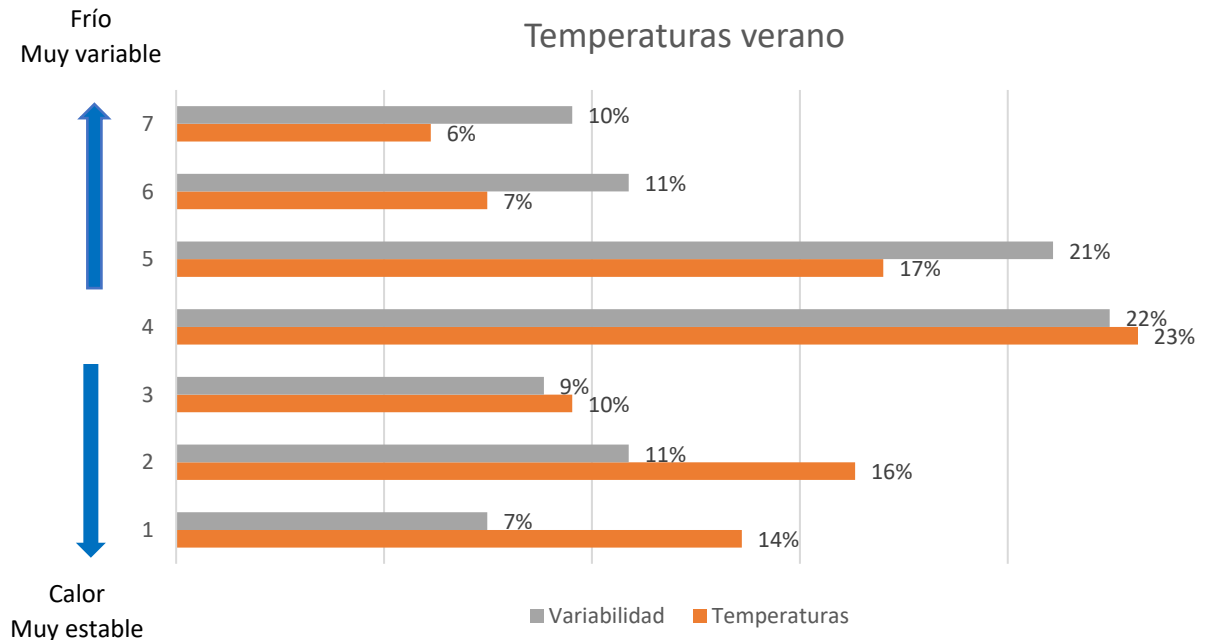


Figura 64 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en verano en Corporativo A

En verano sigue habiendo una percepción de frío para el 30%, con una alta percepción de variabilidad de esta temperatura para el 42%.

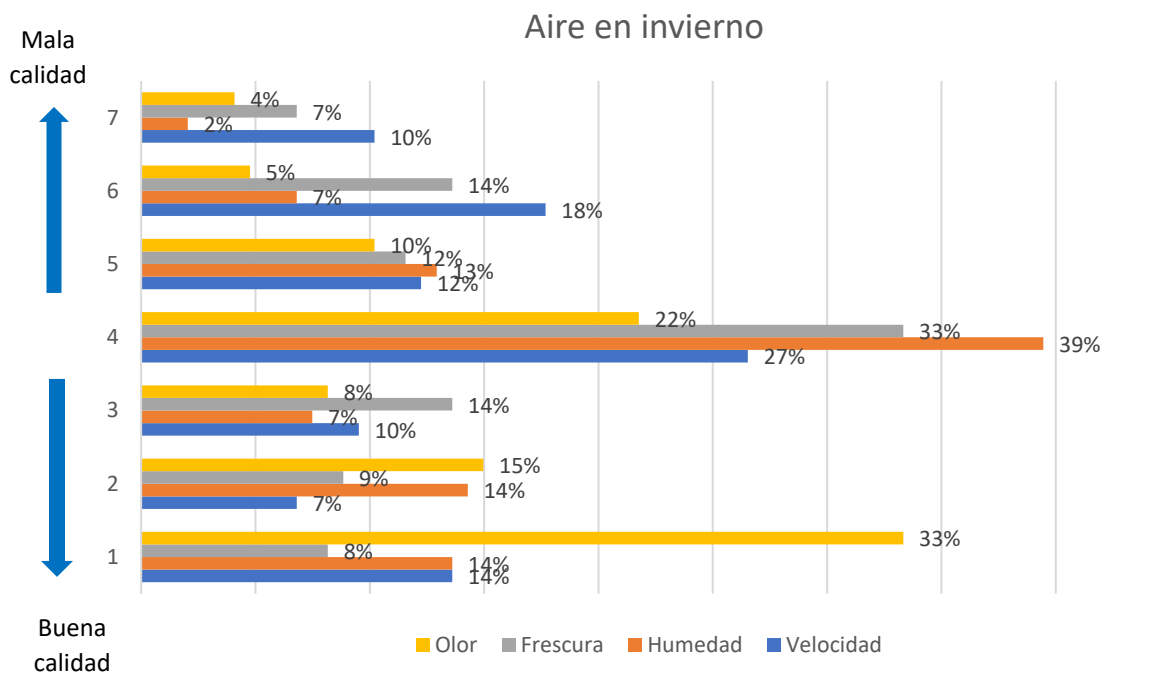


Figura 65 Percepción de la calidad del aire en invierno en Corporativo A

En invierno solo el 19% percibe olores al interior, y el 33% perciben que el aire no es fresco, pero hay un 56% que percibe que no hay olores y 31% que el aire es fresco.

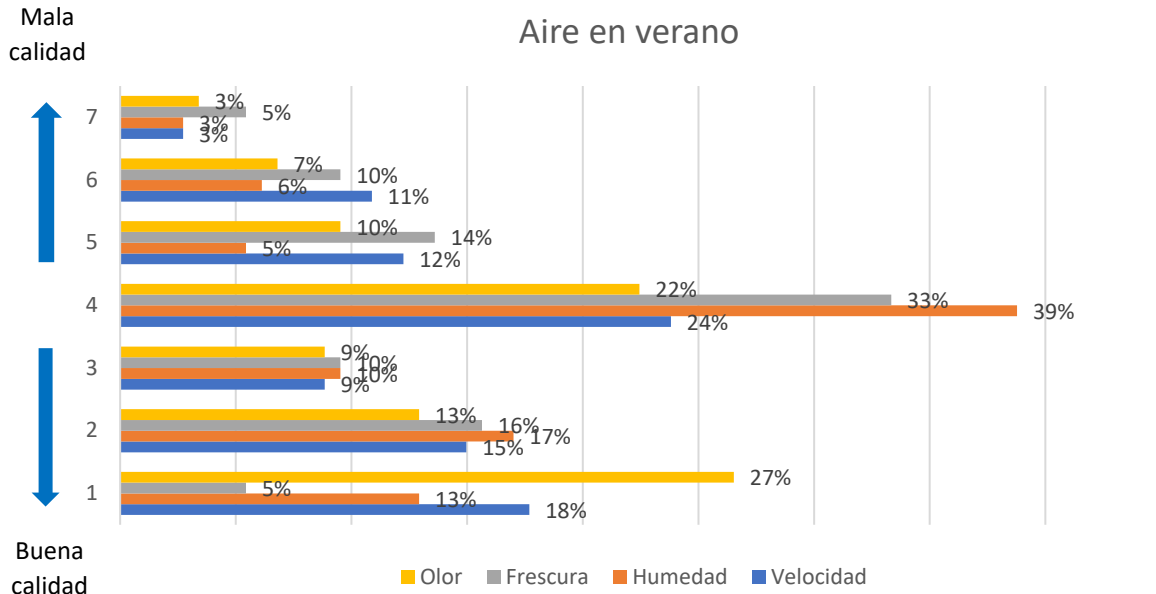


Figura 66 Percepción de la calidad del aire en verano en Corporativo A

En verano se reduce la percepción de corrientes de aire, pero aumenta la percepción de olor un poco, aunque la percepción de contaminantes en el aire, o un aire cargado, para el 29% resulta no adecuada.

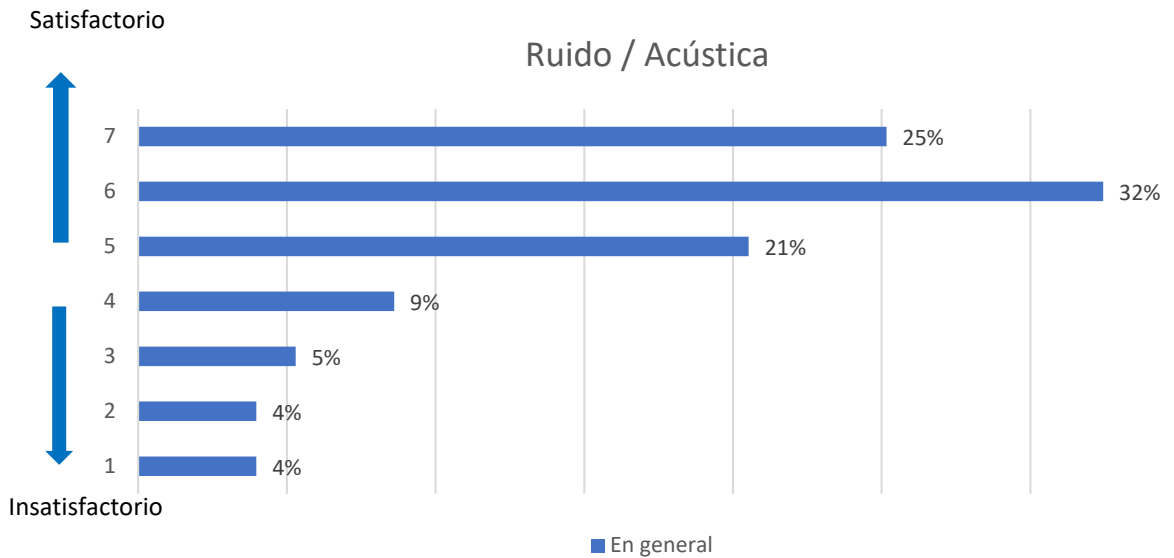


Figura 67 Niveles de ruido y confort acústico general en Corporativo A

La percepción general del nivel de acústica es muy confortable, siendo importante mencionar que el edificio cuenta con la tecnología de “ruido blanco” para mejorar la percepción.

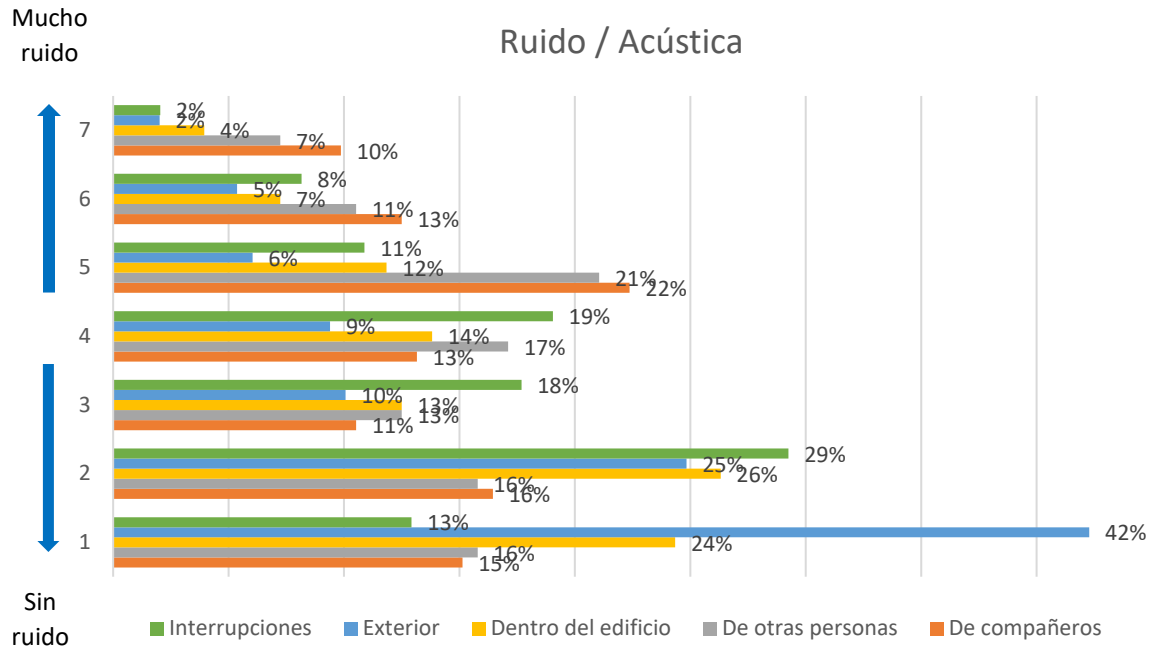


Figura 68 Percepción de ruidos a detalle en Corporativo A

De las diferentes fuentes de ruido en el edificio, el ruido exterior es el menos percibido, pero el generado por los compañeros y de otras personas, llega a ser percibido y generar un poco de incomodidad, normal pensando en que la mayoría de las personas están en espacios abiertos de oficinas.

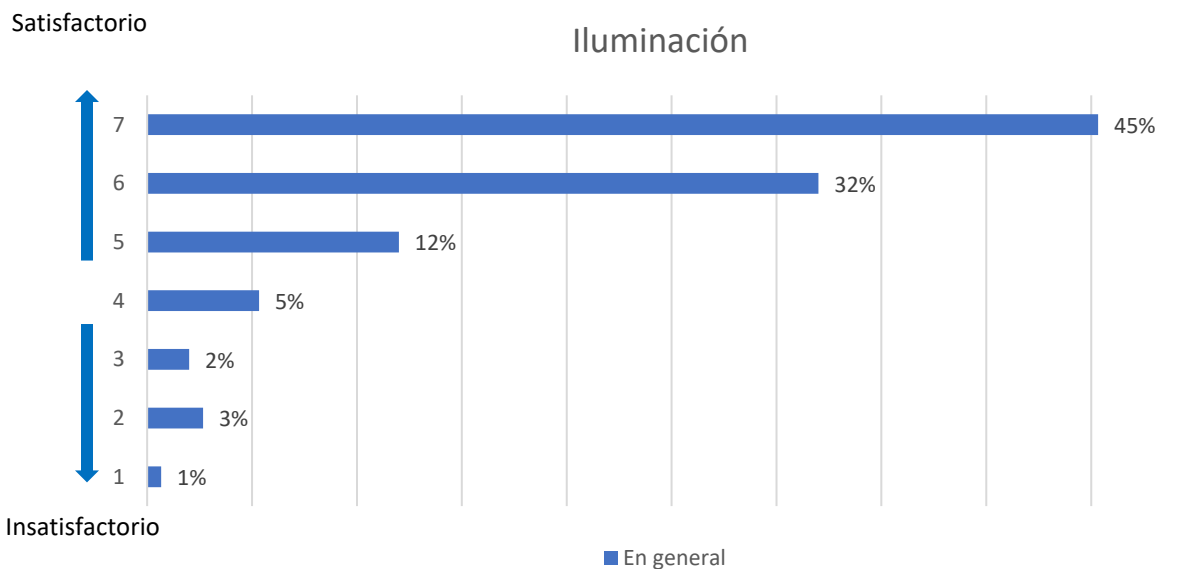


Figura 69 Niveles de iluminación en general en Corporativo A

La percepción general del nivel de luz ya sea natural o artificial es muy confortable, teniendo una gran cantidad de personas laborando cerca de las ventanas, teniendo acceso a luz de día y casi todas las estaciones de trabajo tienen luz individual de trabajo.

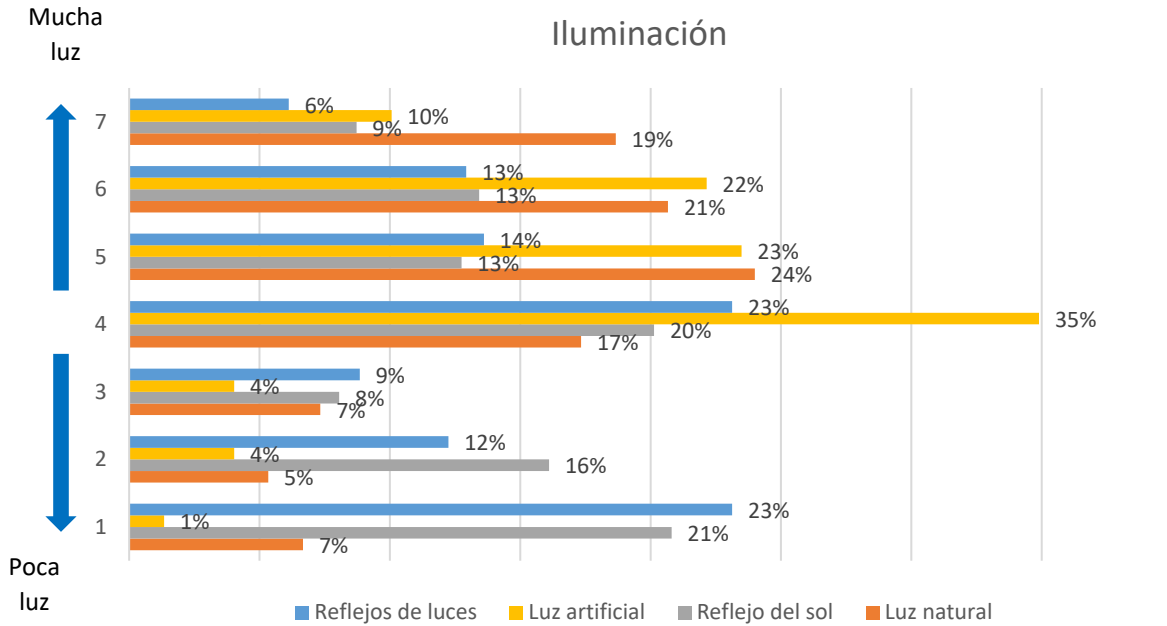


Figura 70 Percepción de niveles de luz a detalle en Corporativo A

A detalle se percibe que la luz natural es, en su mayoría, adecuada o un poco alta, sin llegar a tener altos reflejos y la luz artificial es de adecuada a alta, sin tener muchos reflejos que pudieran ser molestos.

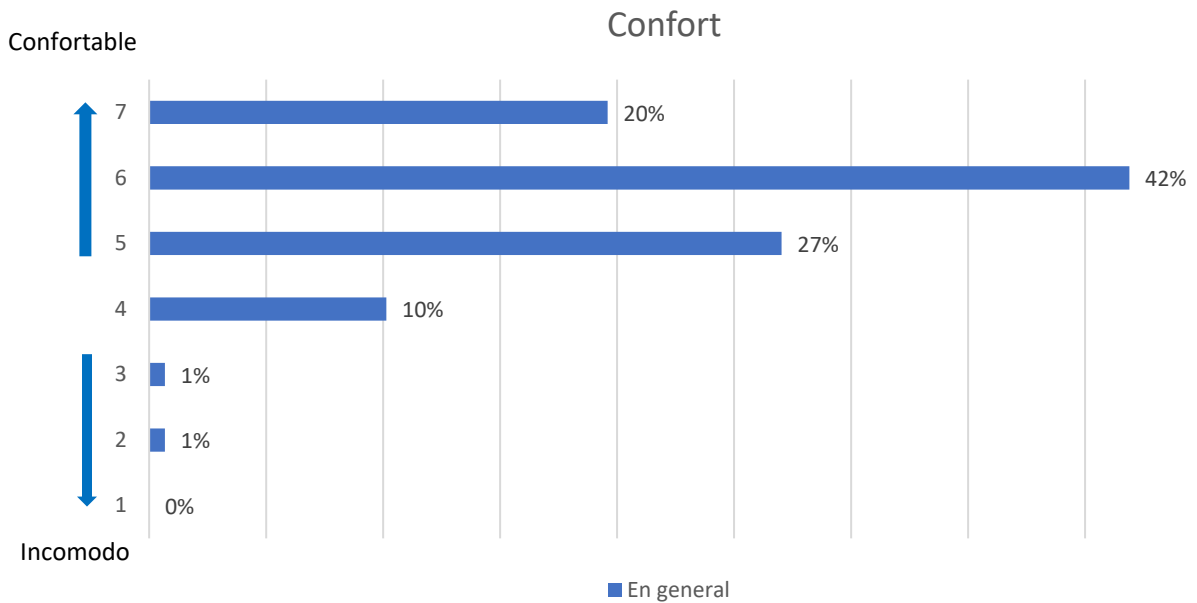


Figura 71 Percepción de confort en general en Corporativo A

La percepción general por los ocupantes, del confort en general, es muy buena, ya que solo el 2% considera que sería insatisfactorio.

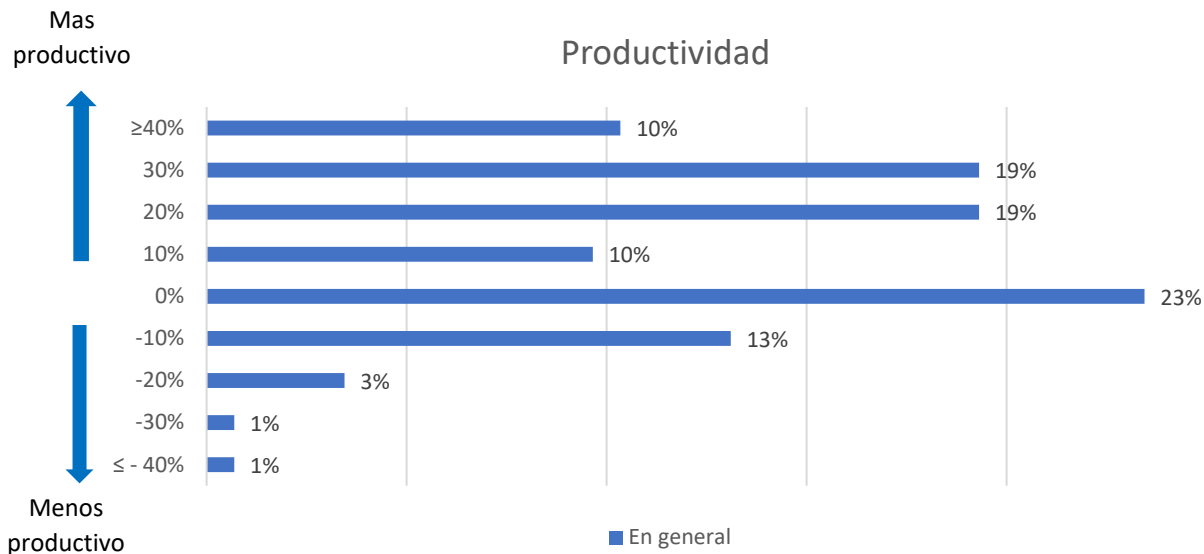


Figura 72 Percepción de niveles de productividad del personal en Corporativo A

Solamente el 18% de los ocupantes siente que el espacio en general les afecta en su productividad, 23% no percibe que su productividad se afecte, pero el 59% si percibe que el confort en el interior aumenta su productividad, permitiéndoles hacer mejor su trabajo.

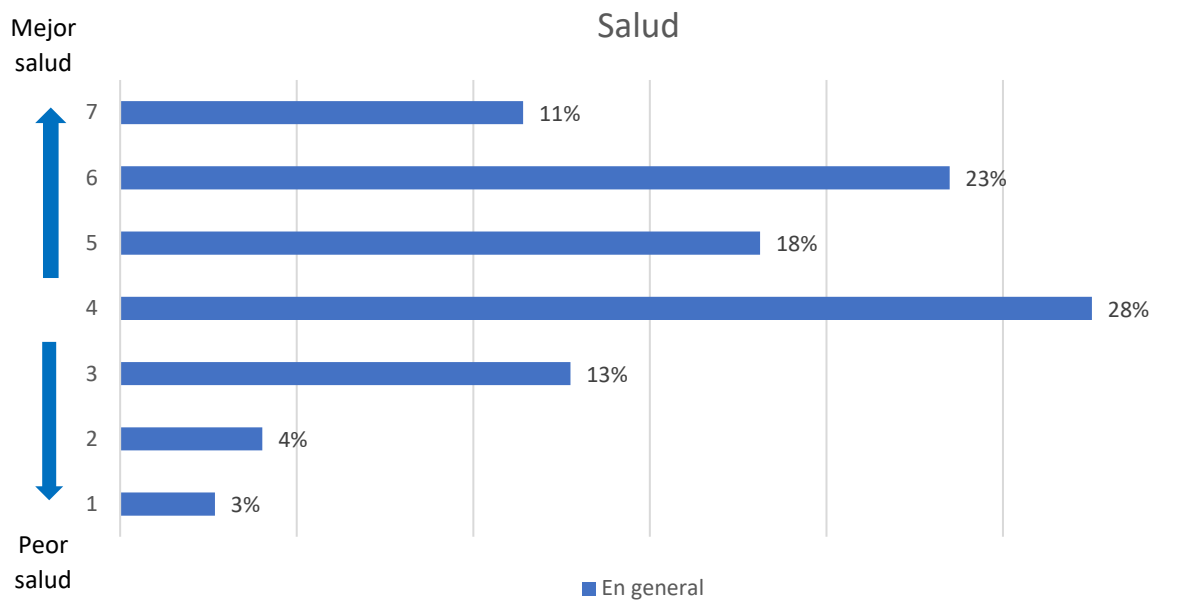
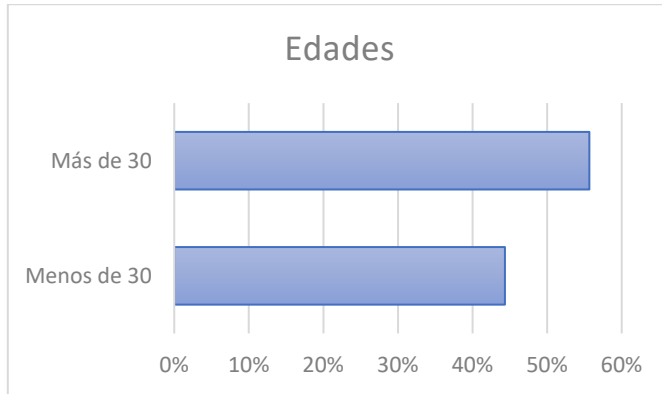


Figura 73 Percepción de afectaciones a la salud de los ocupantes en Corporativo A

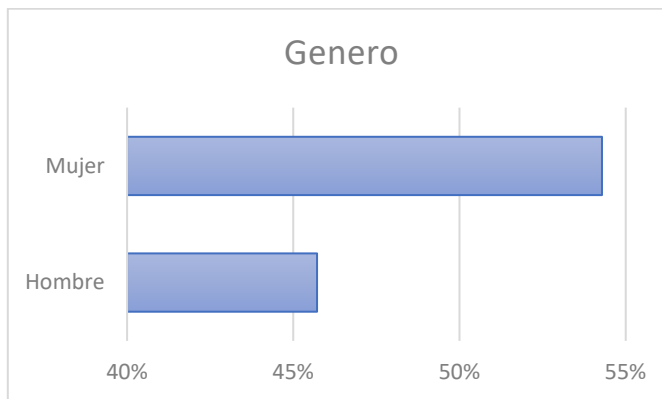
Solamente el 19% de los ocupantes percibe que su salud se ve afectada por las condiciones del ambiente interior en el corporativo, mientras un 28% que no percibe afectación alguna y el 53% percibe que el edificio ayuda a mejorar su salud por la calidad del ambiente.

3.2. Corporativo B



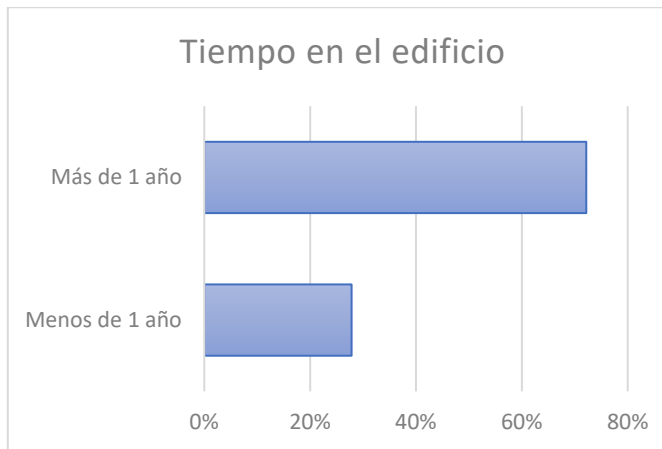
El 56% tiene 30 años o más y el 44% es menor a 30 años

Figura 74 Edades en Corporativo B



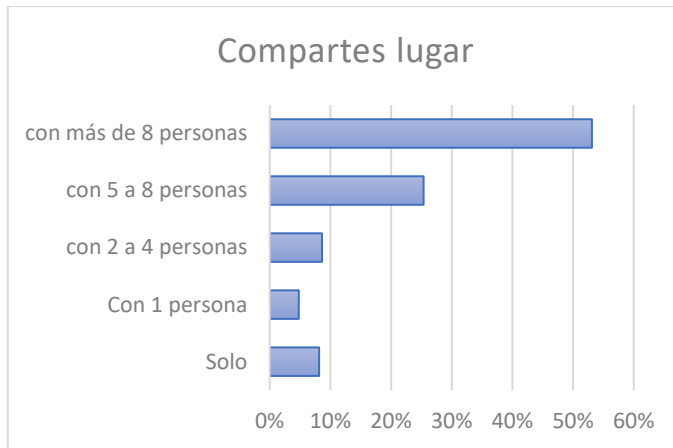
El 54% son mujeres y el 46% son hombres, siendo de las oficinas analizadas la que tiene el porcentaje más alto de mujeres, siendo en este caso mayoría.

Figura 75 Género en Corporativo B



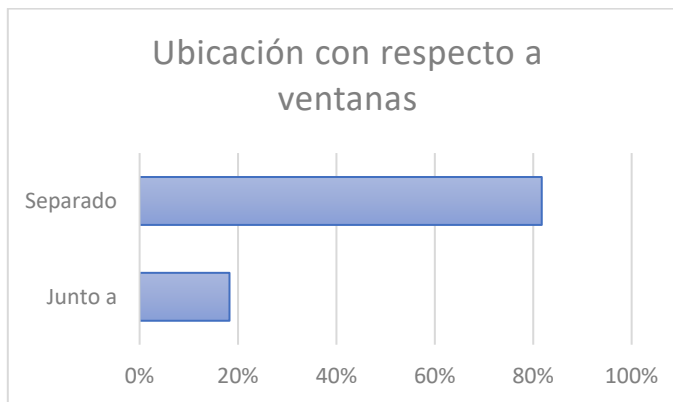
72% de las personas han laborado más de un año en ese edificio, dándoles oportunidad de evaluar mejor el edificio.

Figura 76 Tiempo que han colaborado en el Corporativo B



El 53% de las personas están en áreas abiertas y comparten el espacio con más de 8 personas y el 17% de las personas tienen un privado.

Figura 77 Tienen un lugar solo o comparten el espacio de trabajo en Corporativo B



Solo el 18% de las personas trabajan cerca de una ventana. El restante 82% no está cerca de una ventana, cosa que perjudica el ánimo por no tener vistas de calidad directas.

Figura 78 Ubicación del lugar de trabajo cerca de una ventana o en espacios interiores en Corporativo B

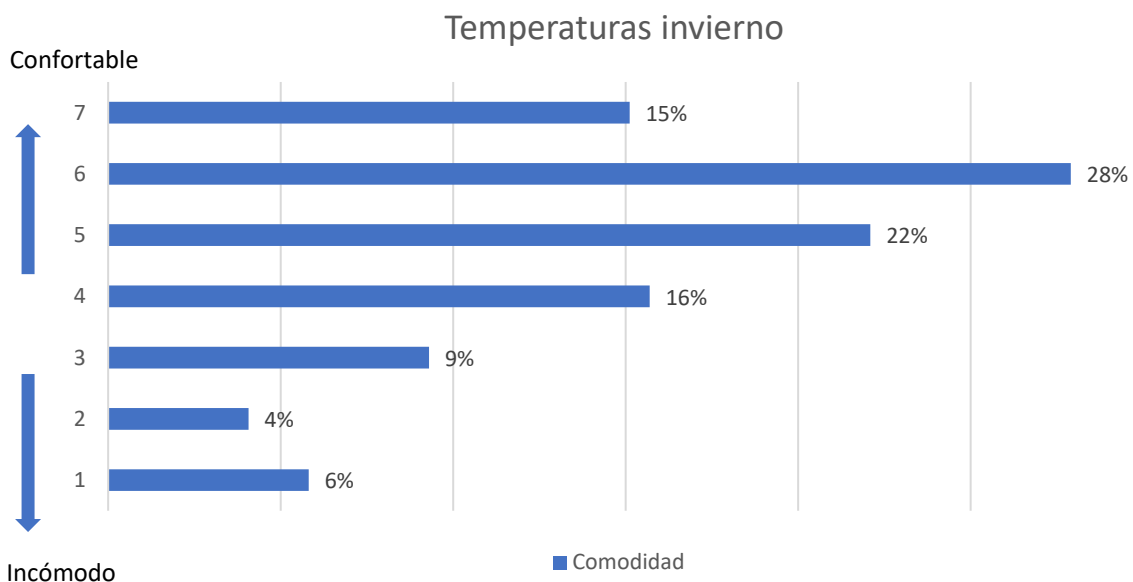


Figura 79 Percepción del confort térmico en invierno en Corporativo B

Solo el 19% de los encuestados perciben una incomodidad térmica, siendo que el 65% considera que si hay confort térmico en sus oficinas en invierno.

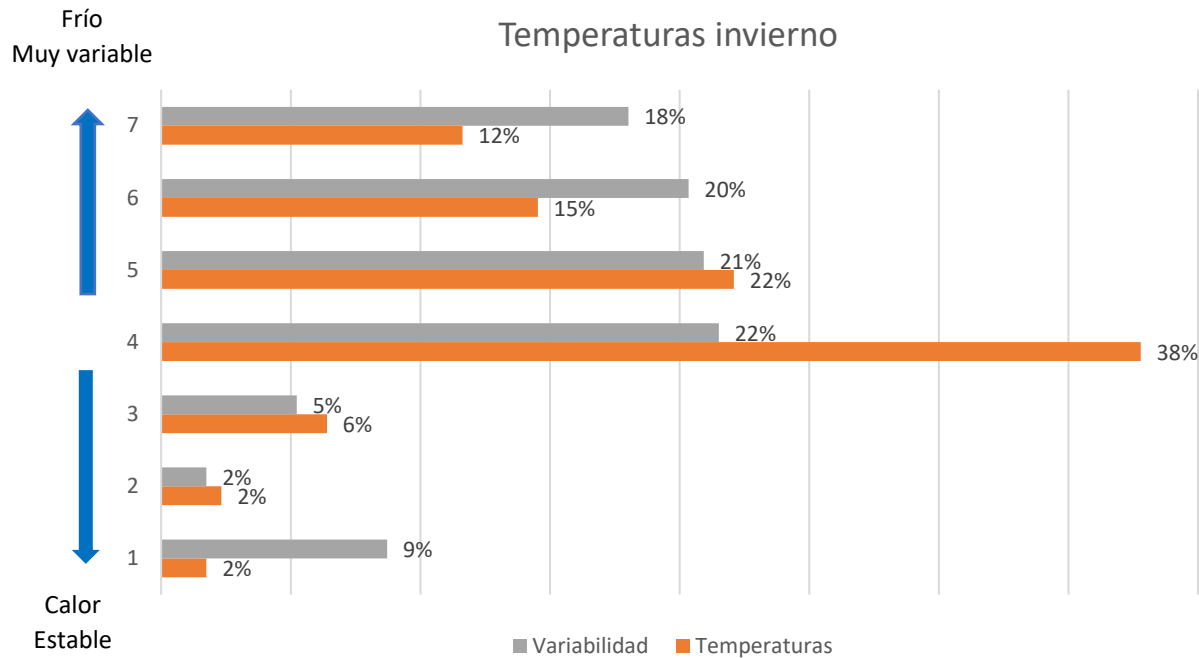


Figura 80 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en invierno en Corporativo B

Aunque perciben confort, para el 49% percibe una temperatura fría y sobre todo para el 16% que esta temperatura varía mucho a lo largo del día en invierno.

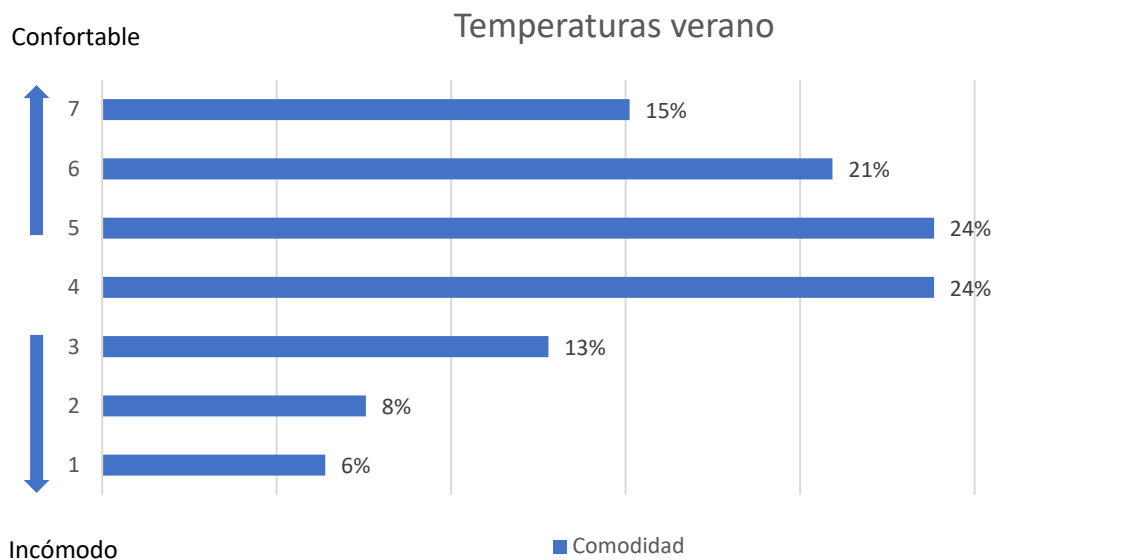


Figura 81 Percepción del confort térmico en verano en Corporativo B

Para el verano, la percepción de incomodidad o insatisfacción térmica aumenta al 27%, quedando solamente un 60% que percibe confort térmico.

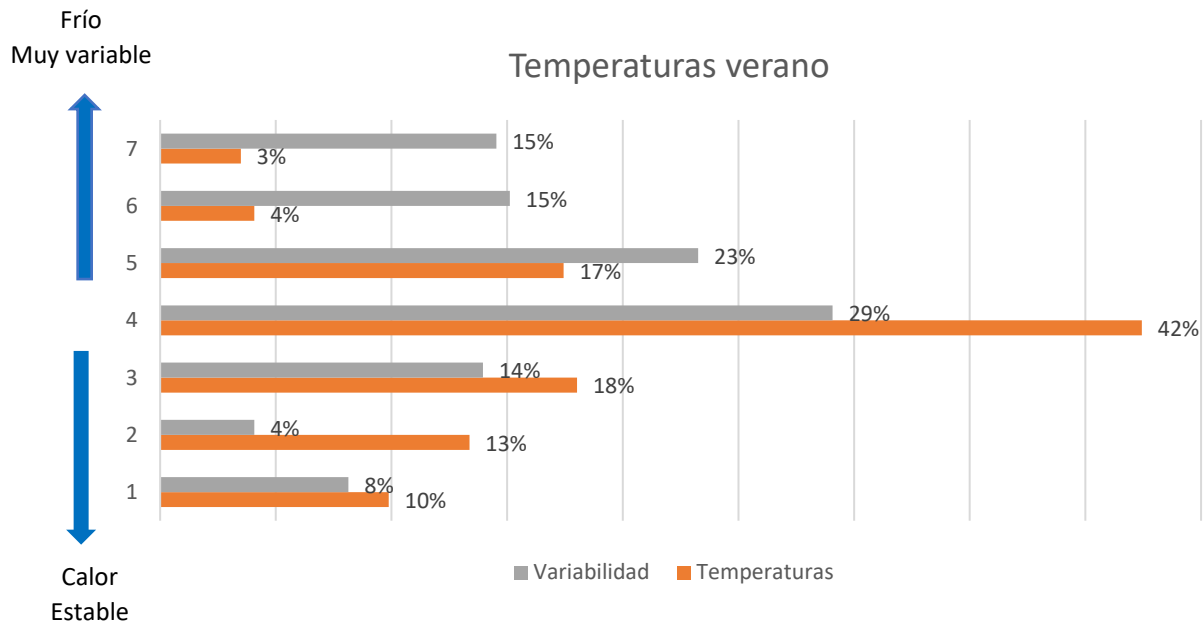


Figura 82 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en verano en Corporativo B

Lo que más genera esta incomodidad en verano es la percepción de calor para el 41% de los ocupantes con mucha variabilidad para el 53%

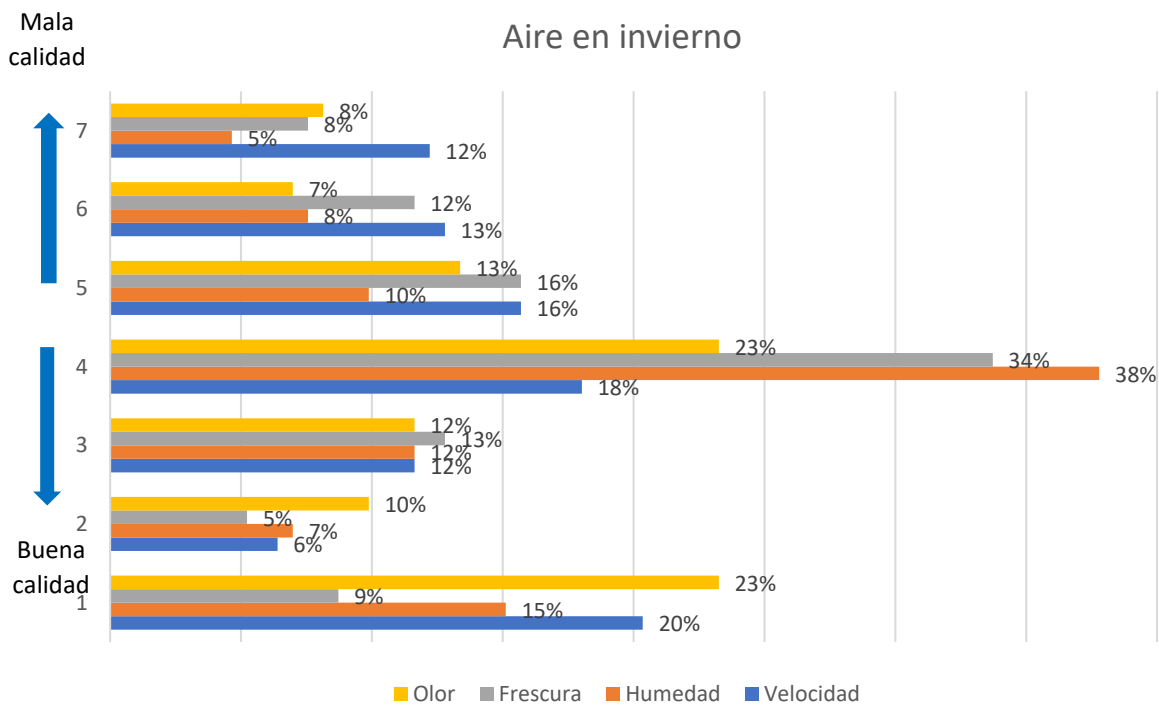


Figura 83 Percepción de la calidad del aire en invierno en Corporativo B

La mayoría no perciben olores incómodos y un ambiente neutro en cuanto a la humedad en el espacio, pero el 41% percibe corrientes de aire que pueden resultar incómodas en invierno.

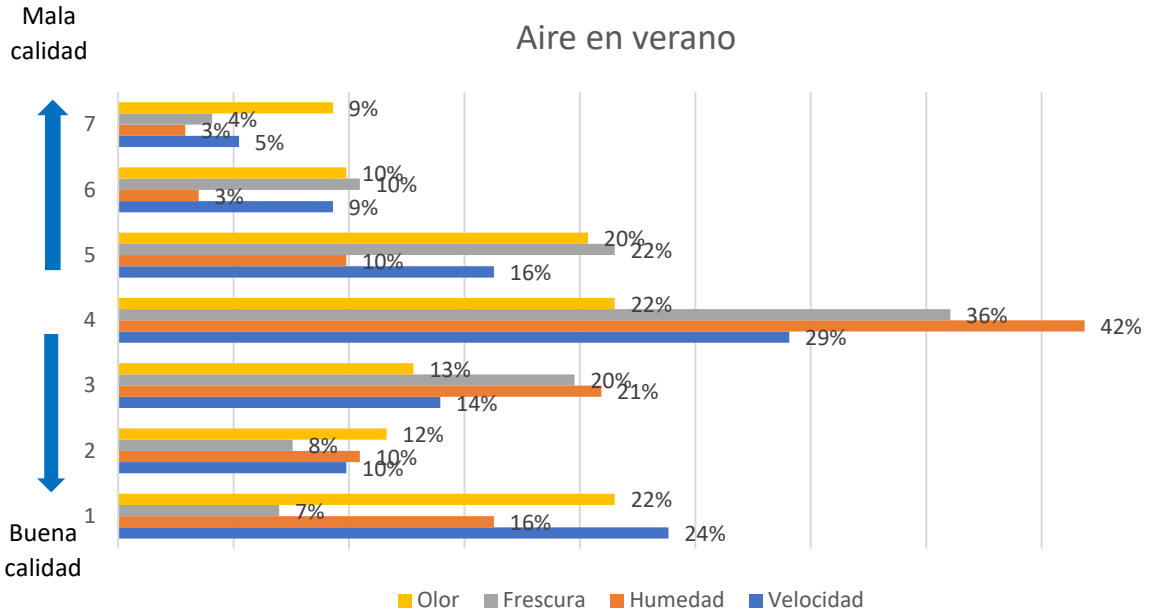


Figura 84 Percepción de la calidad del aire en verano en Corporativo B

En verano aumenta la percepción de corrientes de aire, aumenta la percepción de olor en un 40% de los ocupantes, aunque la percepción en general es neutra o confortable en cuanto al aire en el interior.

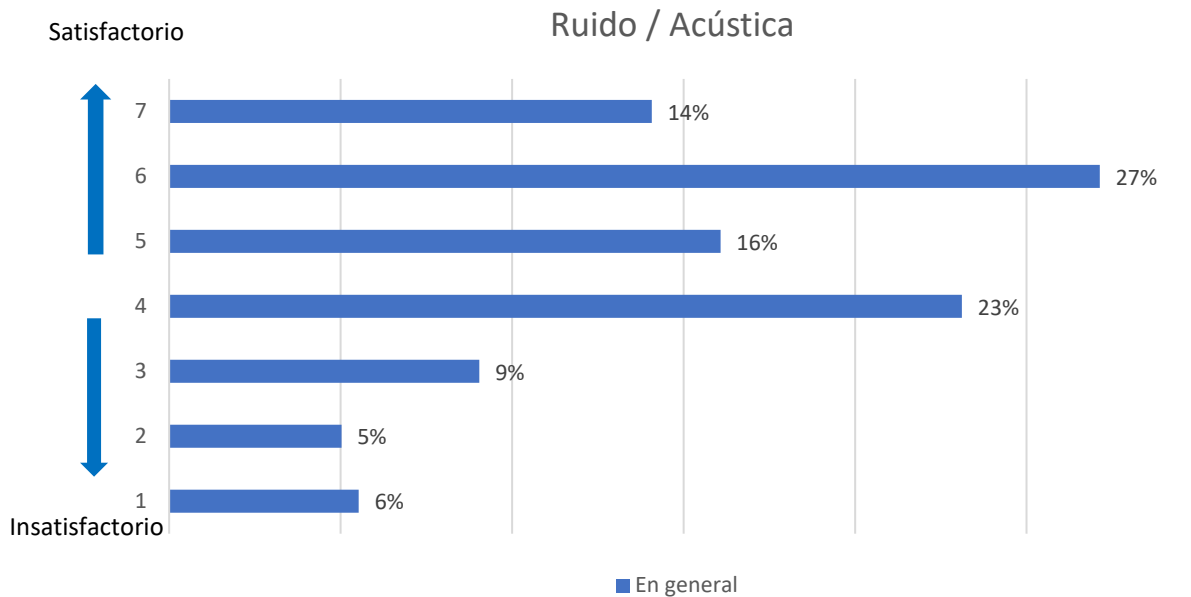


Figura 85 Niveles de ruido y confort acústico general en Corporativo B

La percepción general del nivel de acústica es muy confortable, con un 57% que lo encuentra satisfactorio, un 23% neutro y solo 20% insatisfactorio.

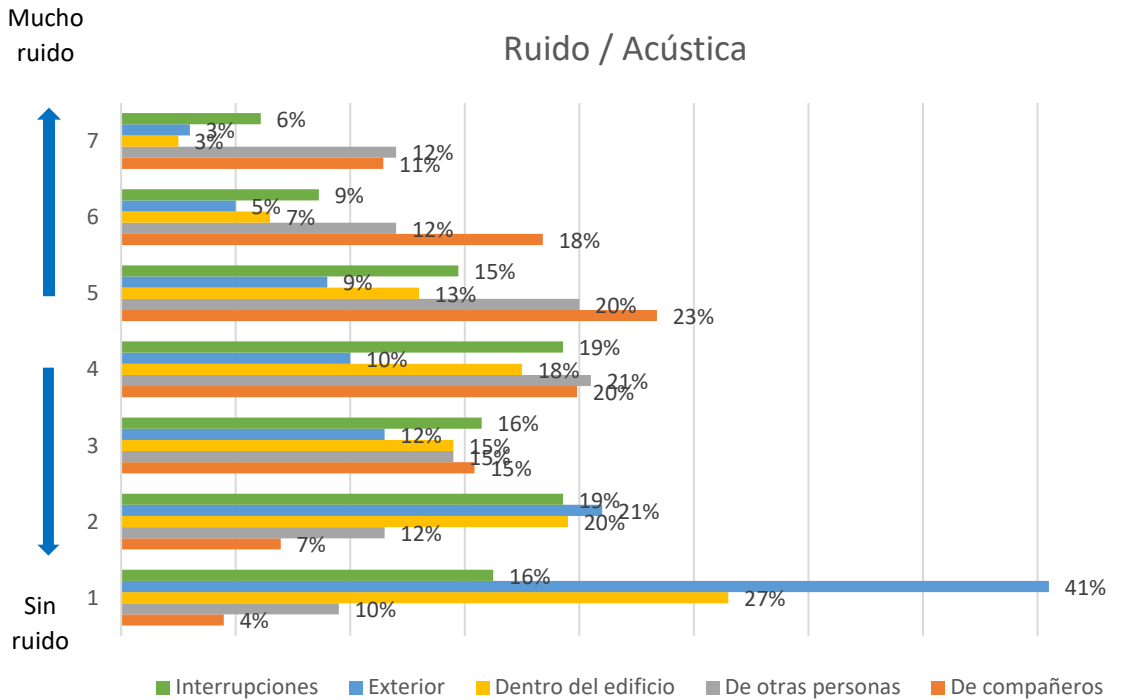


Figura 86 Percepción de ruidos a detalle en Corporativo B

De las diferentes fuentes de ruido en el edificio, el ruido exterior es el menos percibido, pero el generado por los compañeros y de otras personas, llega a ser percibido y generar incomodidad, pero no genera distractores que interrumpen labores.

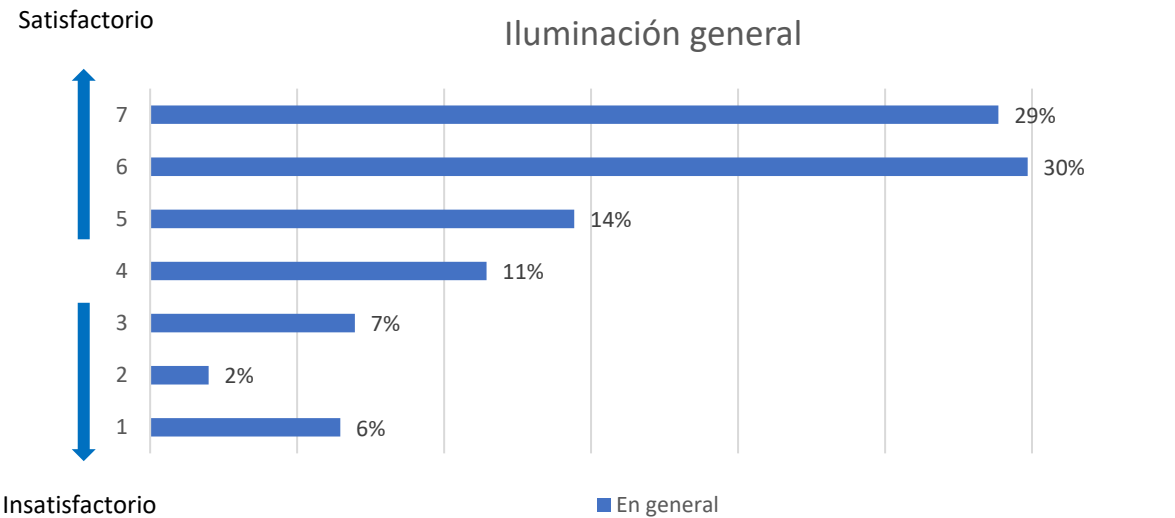


Figura 87 Niveles de iluminación general en Corporativo B

La percepción general del nivel de luz ya sea natural o artificial es muy confortable, con un 73% de personas que se sienten cómodas, 11% lo perciben neutral y solo el 15% percibe insatisfacción.

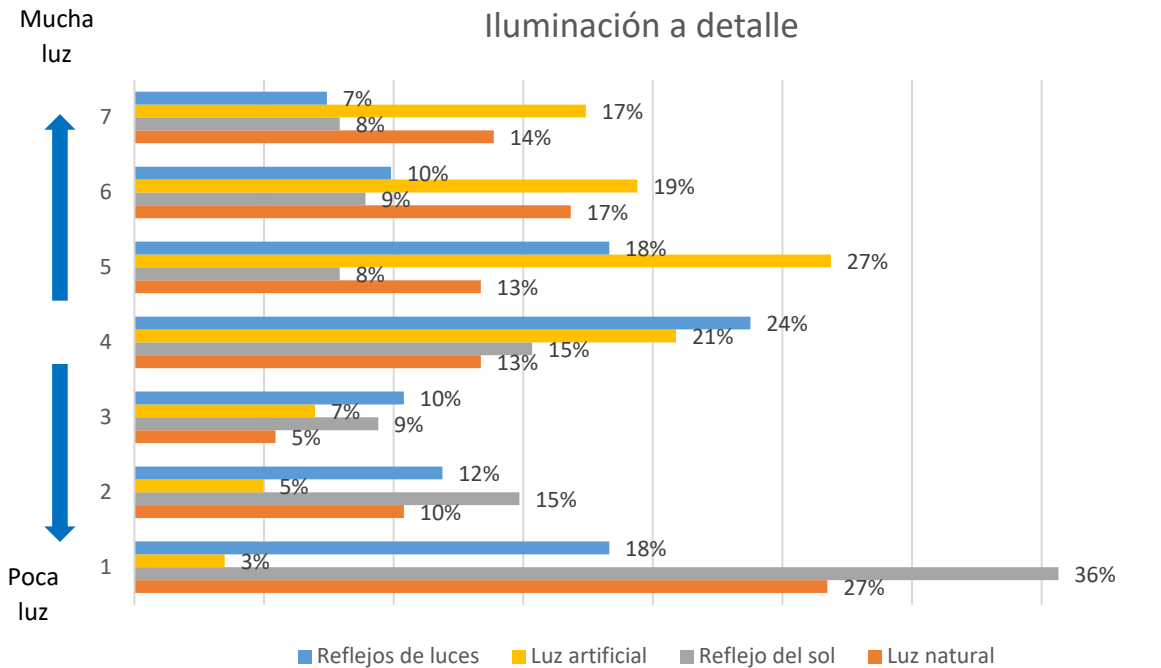


Figura 88 Percepción de niveles de luz a detalle en Corporativo B

A detalle se percibe que la luz natural es, en su mayoría, adecuada o un poco alta, sin llegar a tener altos reflejos y la luz artificial es de adecuada a alta, sin tener muchos reflejos que pudieran ser molestos.

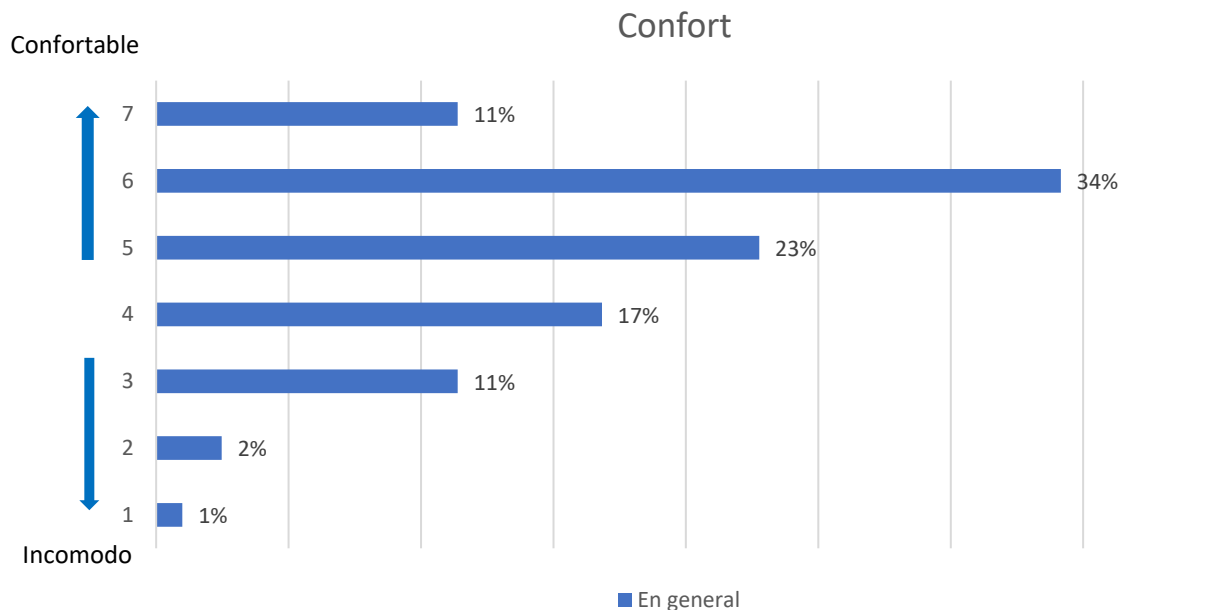


Figura 89 Percepción de confort en general en Corporativo B

La percepción general por los ocupantes, del confort en general, es muy buena, ya que solo el 14% considera que sería insatisfactorio.

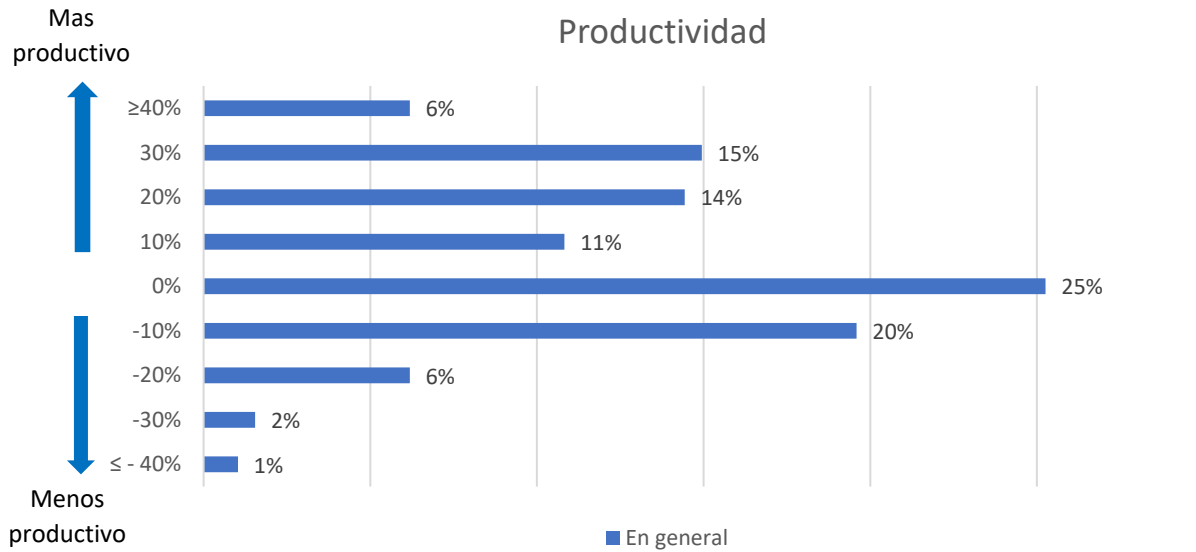


Figura 90 Percepciones de niveles de productividad del personal en Corporativo B

El 29% de los ocupantes siente que el espacio en general les afecta en su productividad, 25% no percibe que su productividad se afecte, pero el 46% si percibe que el confort en el interior aumenta su productividad, permitiéndoles hacer mejor su trabajo. Hay mucha disparidad y depende de la ubicación de su lugar de trabajo.

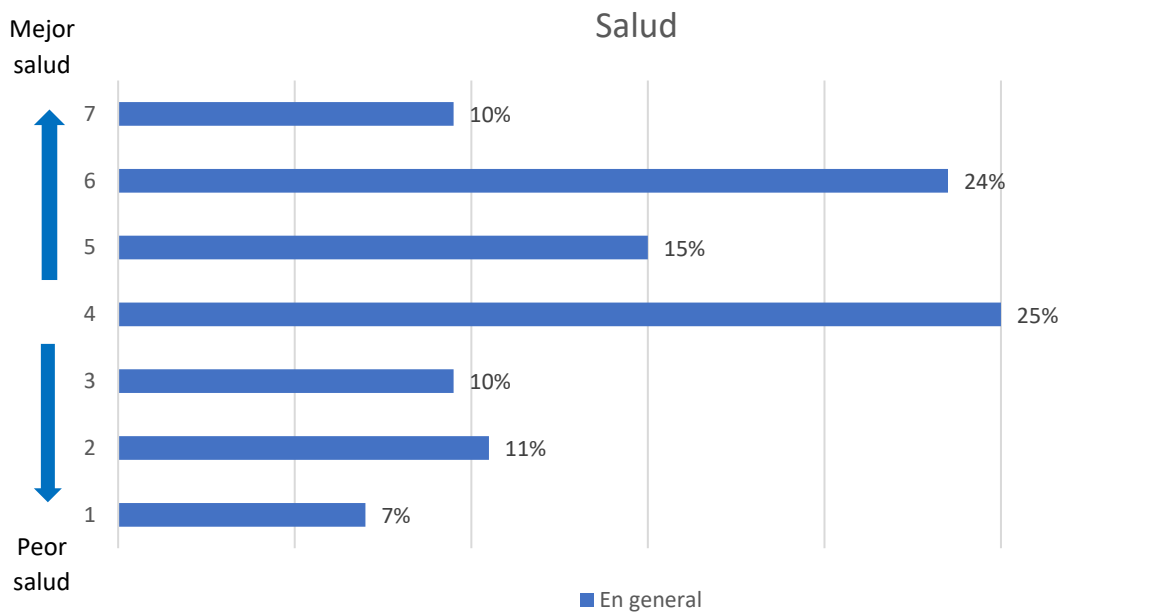
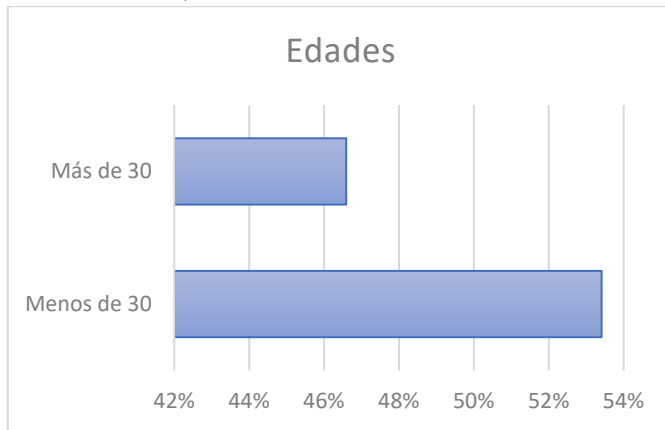


Figura 91 Percepción de afectaciones a la salud de los ocupantes en Corporativo B

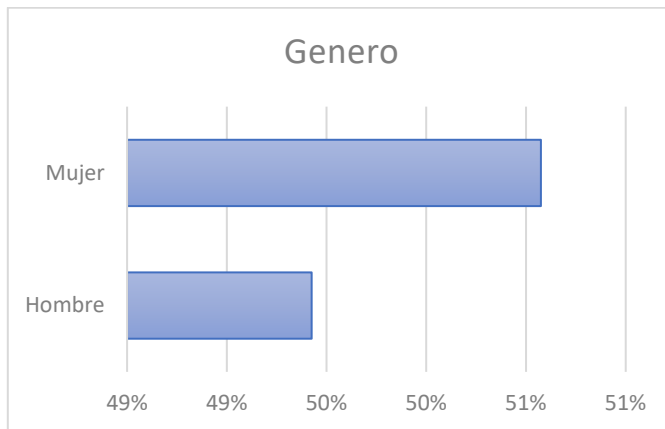
El 28 % percibe que su salud si se ve afectada por laborar en este edificio, el 25 no ve afectación y el 59% percibe que el espacio ayuda en su salud. De nuevo, la ubicación de las personas es la que está dando estas diferencias notables.

3.3. Corporativo C



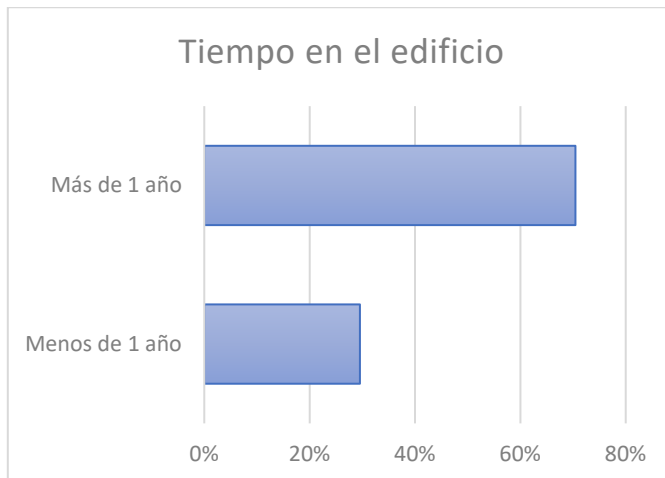
El 47% tiene 30 años o más y el 53% es menor a 30 años

Figura 92 Edades en Corporativo C



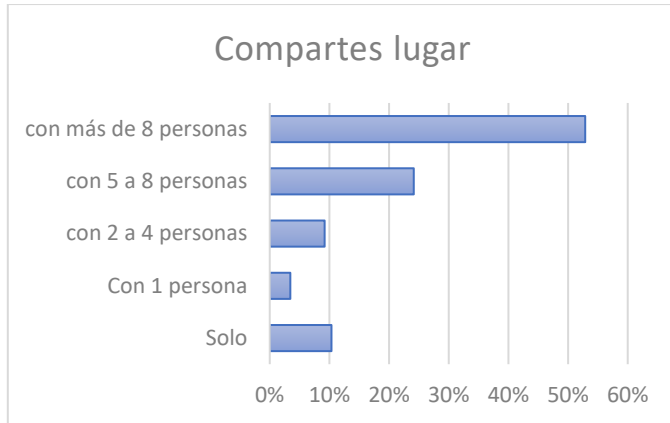
El 51% son mujeres y el 49% son hombres, siendo de las oficinas analizadas la que tiene más nivelada la equidad de género.

Figura 93 Género en Corporativo C



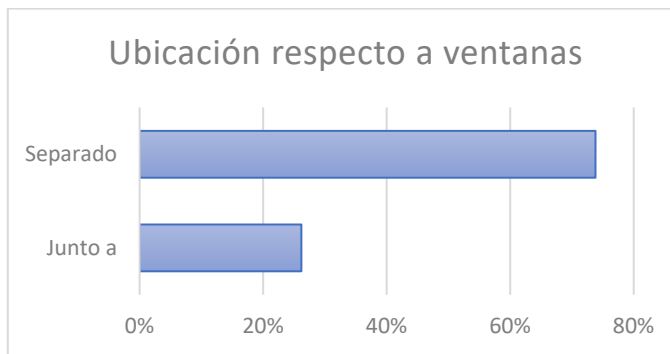
El 70% han colaborado más de un año en ese edificio y solo el 30% menos de un año, dando una buena valoración del edificio

Figura 94 Tiempo que han colaborado en Corporativo C



El 53% de las personas están en áreas abiertas y comparten el espacio con más de 8 personas y el 10% de las personas tienen un privado.

Figura 95 Tienen un lugar solo o comparten el espacio de trabajo en Corporativo C



El 26% de los colaboradores tiene su lugar cerca de una ventana y el 74% no, por lo que se reduce la posibilidad de vistas de calidad.

Figura 96 Ubicación del lugar de trabajo cerca de una ventana o al interior en Corporativo C

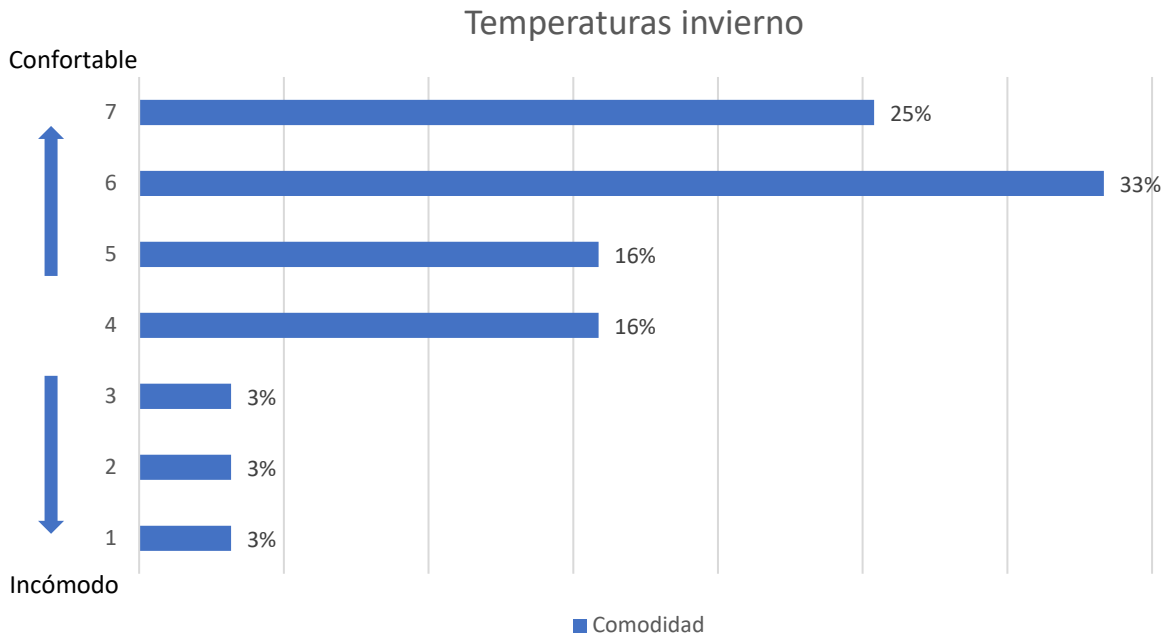


Figura 97 Percepción de confort térmico en invierno en Corporativo C

En invierno, solo el 9% percibe incomodidad en confort térmico, teniendo un 74% que percibe que si se logra comodidad térmica en el interior.

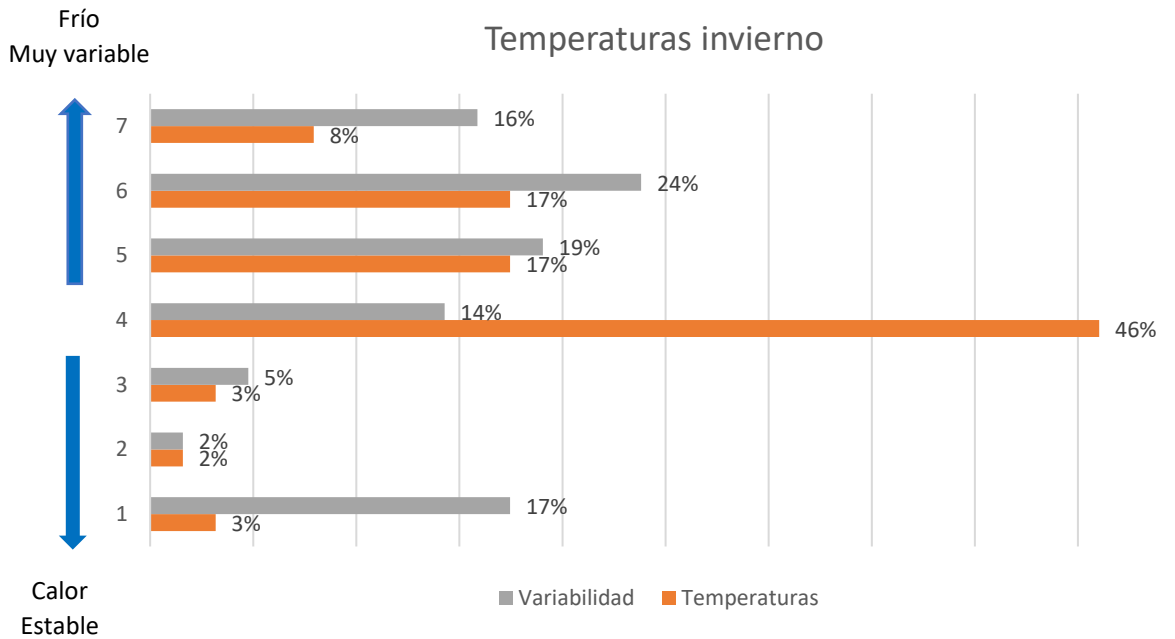


Figura 98 Percepción de temperatura y variabilidad de ésta en invierno en Corporativo C

En invierno hay una percepción de frío para el 42% con una alta variabilidad de la temperatura, ya que en las mañanas es frío y al medio día se percibe más calor.

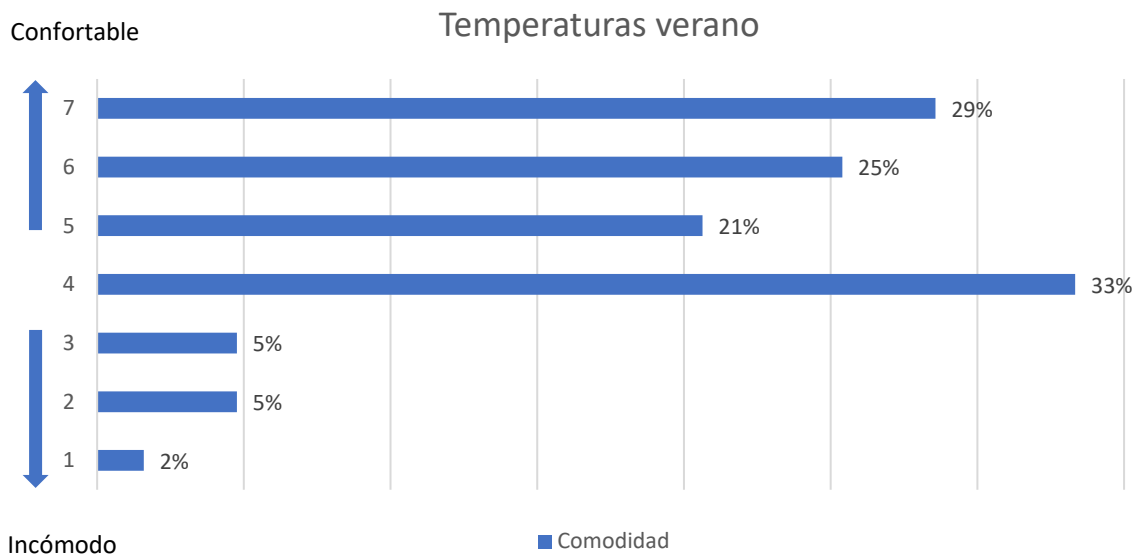


Figura 99 Percepción de confort térmico en verano en Corporativo C

Ya en verano, la percepción de incomodidad aumenta para el 12%, pero continúa siendo cómodo para el 75%, que resulta alto.

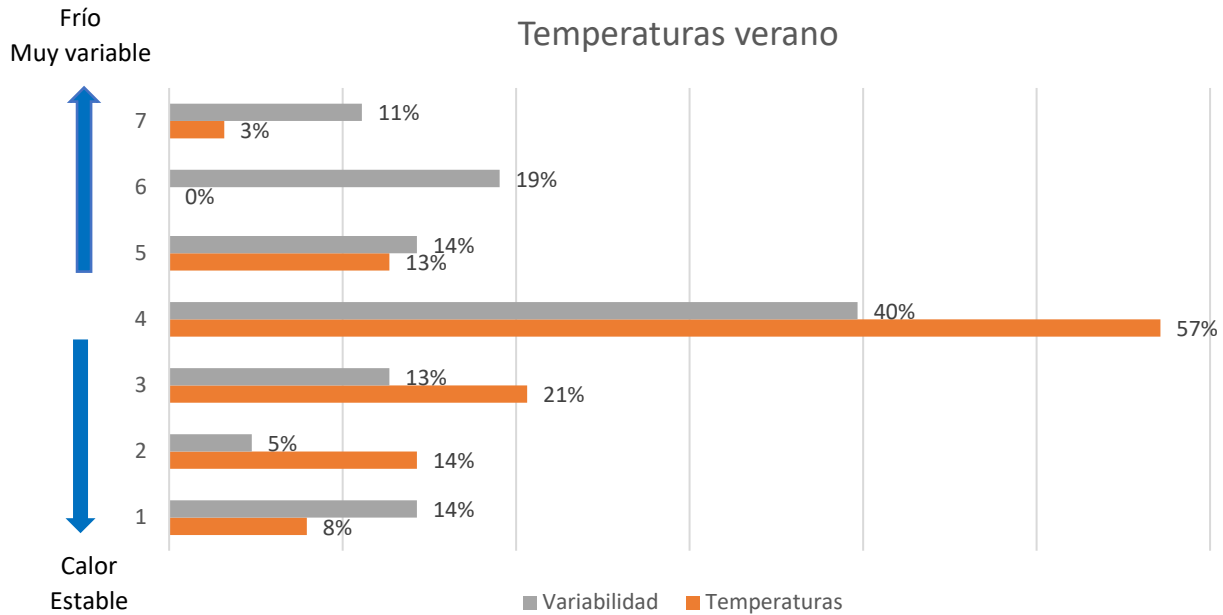


Figura 100 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en verano en Corporativo C

En esta época cambia la percepción de frío solo para el 44%, quedando un 40% que percibe buena temperatura y solo el 32% percibe calor.

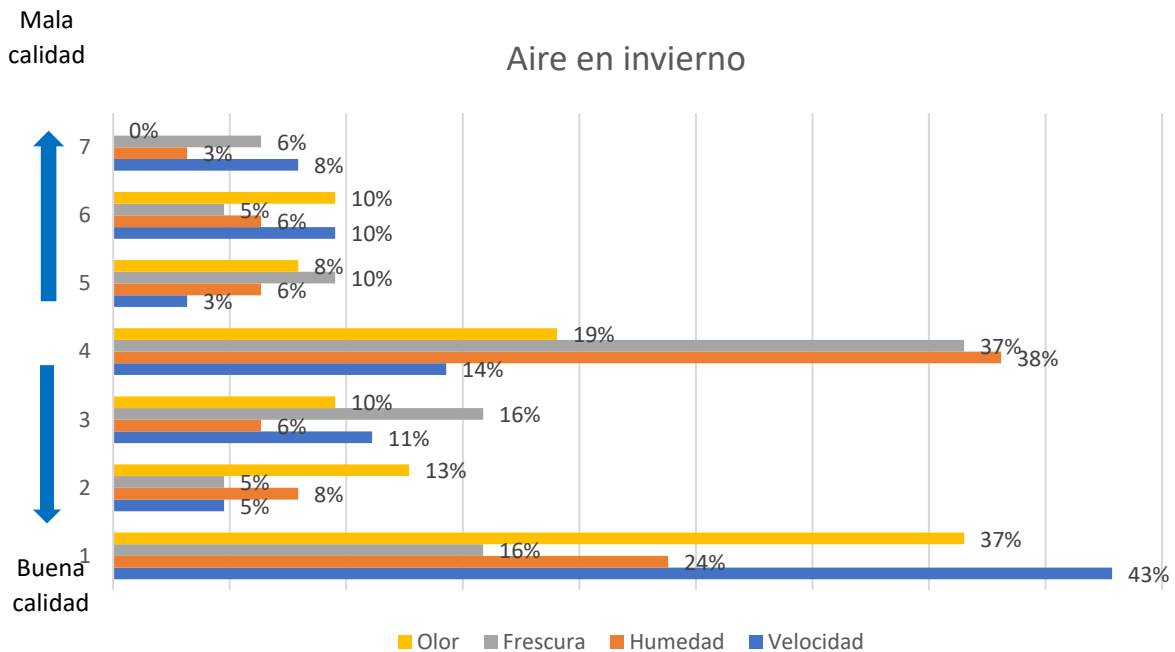


Figura 101 Percepción de la calidad del aire en invierno en Corporativo C

La mayoría, un 59% no perciben olores incómodos y un ambiente neutro en cuanto a la humedad en el espacio, y no se percibe corrientes de aire que pueden resultar incómodas en invierno.

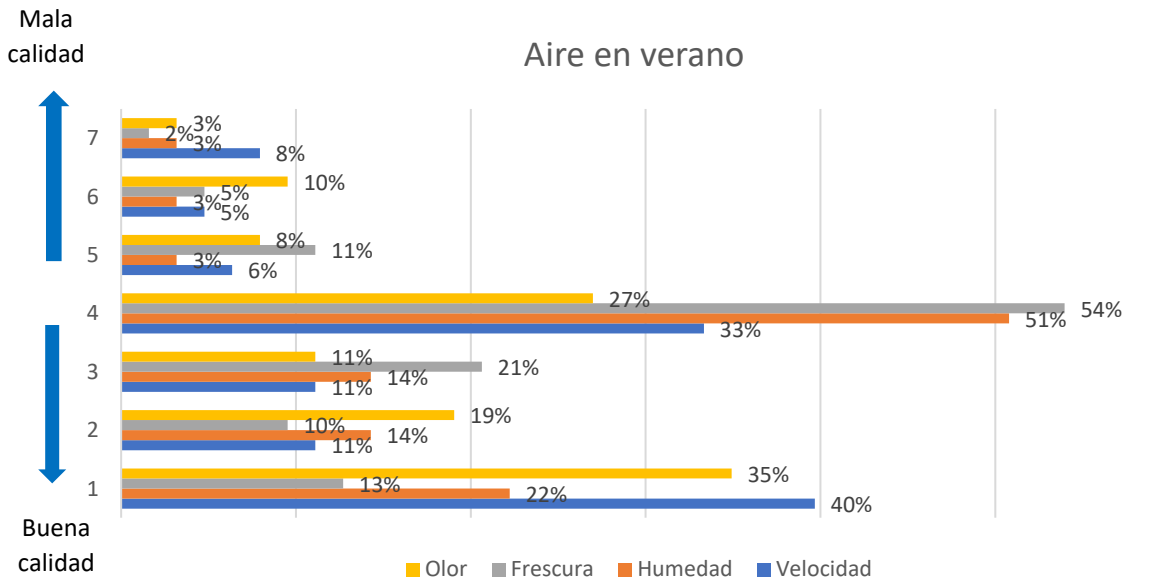


Figura 102 Percepción de la calidad del aire en verano en Corporativo C

En verano se mantiene la percepción de no haber olores incómodos, con cierto nivel de baja humedad y muy pocas corrientes de aire.

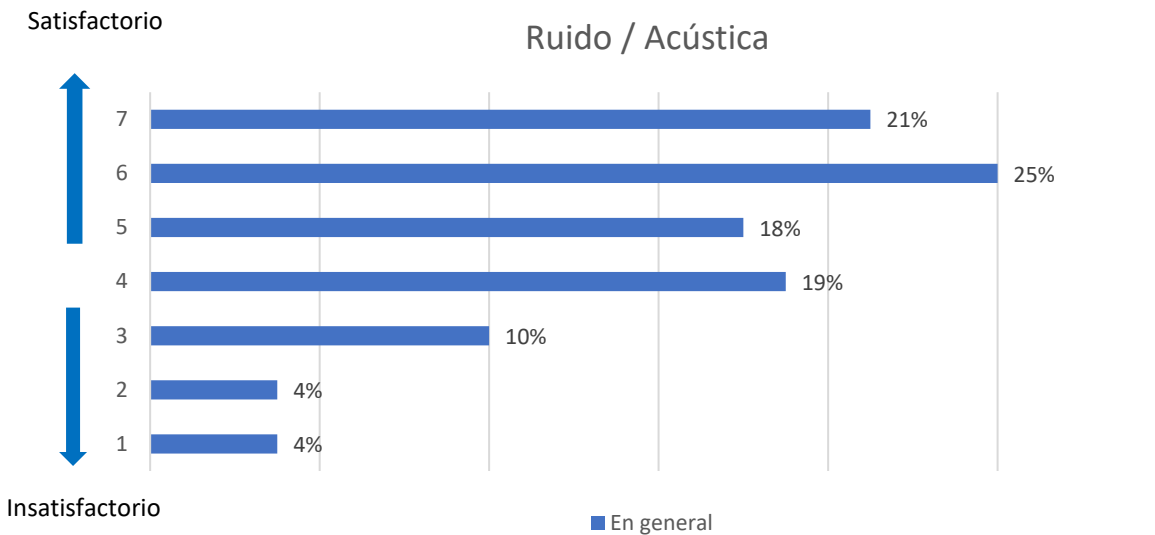


Figura 103 Niveles de ruido y confort acústico en general en Corporativo C

La percepción general del nivel de acústica es muy confortable, con un 64% que lo encuentra satisfactorio, un 19% neutro y solo 18% insatisfactorio.

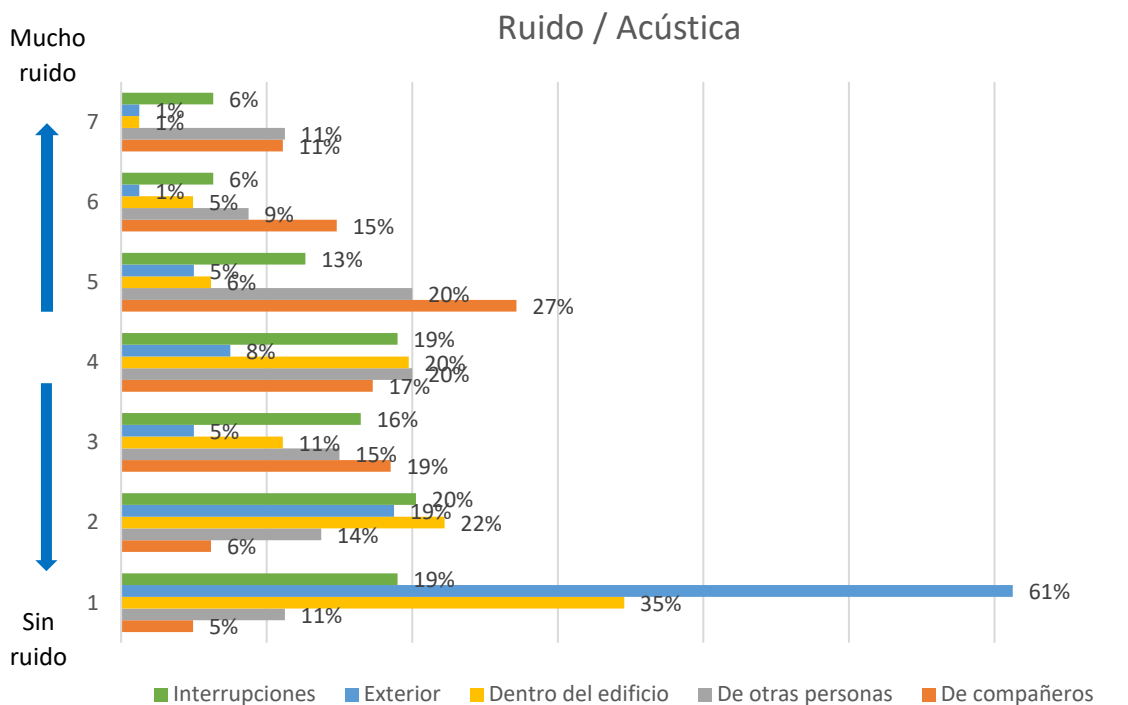


Figura 104 Percepción de ruidos a detalle en Corporativo C

De las diferentes fuentes de ruido en el edificio, el ruido exterior es el menos percibido, pero el generado por los compañeros y de otras personas, para el 53% llega a ser percibido y generar incomodidad, generando distracción al menos al 25% de los ocupantes.

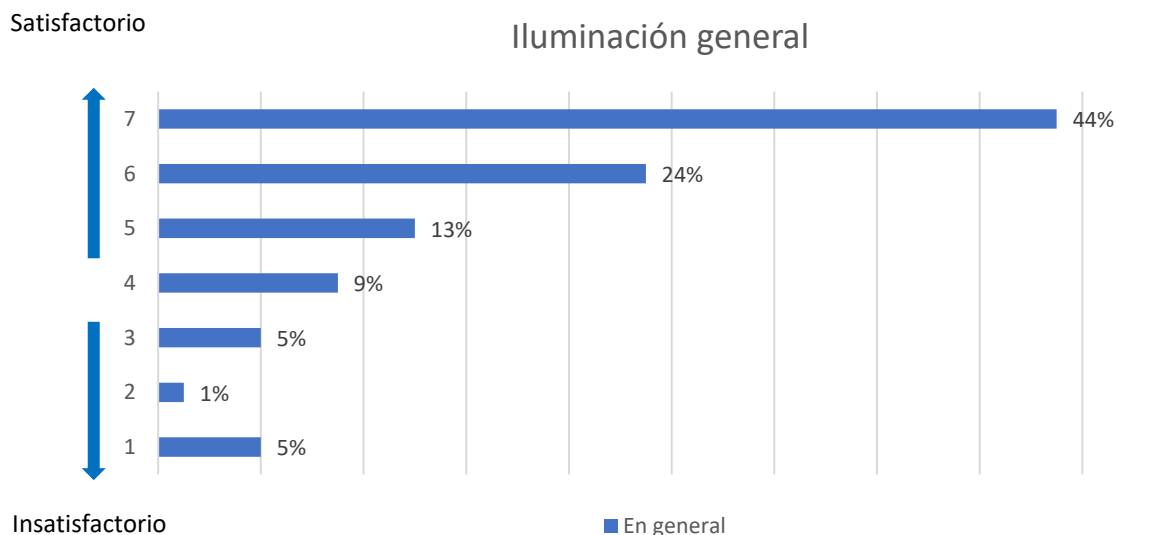


Figura 105 Niveles de iluminación en general en Corporativo C

La percepción general del nivel de luz ya sea natural o artificial es muy confortable, con un 80% de personas que se sienten cómodas, 9% lo perciben neutral y solo el 11% percibe insatisfacción.

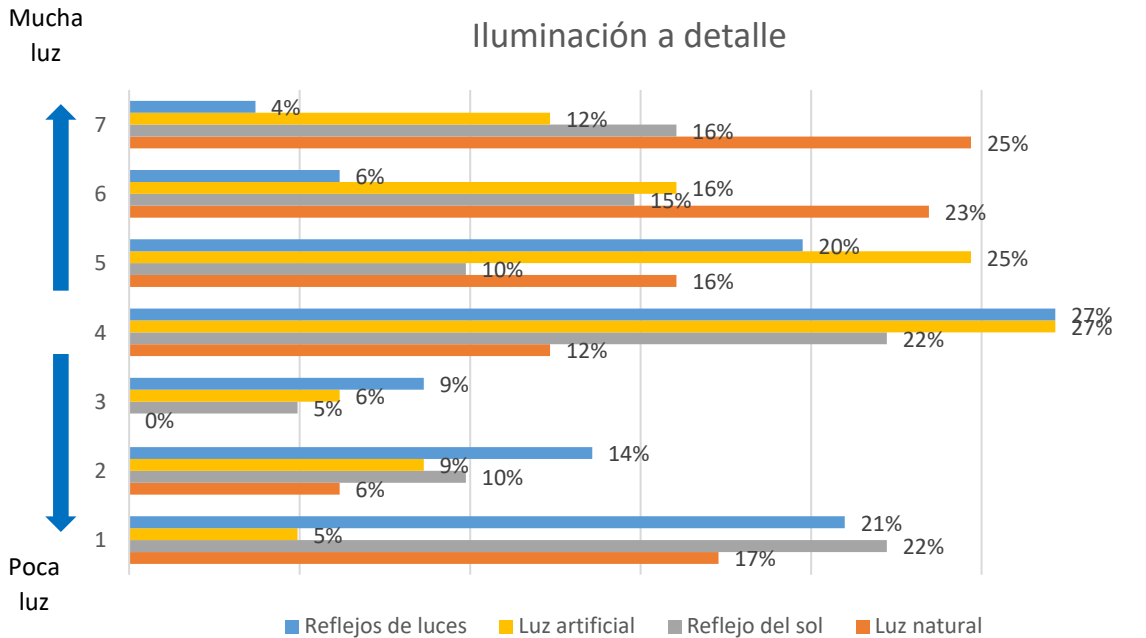


Figura 106 Percepción de niveles de luz a detalle en Corporativo C

A detalle se percibe que la luz natural es, en su mayoría, alta generando deslumbramientos al 41% y la luz artificial es de adecuada a alta, sin tener muchos reflejos que pudieran ser molestos.

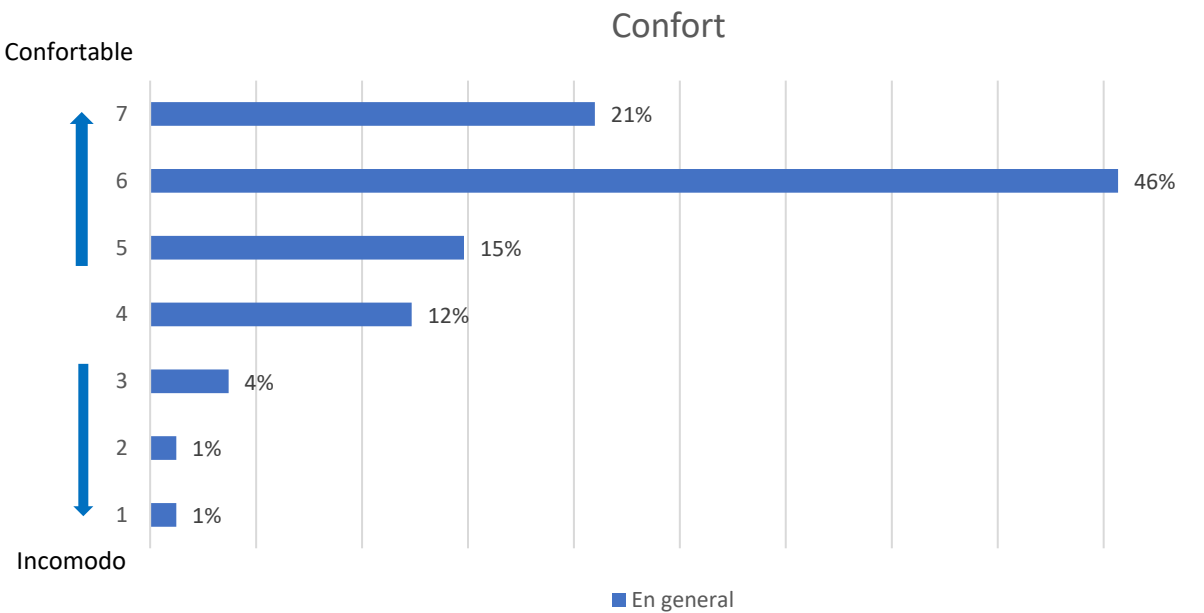


Figura 107 Percepción de confort en general en Corporativo C

Para los ocupantes, la percepción de confort en general es alta, ya que solo el 6% considera que nos confortables las oficinas.

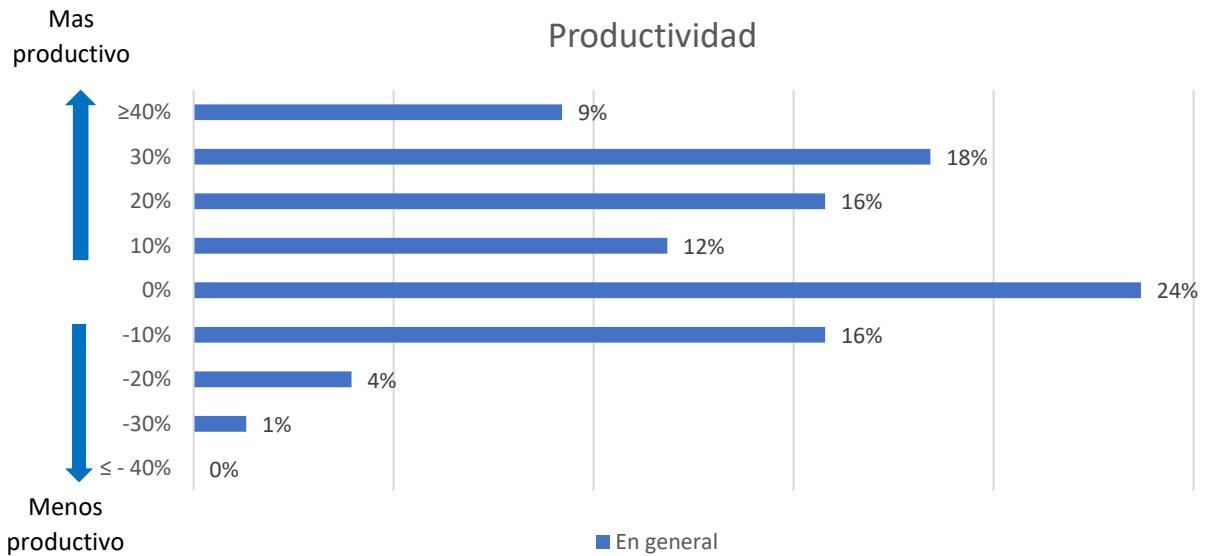


Figura 108 percepción de niveles de productividad del personal de Corporativo C

El 21% de los colaboradores siente que en general el espacio le afecta a su productividad de manera negativa, el 24% no se siente afectado y el 55% si cree que mejora su productividad por la calidad del ambiente interior.

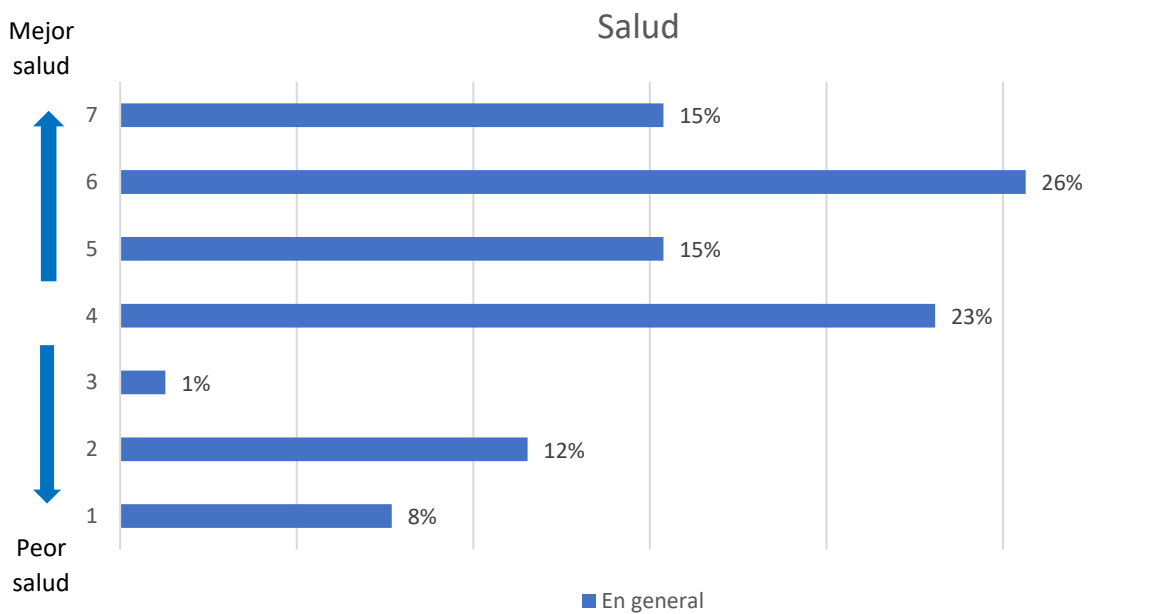
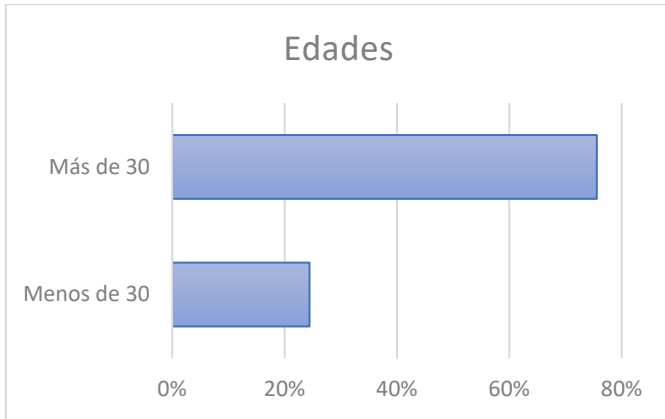


Figura 109 Percepción de afectaciones a la salud de los ocupantes en el corporativo C

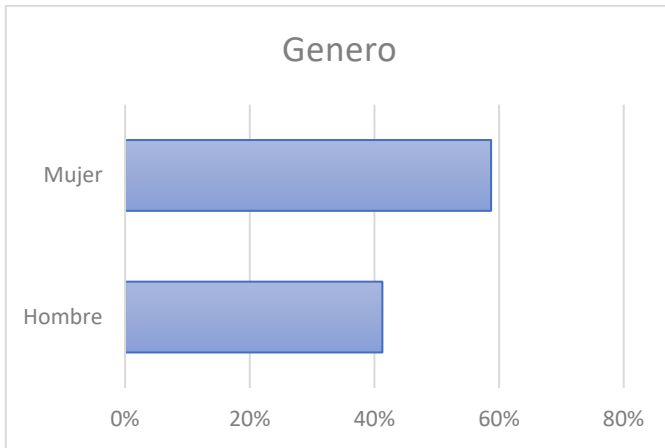
El 21% de los entrevistados considera que su salud se ve afectada por las condiciones interiores, el 23 no ve ningún tipo de afectación y el 56% considera que mejora su salud al estar en el espacio.

3.4. Corporativo D



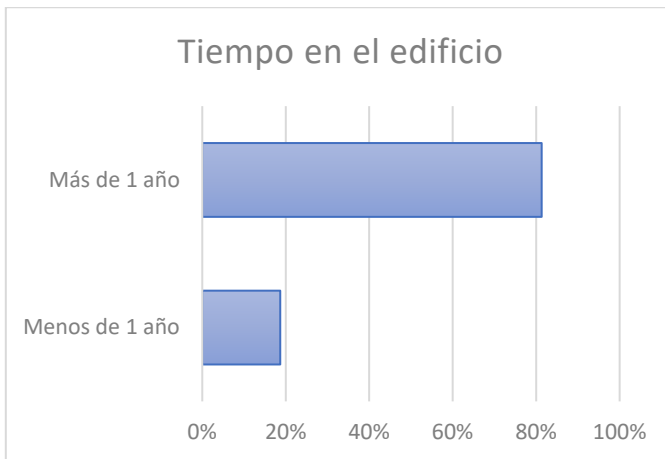
El 76% tiene 30 años o más y el 24 es menor a 30 años

Figura 110 Edades en Corporativo D



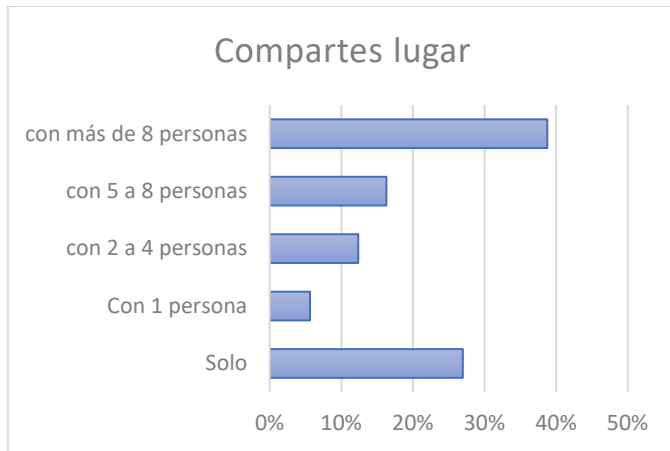
El 59% son mujeres y el 41% son hombres, que es el corporativo con mayor número de mujeres.

Figura 111 Género en Corporativo D



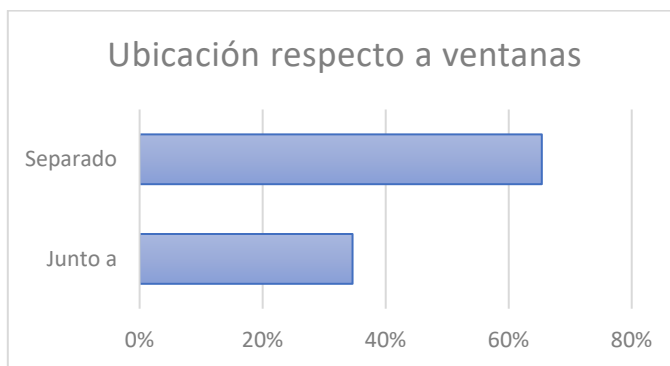
El 81% lleva trabajando en el edificio más de un año y solo el 19% menos de un año, dando una buena valoración del edificio.

Figura 112 Tiempo que han colaborado en Corporativo D



En este corporativo, se hace un manejo cuidado de la información por temas de confidencialidad, es el que más personas tienen oficina privada, con el 27%, pero sigue teniendo áreas abiertas para el 55% que comparten su lugar con más de 5 personas.

Figura 113 Tienen un lugar solo o comparten el espacio de trabajo en Corporativo D



El 35% de las personas se encuentra cerca de las ventanas, pero el 65% no, por la misma estructura jerárquica de los privados.

Figura 114 Ubicación del lugar de trabajo cerca de una ventana o al interior en Corporativo D

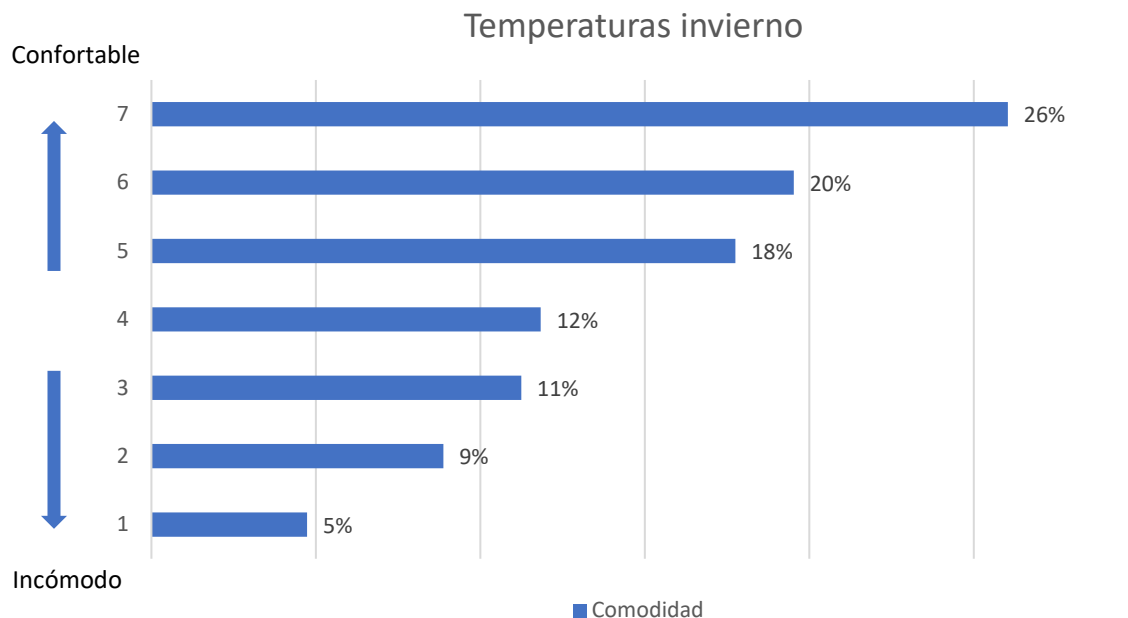


Figura 115 Percepción de confort térmico en invierno en Corporativo D

En invierno se tiene una percepción del 25% de incomodidad, dejando solo el 64% que percibe que es térmicamente confortable.

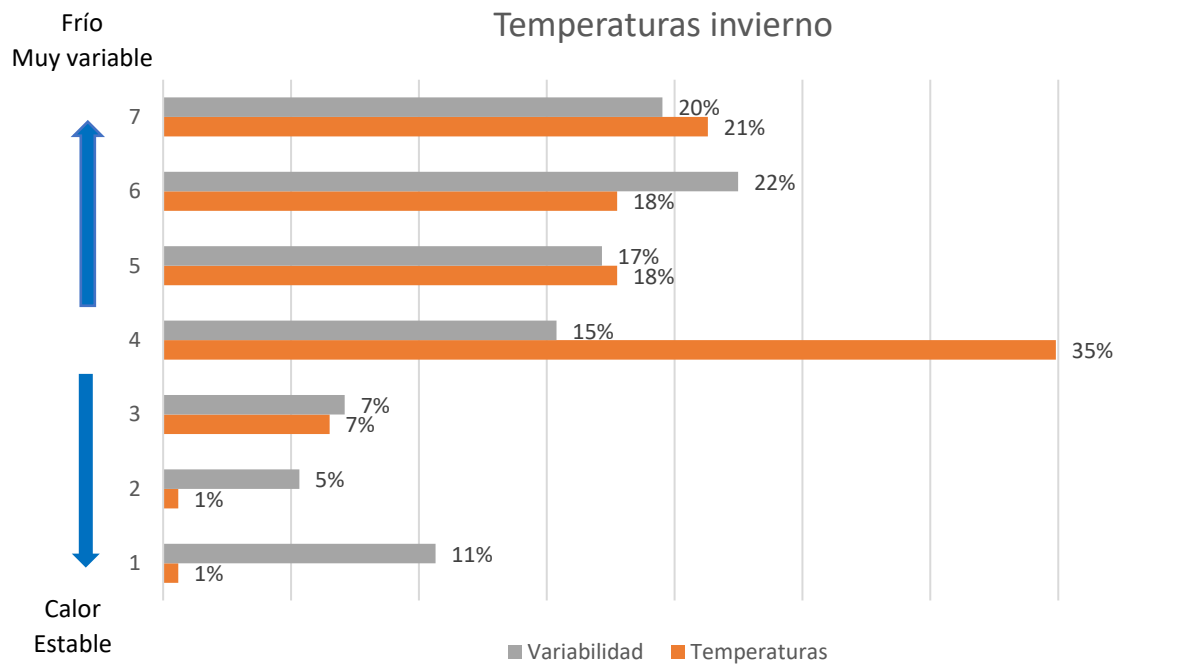


Figura 116 Percepción de temperatura y variabilidad de ésta en invierno en Corporativo D

La mayor percepción es que en invierno hace frío al interior para el 57% con una alta variabilidad de la temperatura para el 59%

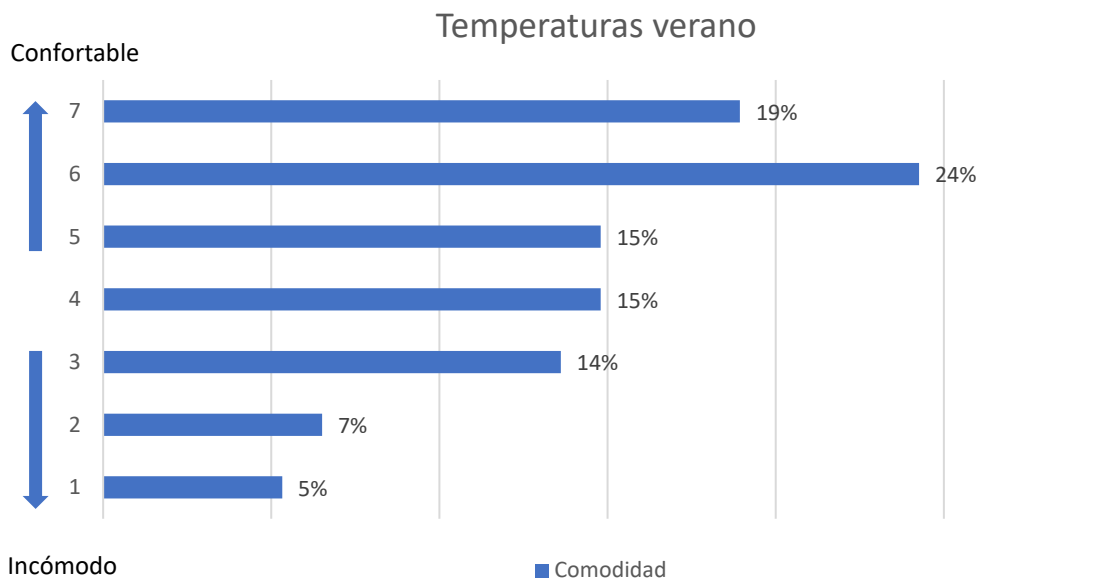


Figura 117 Percepción de confort térmico en verano en Corporativo D

Para el verano, aumenta la percepción de comodidad, dejando solamente un 26% de incomodidad y un 58% percibe comodidad térmica.

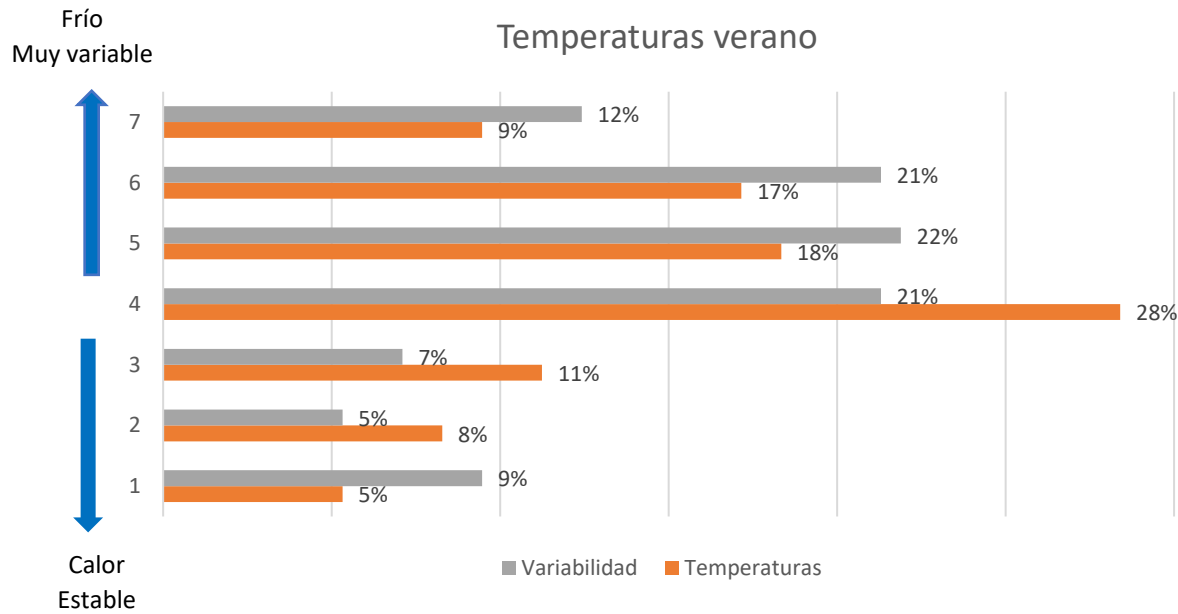


Figura 118 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en verano en Corporativo D

En verano, la percepción de calor lo perciben el 24%, con una percepción de frío para el 44%, dejando solamente un 28% que percibe una temperatura adecuada y la variabilidad de esta es alta para el 55%

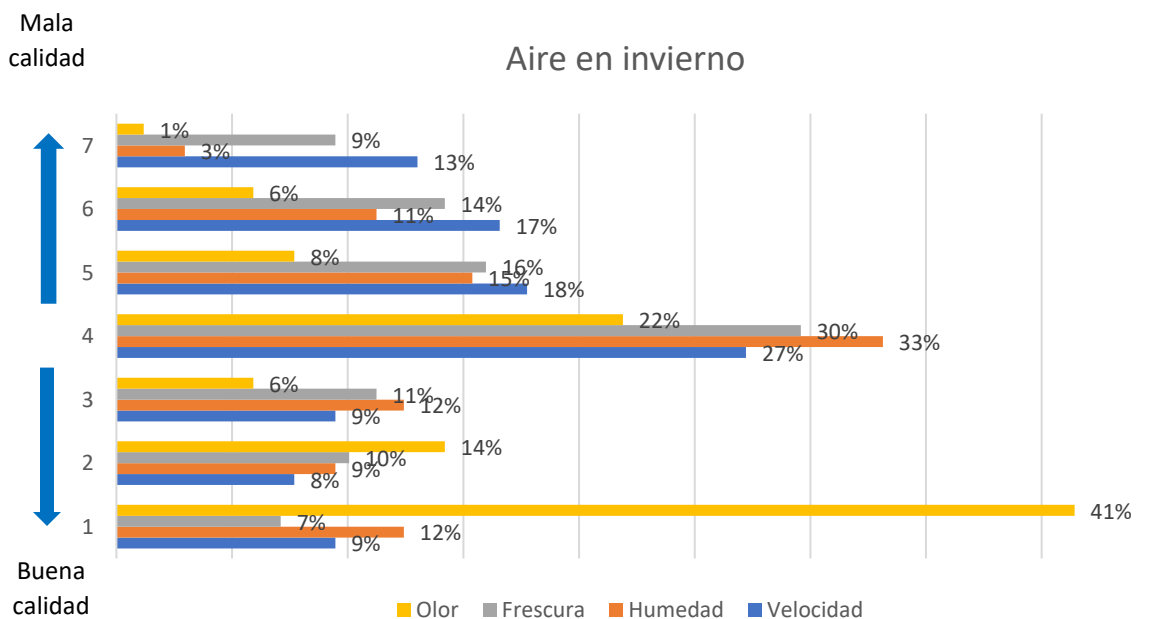


Figura 119 Percepción de la calidad del aire en invierno en Corporativo D

Aunque la mayoría de los encuestados no percibe olores o muy pocos, si hay un 24% que percibe el aire poco fresco, y con una percepción del 47% de corrientes de aire que pueden ser incómodas en invierno.

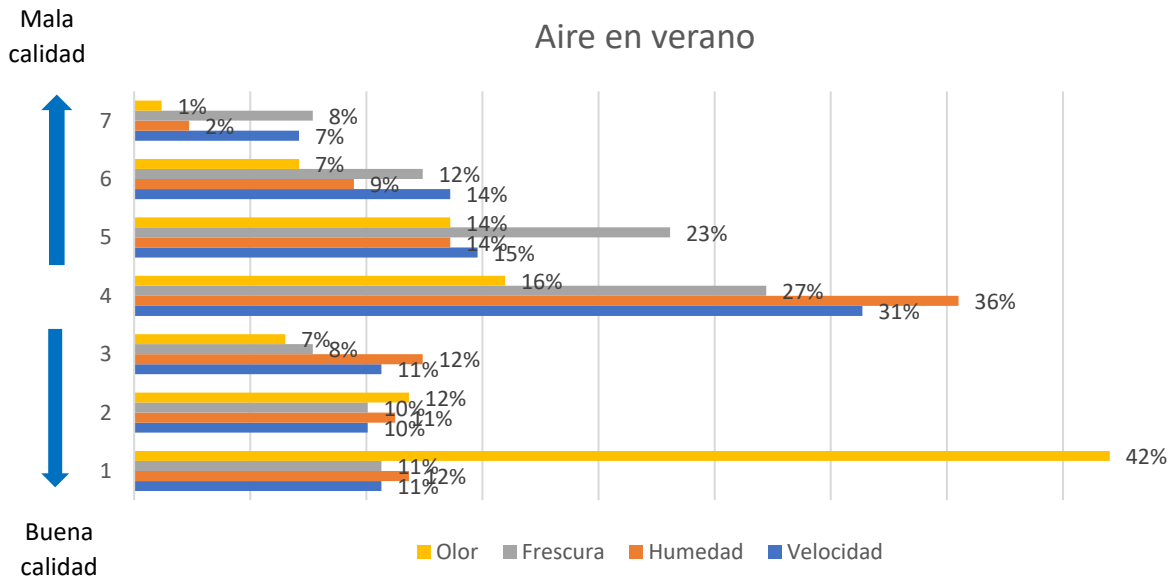


Figura 120 Percepción de la calidad del aire en invierno en Corporativo D

La percepción en verano se mantiene sin olores para la mayoría, llegando a una mejor percepción de la frescura del aire, pero manteniéndose más del 20% insatisfechos, y disminuye a que el 36% percibe corrientes de aire.

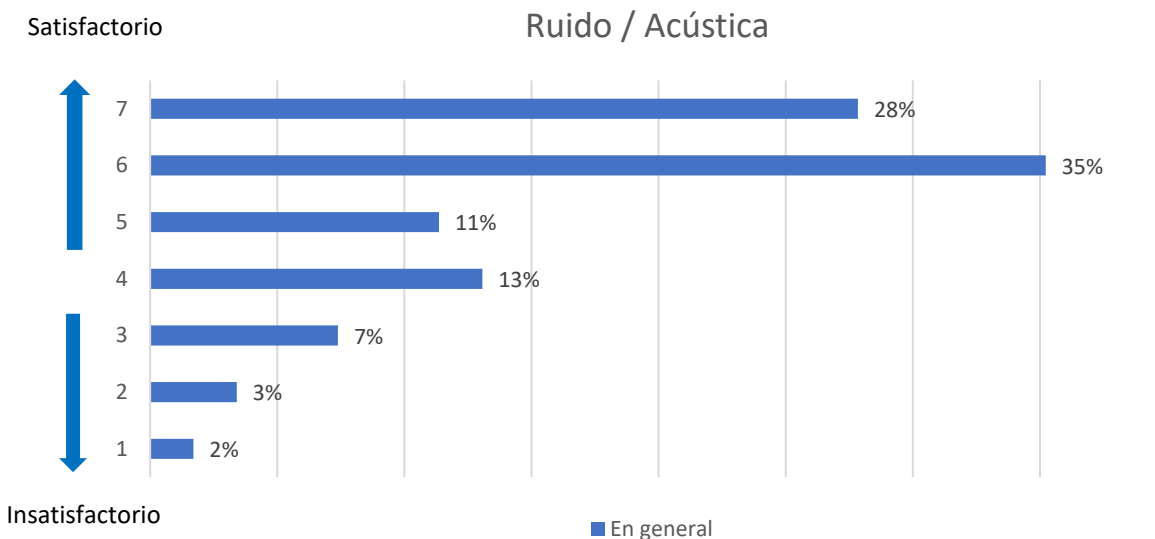


Figura 121 Niveles de ruido y confort acústico en general en Corporativo D

En este rubro, la percepción general es que se tiene confort en los niveles de acústica, con solo un 13% que percibe ciertas molestias por los ruidos en general.

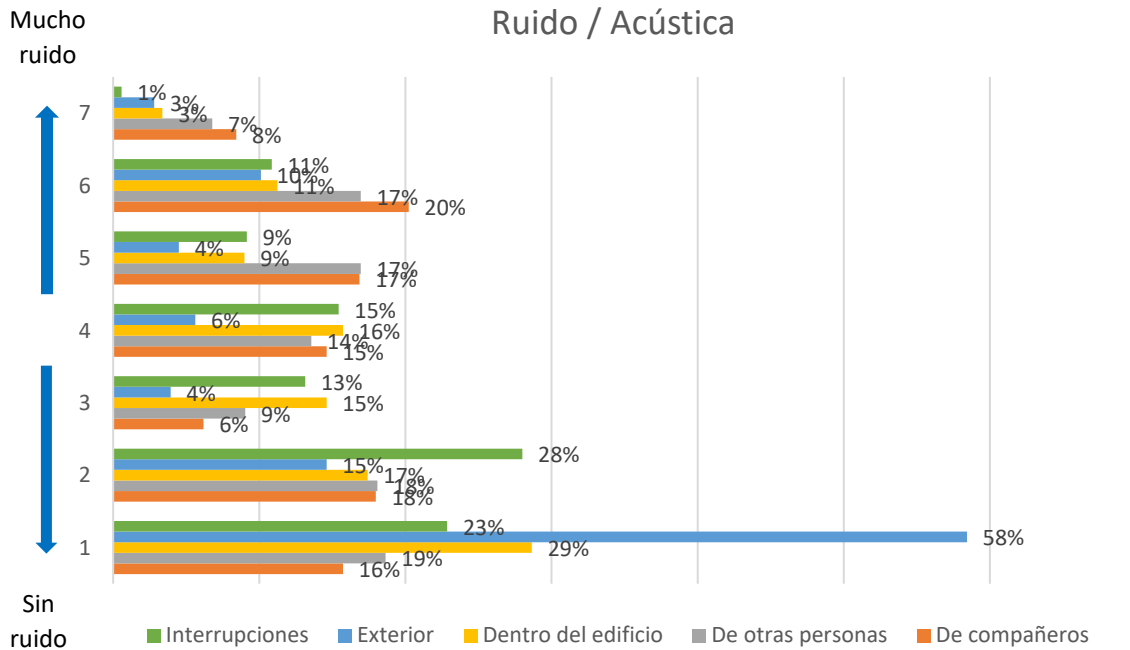


Figura 122 Percepción de ruidos a detalle en Corporativo D

Cuando ya se analizan las diferentes fuentes de ruido, el 29% percibe que es alto el provenientes de los compañeros de trabajo y de otras personas, y el 21% percibe que lo interrumpe este ruido.

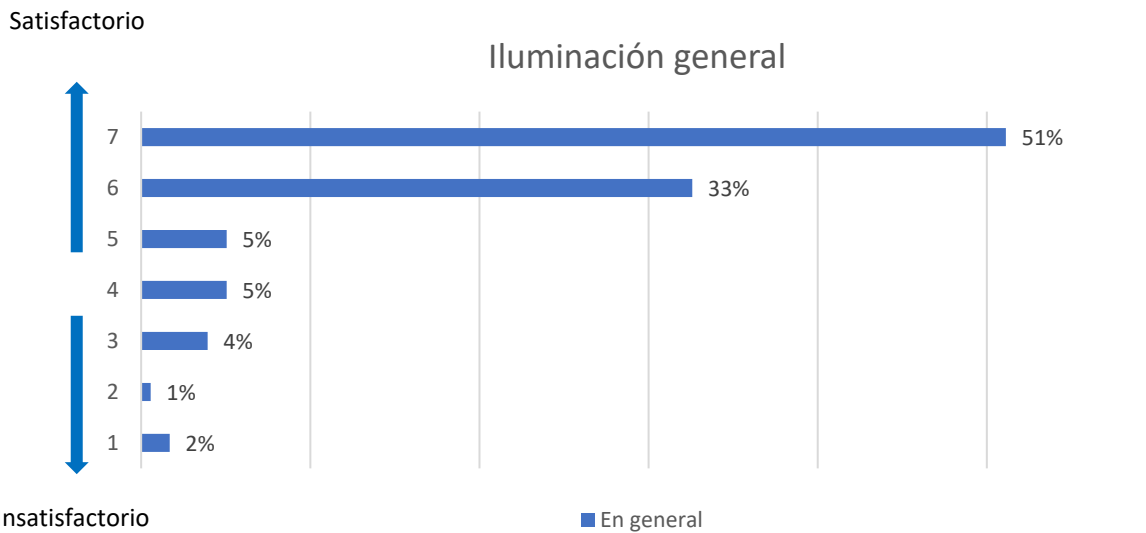


Figura 123 Niveles de iluminación en general en Corporativo D

De manera general se percibe un nivel muy satisfactorio de los niveles de iluminación en el espacio, ya sea natural o artificial, solo el 7% lo percibe insatisfactorio.

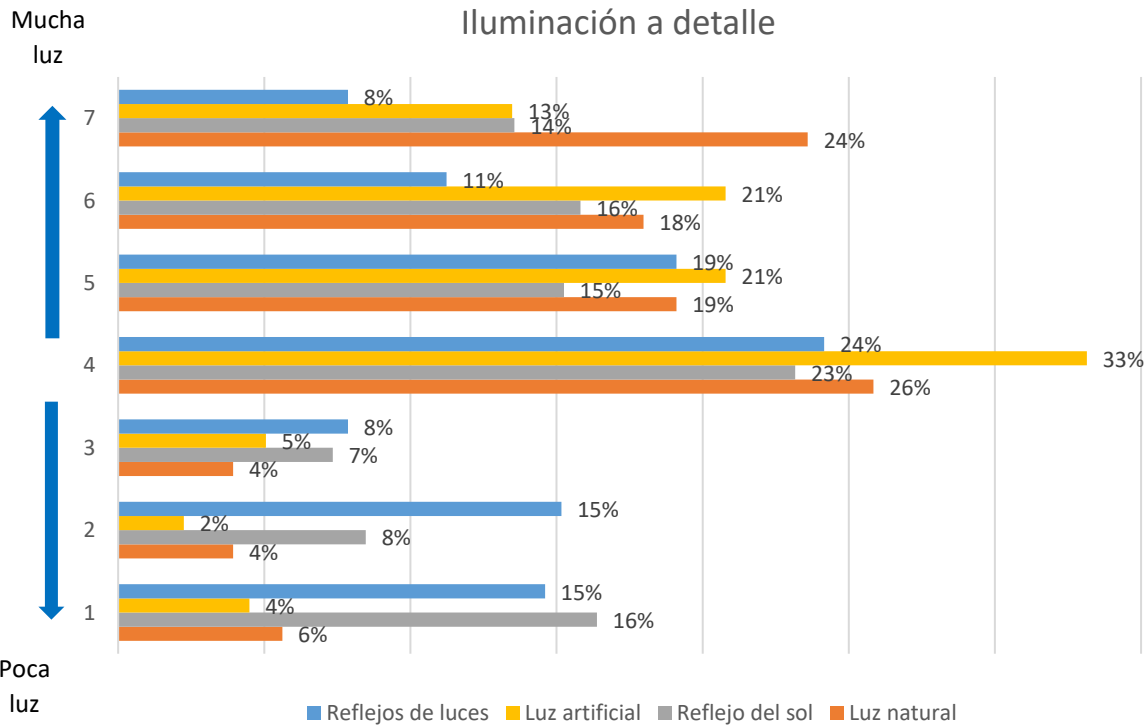


Figura 124 Percepción de niveles de luz a detalle en Corporativo D

En lo particular se percibe que los usuarios tienen suficiente nivel de iluminación, aunque para algunos es más de lo necesario, sin llegar a que los reflejos, ya sea de luz del sol o naturales, sea incómodo.

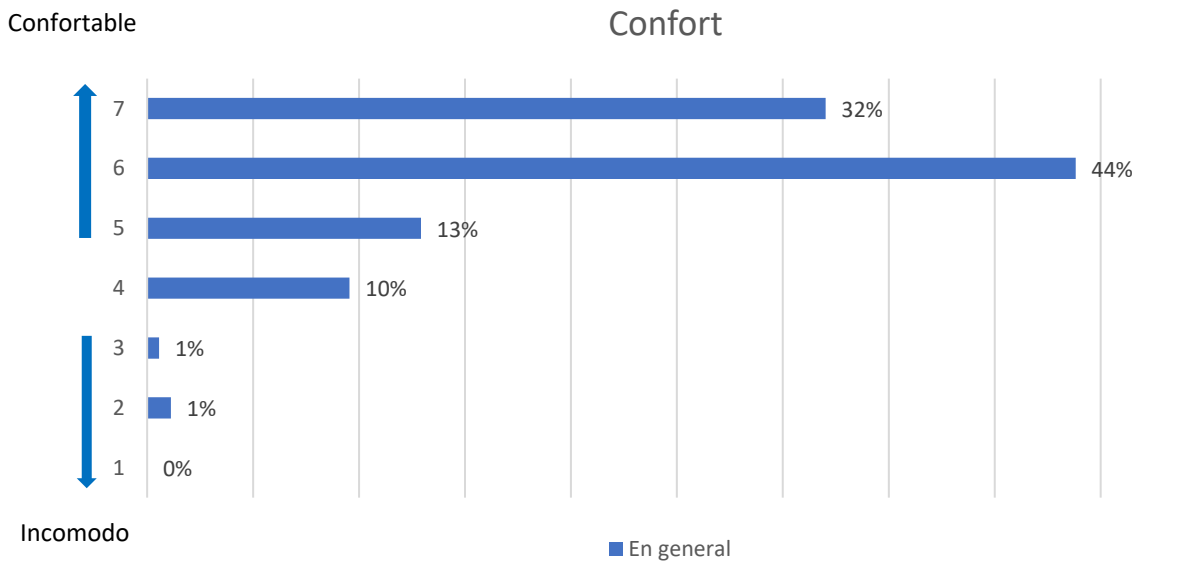


Figura 125 Percepción de confort en general en Corporativo D

En este corporativo, la percepción de los usuarios en cuanto a confort es muy alta, teniendo solo un 2% que perciben que no se logra y solo el 10% lo considera neutro.

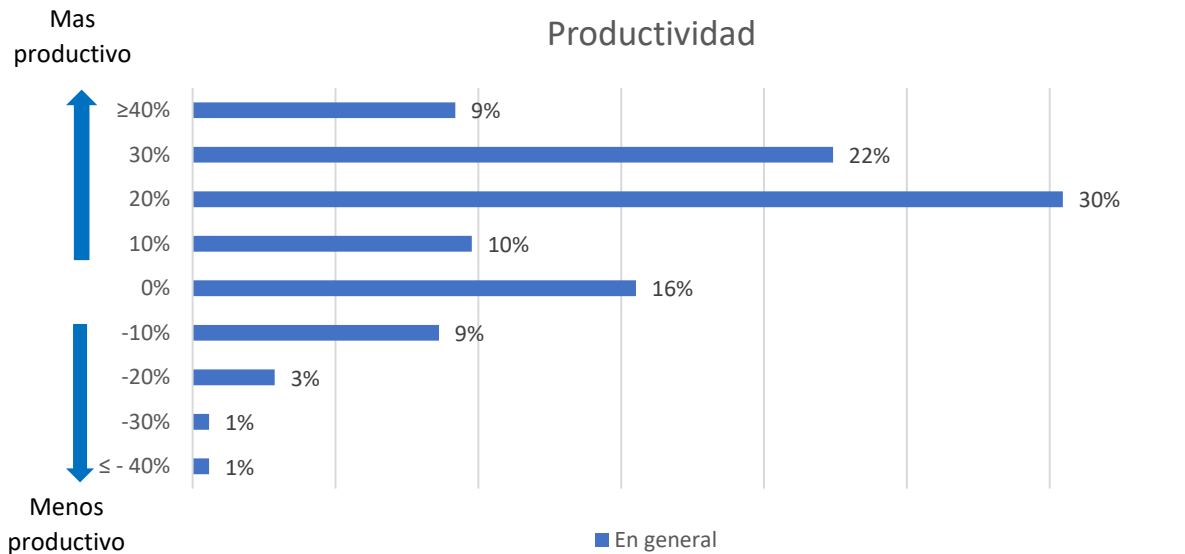


Figura 126 Percepción de niveles de productividad del personal en Corporativo D

Solamente el 14% percibe que el ambiente interior en las oficinas afecta su productividad, el 16% que no interfiere, pero el 71% siente que el espacio mejora su productividad.

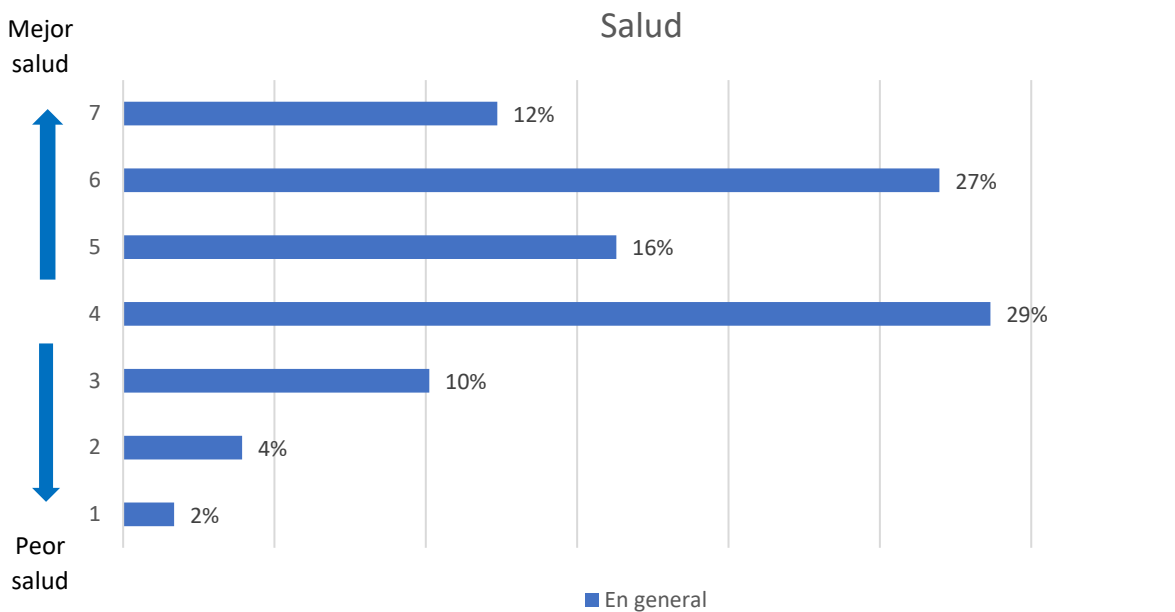
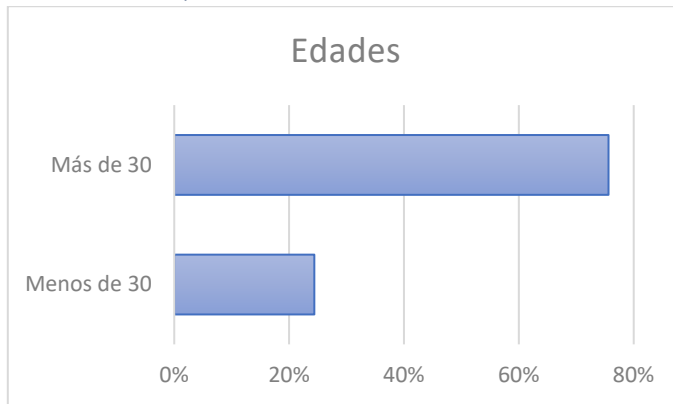


Figura 127 Percepción de afectaciones a la salud de los ocupantes de Corporativo D

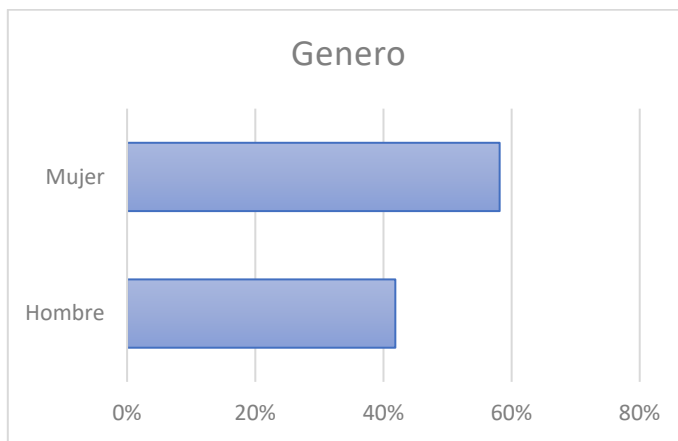
En este corporativo, a pesar de que perciben confort y mejora en su productividad, el 16% considera que el edificio perjudica su salud, el 29% no ve ninguna afectación y el 56% percibe que el espacio mejora su salud.

3.5. Corporativo E



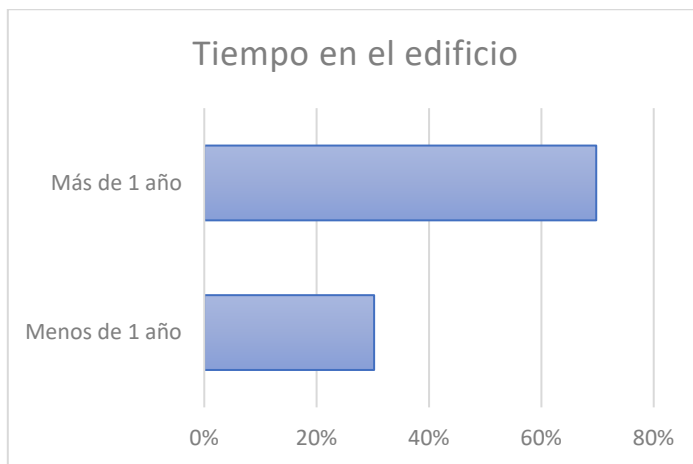
El 76% tiene 30 años o más y el 24 es menor a 30 años

Figura 128 Edades en Corporativo E



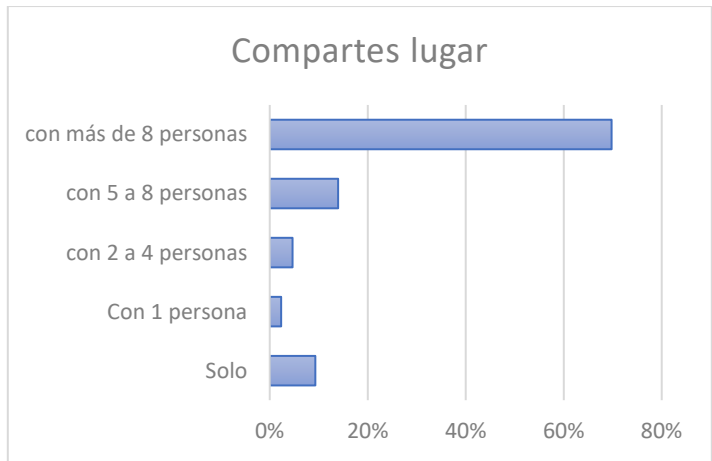
El 58% son mujeres y el 42% son hombres, que se acerca mucho a otros corporativos, teniendo más mujeres que hombres.

Figura 129 Género en Corporativo E



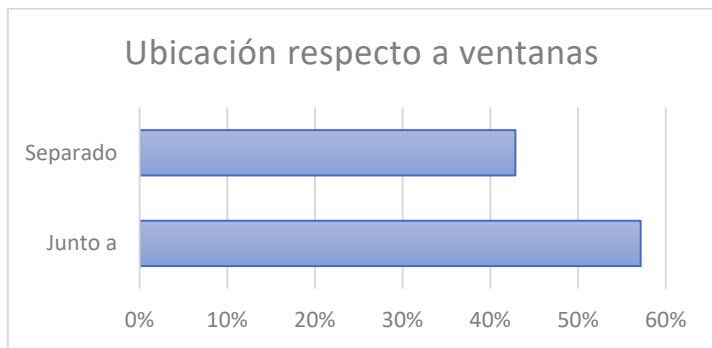
El 70% lleva trabajando en el edificio más de un año y solo el 30% menos de un año, dando una buena valoración del edificio.

Figura 130 Tiempo que han colaborado en Corporativo E



Para el Corporativo E, solamente el 9% tiene oficina privada, 2% con una persona más y el resto, son áreas abiertas, con un 70% que comparte con más de 8 personas.

Figura 131 Tienen un lugar solo o comparten el espacio de trabajo en Corporativo E



Las áreas abiertas están en la periferia, por lo que el 57% está cerca de una ventana y solo el 43% separado de ellas.

Figura 132 Ubicación del lugar de trabajo cerca de una ventana o al interior en Corporativo E

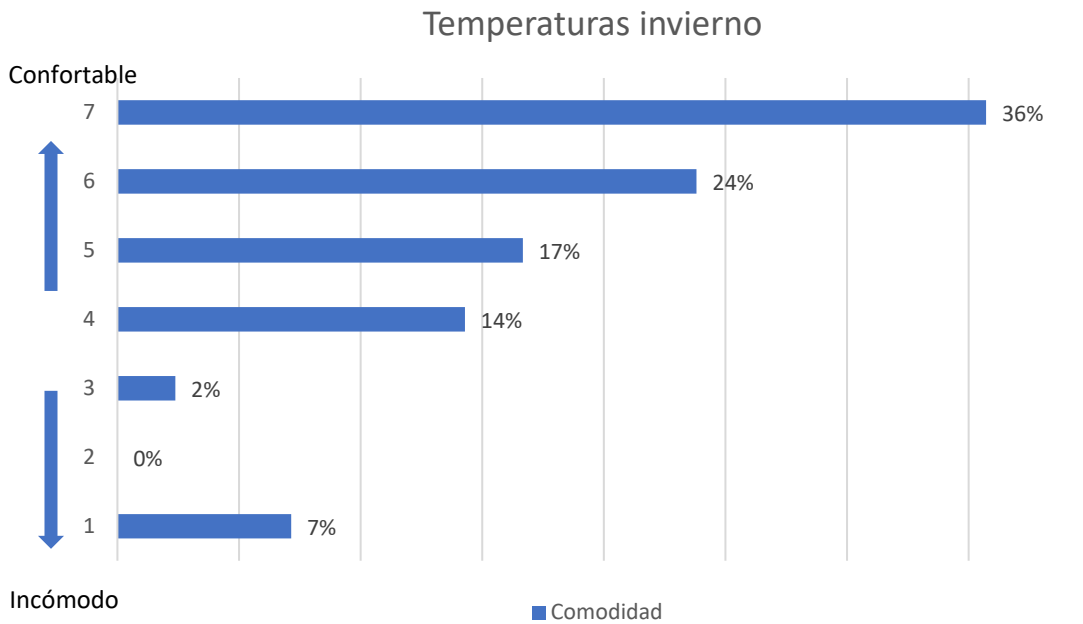


Figura 133 Percepción de confort térmico en invierno en Corporativo E

Se percibe un alto nivel de comodidad en invierno para el 77% quedando solamente un 9 % que percibe incomodidad en esta oficina.

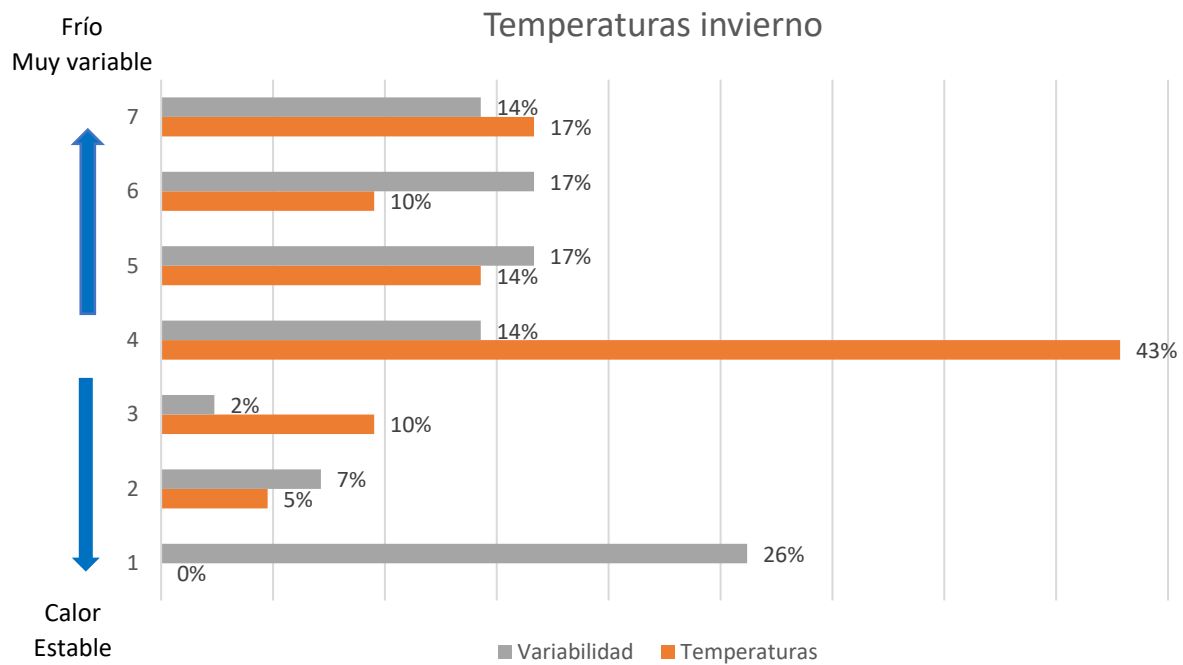


Figura 134 Percepción de temperatura y variabilidad de ésta en invierno en Corporativo E

Para el 43%, coincidente con la figura del confort, se percibe una temperatura adecuada, es decir, sin frío ni calor y con baja variabilidad para el 35%

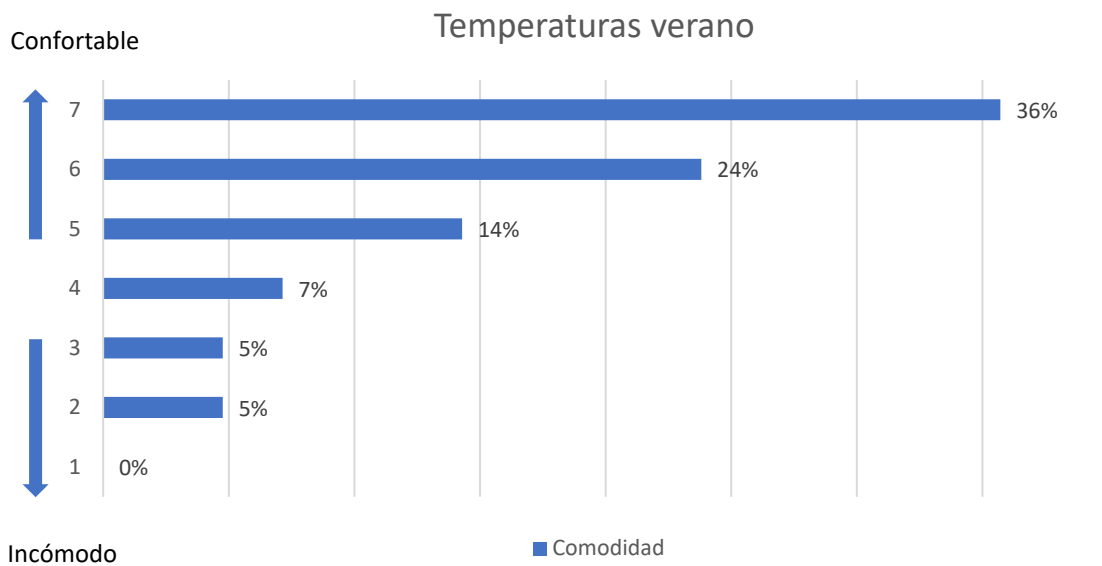


Figura 135 Percepción de confort térmico en verano en Corporativo E

En verano se mantiene la percepción de confort para el 74%, quedando solamente un 10% que percibe incomodidad.

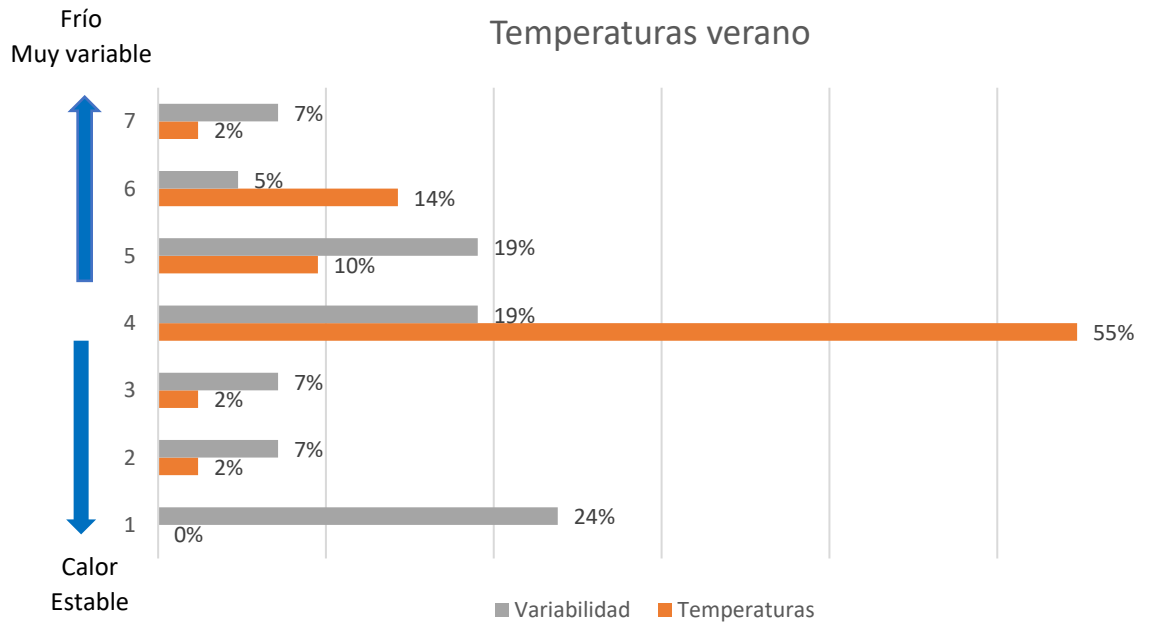


Figura 136 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en verano en Corporativo E

Para el 55% de los encuestados, la temperatura es adecuada en verano, solo quedando una percepción de frío para el 26% y con variabilidad para el 31%

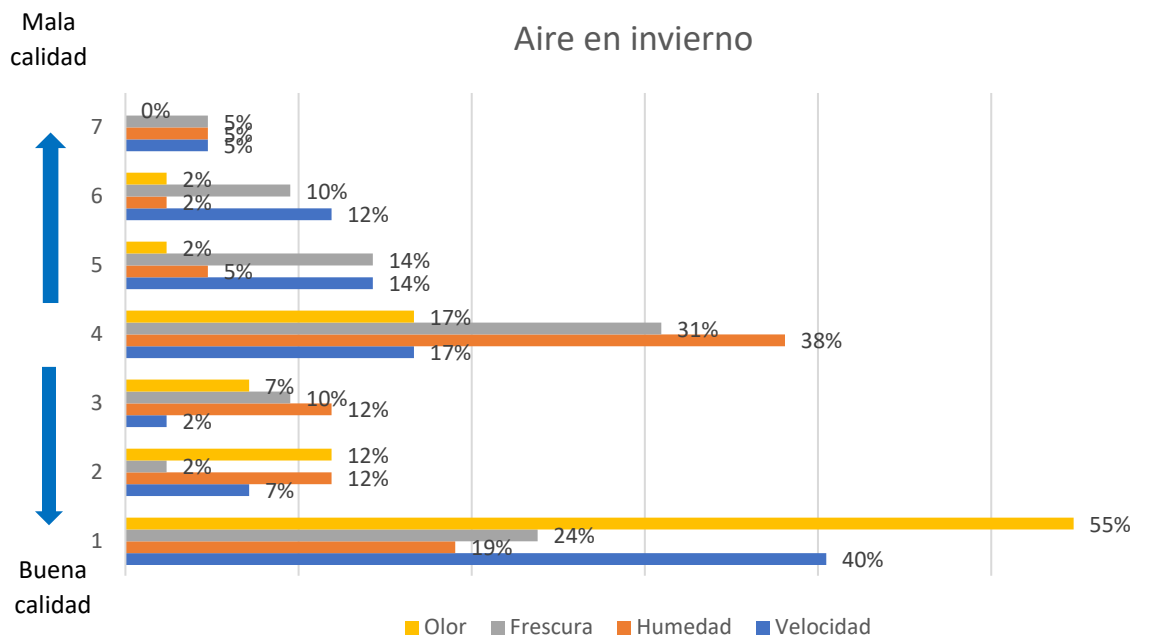


Figura 137 Percepción de la calidad del aire en invierno en Corporativo E

Se tiene una muy buena percepción de la calidad del aire en invierno, con muy pocos olores, un aire fresco y no se perciben corrientes que den incomodidad.

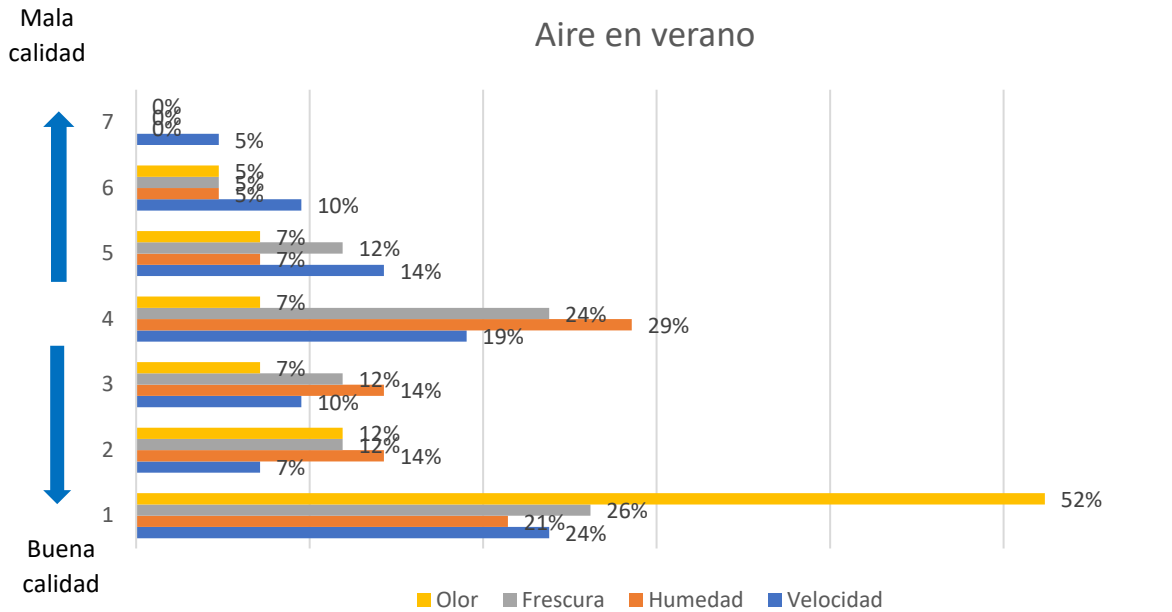


Figura 138 Percepción de la calidad del aire en verano en Corporativo E

Al igual que en invierno, en verano la percepción de la calidad del aire es muy buena, solo aumentando un poco las corrientes de aire.

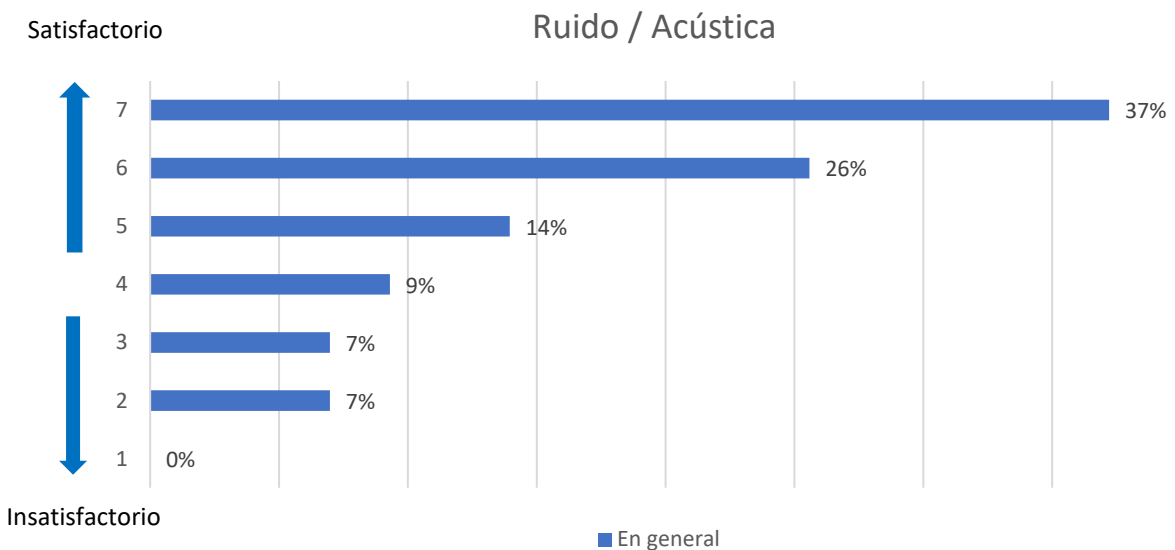


Figura 139 Niveles de ruido y confort acústico en general en Corporativo E

Con solo el 14% que percibe incomodidad en el tema del ruido, este corporativo, a pesar de ser área abierta, tiene una percepción de comodidad del 77% en general.

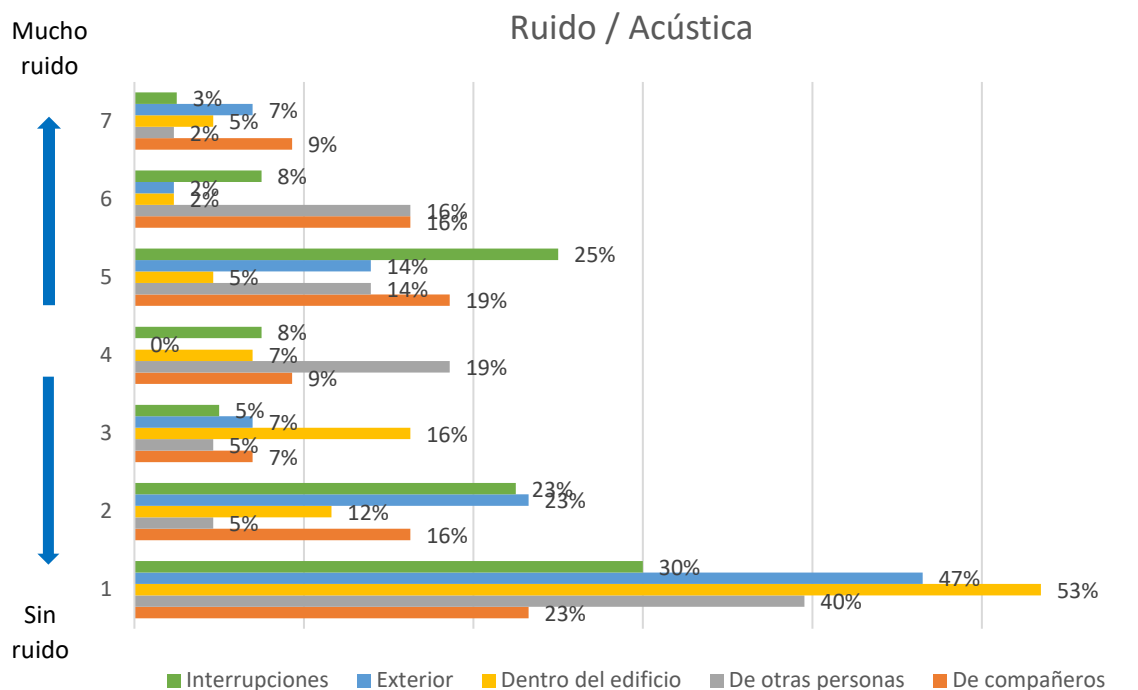
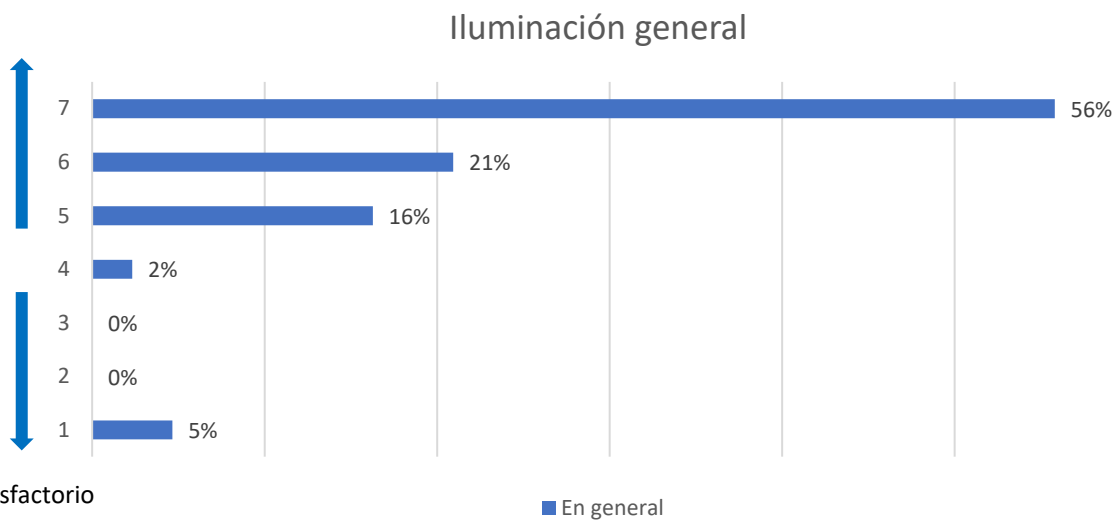


Figura 140 Percepción de ruidos a detalle en Corporativo E

Analizando a detalle, si perciben un 44% que hay ruido de sus compañeros y un 33% de otras personas, pero para el 58% esto no genera interrupciones o molestias.

Satisfactorio



Insatisfactorio

Figura 141 Niveles de iluminación en general en Corporativo E

En cuanto a la iluminación en general, los niveles de satisfacción son muy altos, dando solo que al 5% le parece incómodo, contra un 93% que lo percibe satisfactorio.

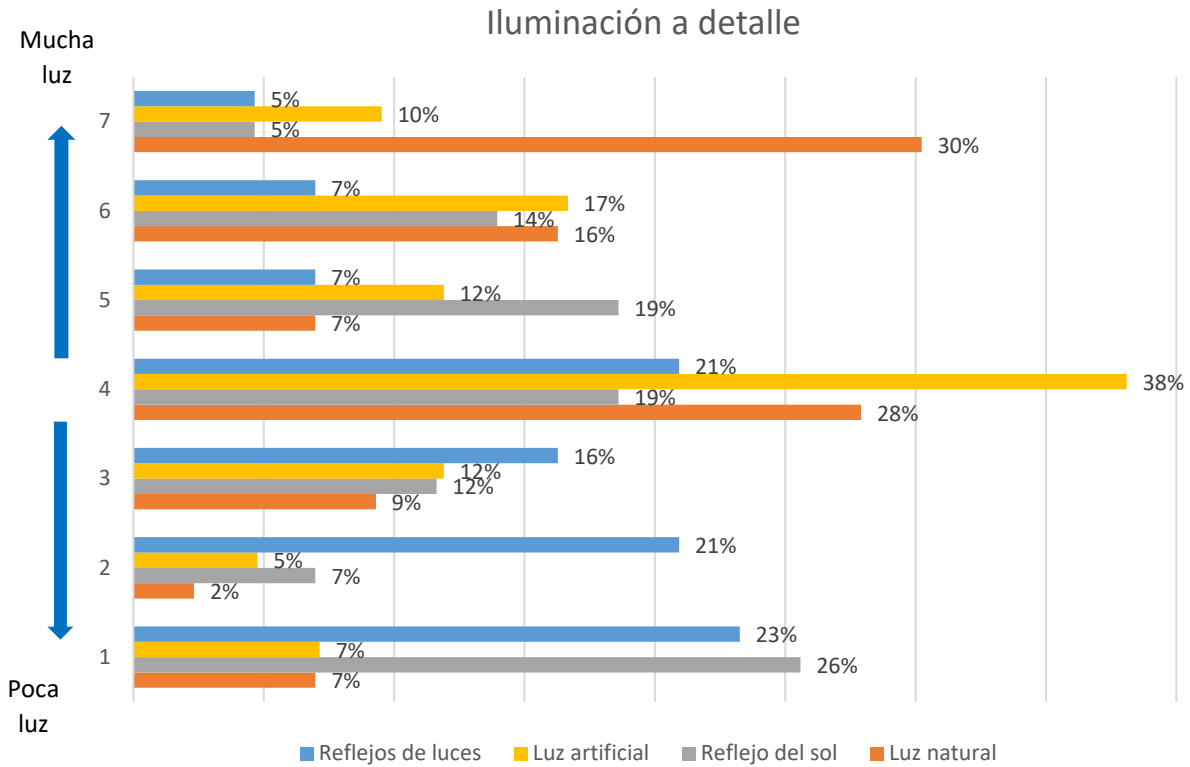


Figura 142 Percepción de niveles de luz a detalle en Corporativo E

A detalle, la mayoría percibe buena luz natural, por la cercanía a las ventanas, con buenos niveles de luz artificial, con muy pocos reflejos causados por el sol o las luminarias.

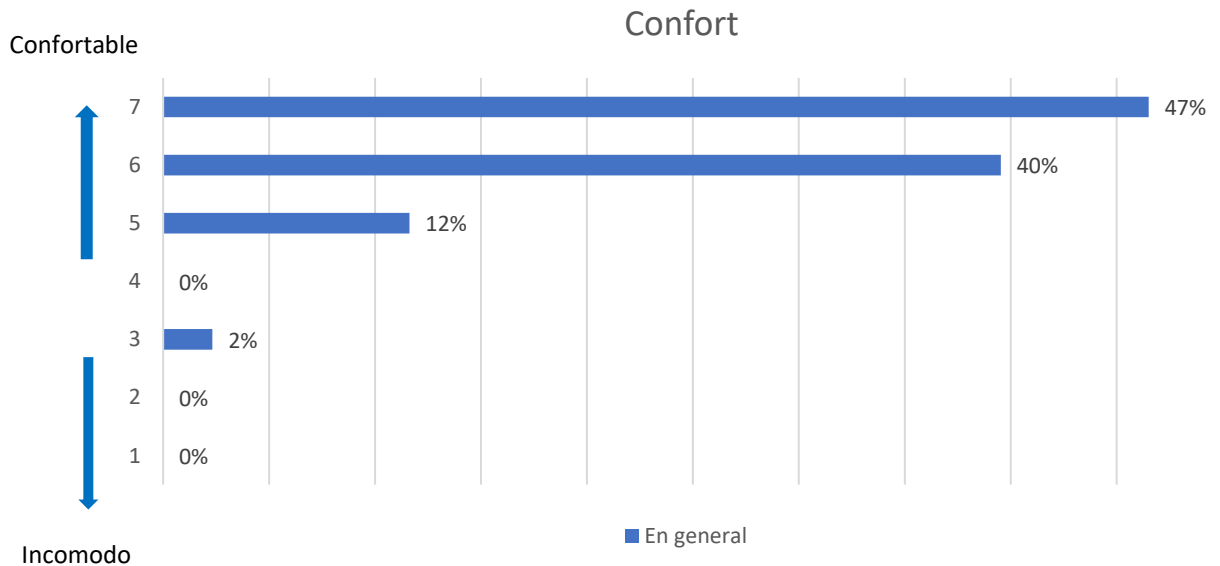


Figura 143 Percepción de confort en general en Corporativo E

La percepción en estas oficinas es realmente muy confortable en lo general, dando solo un 2% que siente algo de incomodidad y un 98% que se siente cómodo.

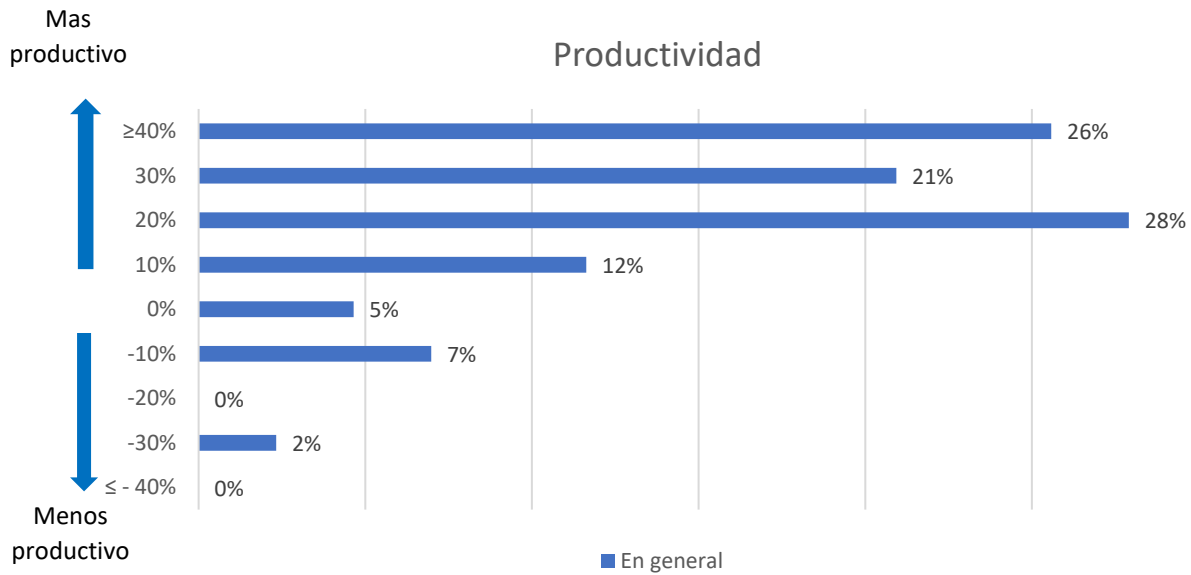


Figura 144 Percepción de niveles de productividad del personal en Corporativo E

Si la sensación del confort es muy buena, esto se refleja en la percepción de que estas oficinas propician la productividad, dando un 86% de personas que sienten más productividad en las oficinas y solo un 9% que afecta a su productividad.

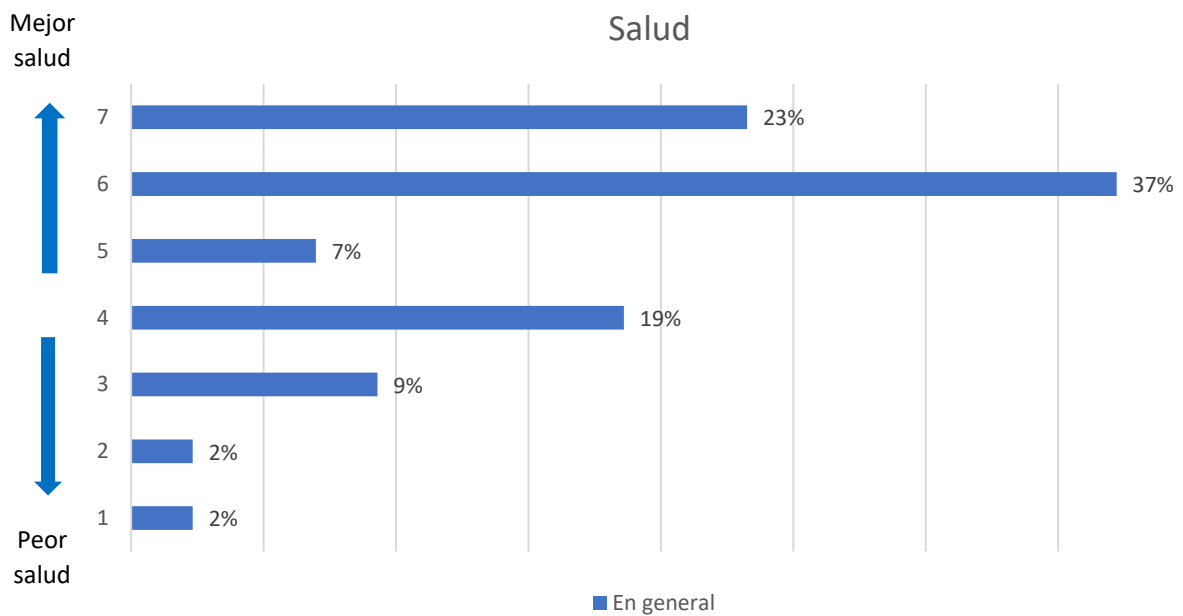
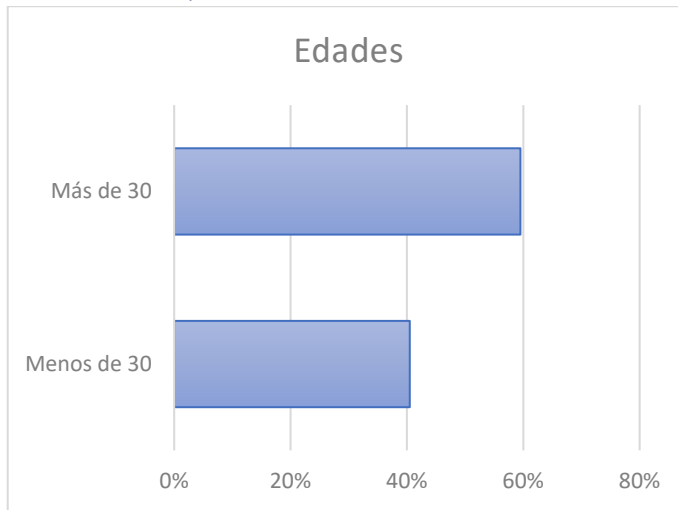


Figura 145 Percepción de afectaciones a la salud de los ocupantes de Corporativo E

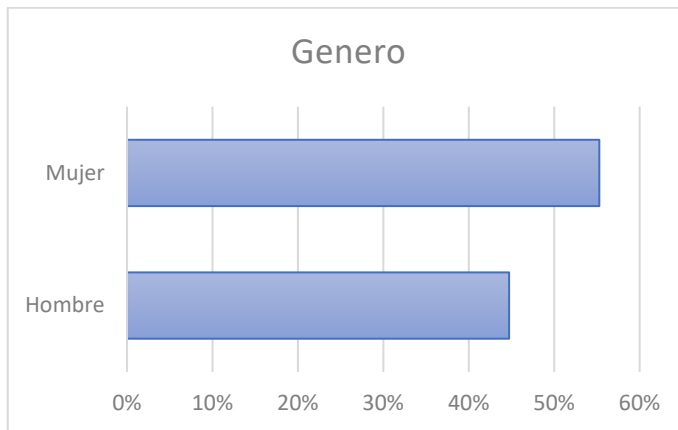
Y como era de esperarse, solamente un 13% percibe que el lugar le genera problemas de salud y un 67% que mejora su salud por estar en este corporativo.

3.6. Corporativo F



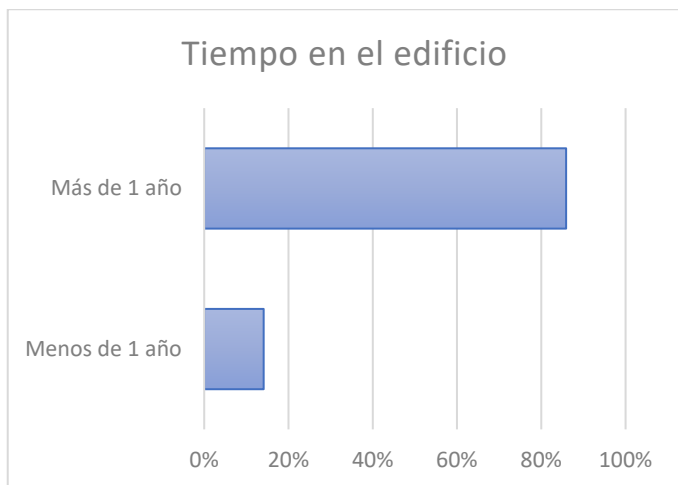
El 60% tiene 30 años o más y el 40 es menor a 30 años

Figura 146 Edades en Corporativo F



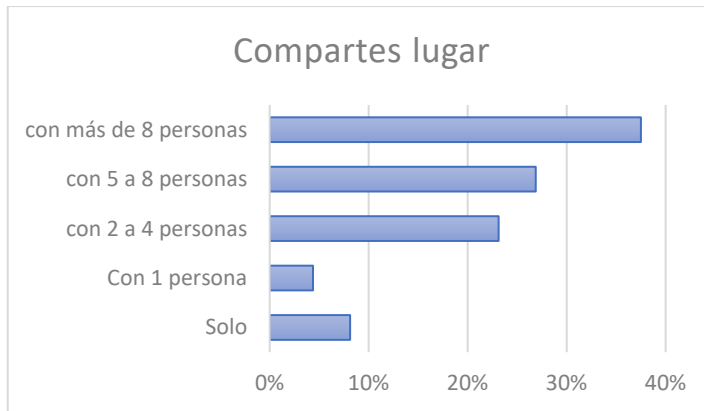
El 55% son mujeres y el 45% son hombres, que se parece mucho a otros corporativos, teniendo más mujeres que hombres.

Figura 147 Género en Corporativo F



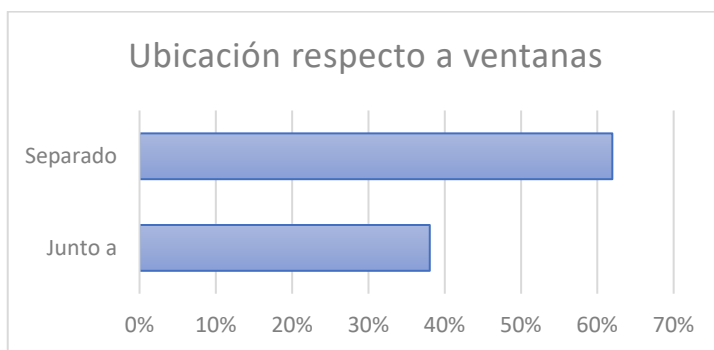
El 86% lleva trabajando en el edificio más de un año y solo el 14% menos de un año, dando una buena representatividad del edificio.

Figura 148 Tiempo que han colaborado en Corporativo F



Para el Corporativo F, solamente el 8% tiene oficina privada, 4% con una persona más y el resto, son áreas abiertas, con un 38% que comparte con más de 8 personas.

Figura 149 Tienen un lugar solo o comparten el espacio de trabajo en Corporativo F



Las áreas abiertas están tanto en la periferia, como en el interior, por lo que solo el 38% está cerca de una ventana y el 62% separado de ellas.

Figura 150 Ubicación del lugar de trabajo cerca de una ventana o al interior en Corporativo F

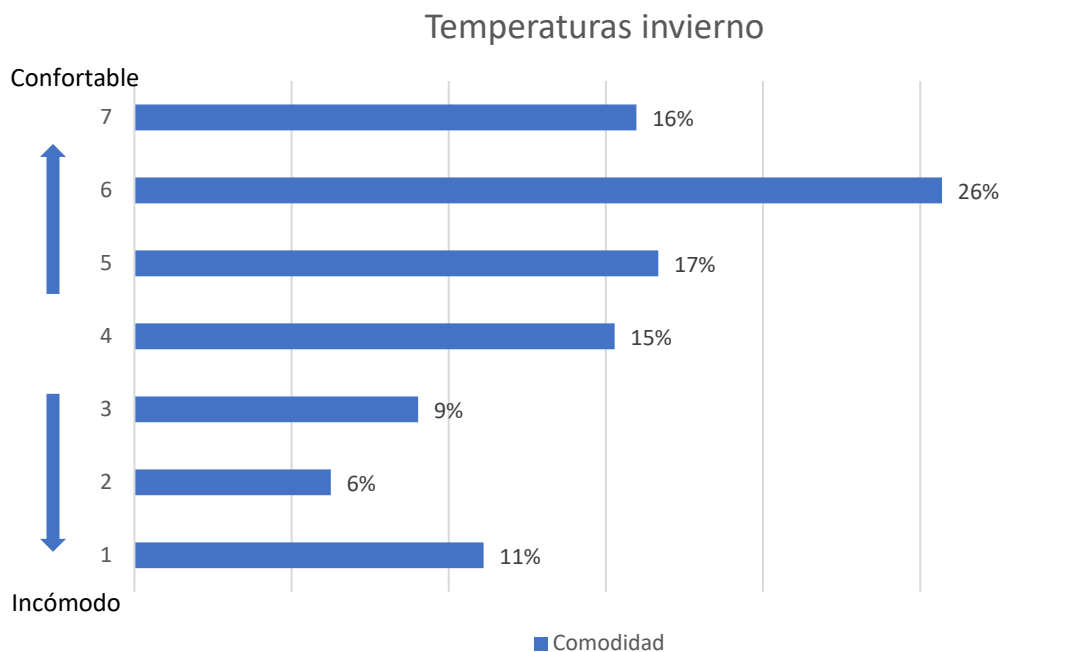


Figura 151 Percepción de confort térmico en invierno en Corporativo F

Se percibe un alto nivel de comodidad en invierno para el 58% quedando un 26 % que percibe incomodidad en esta oficina, que lo hace elevado

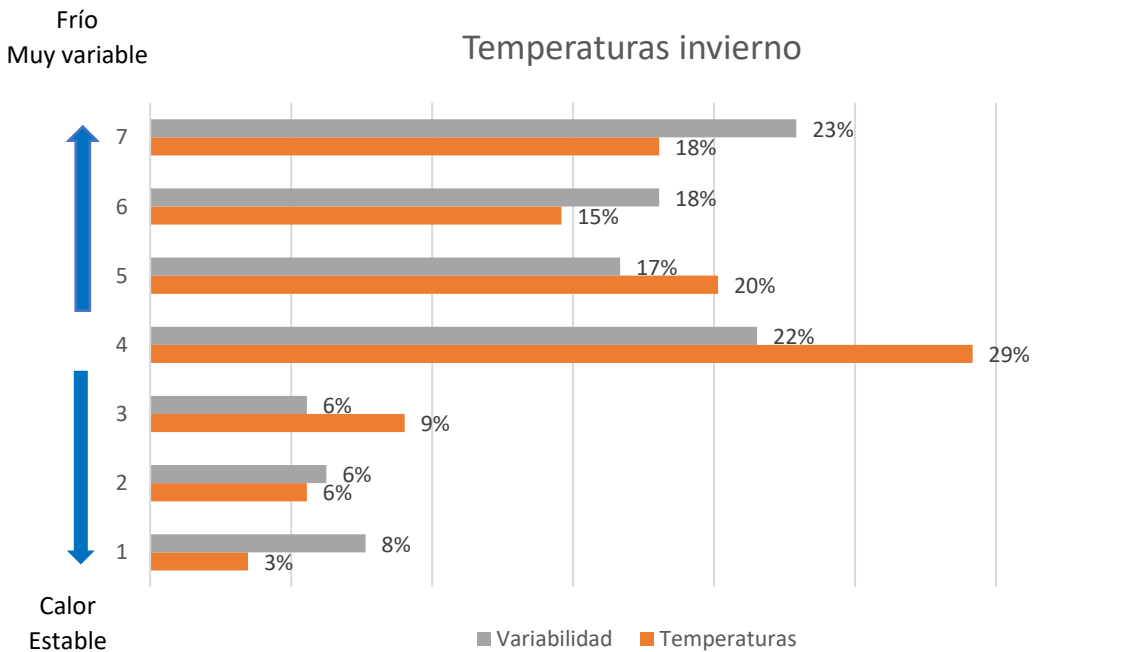


Figura 152 Percepción de temperatura y variabilidad de ésta en invierno en Corporativo F

La sensación de obtener confort, de la figura 134, aquí se muestra ya de manera específica con un 53% que perciben frío o mucho frío en el interior en invierno, solo con un 29% que percibe buena temperatura.

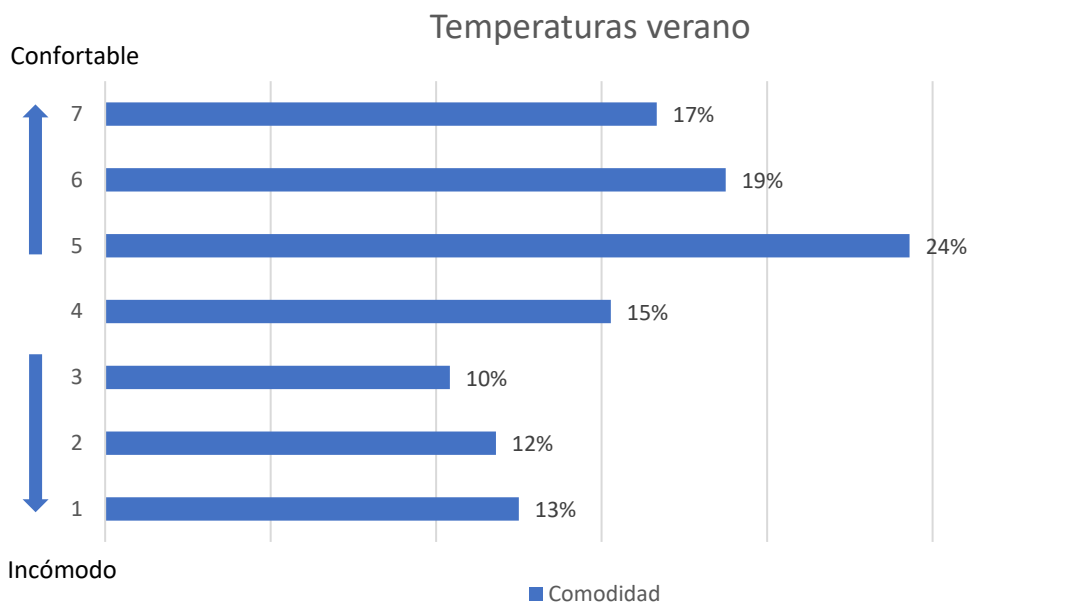


Figura 153 Percepción de confort térmico en verano en Corporativo F

En verano se mantiene la percepción de no comodidad ahora para el 35%, comparado con un 60% que percibe comodidad.

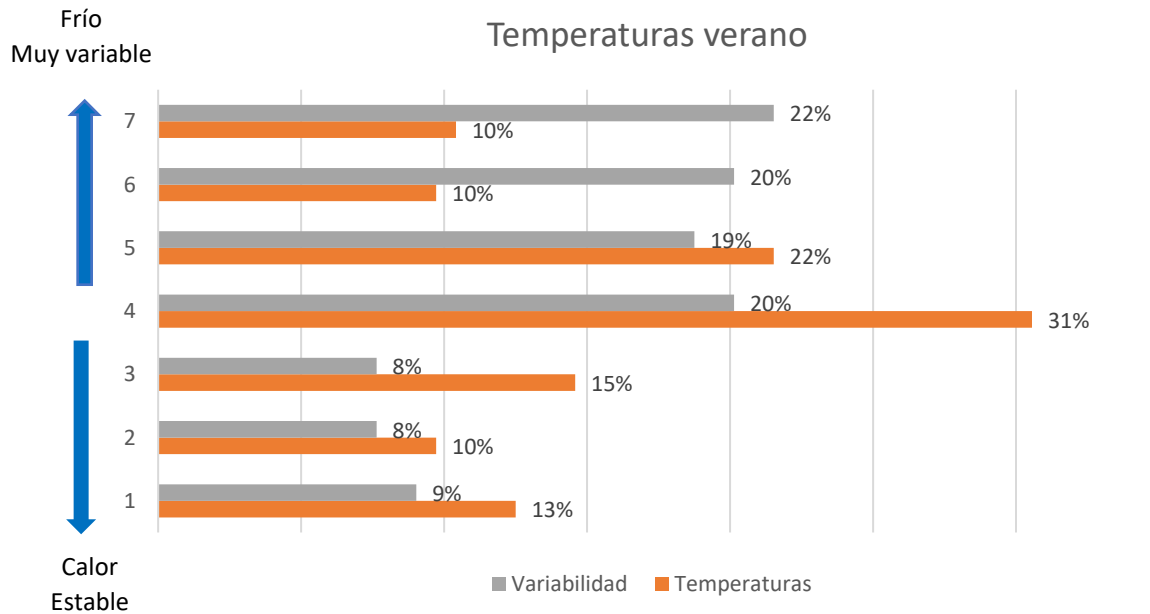


Figura 154 Percepción de temperaturas y variabilidad de ésta en verano en Corporativo F

Para el 42% de los encuestados, la temperatura es fría en verano y para el 37% hace calor, lo que da ese alto nivel de no comodidad, generando una alta variabilidad de la temperatura.

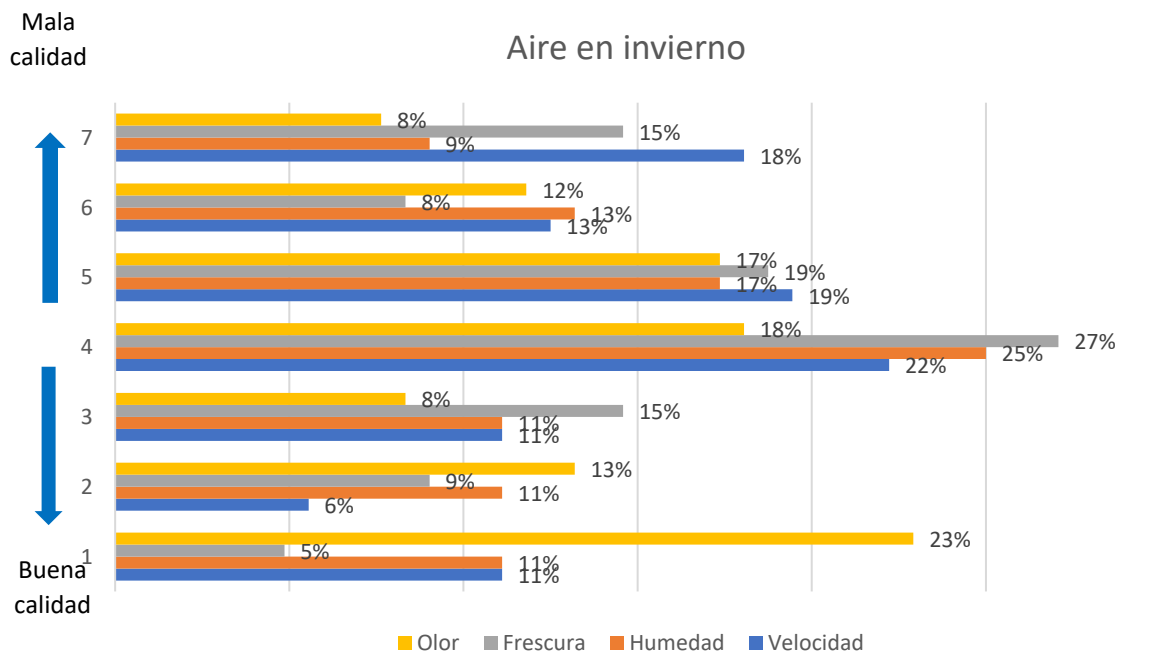


Figura 155 Percepción de la calidad del aire en invierno en Corporativo F

Se tiene una percepción de la calidad del aire en invierno con olores para el 37% y el aire no fresco para más del 40% de los usuarios. También se percibe que en invierno hay un poco alta la humedad en el ambiente.

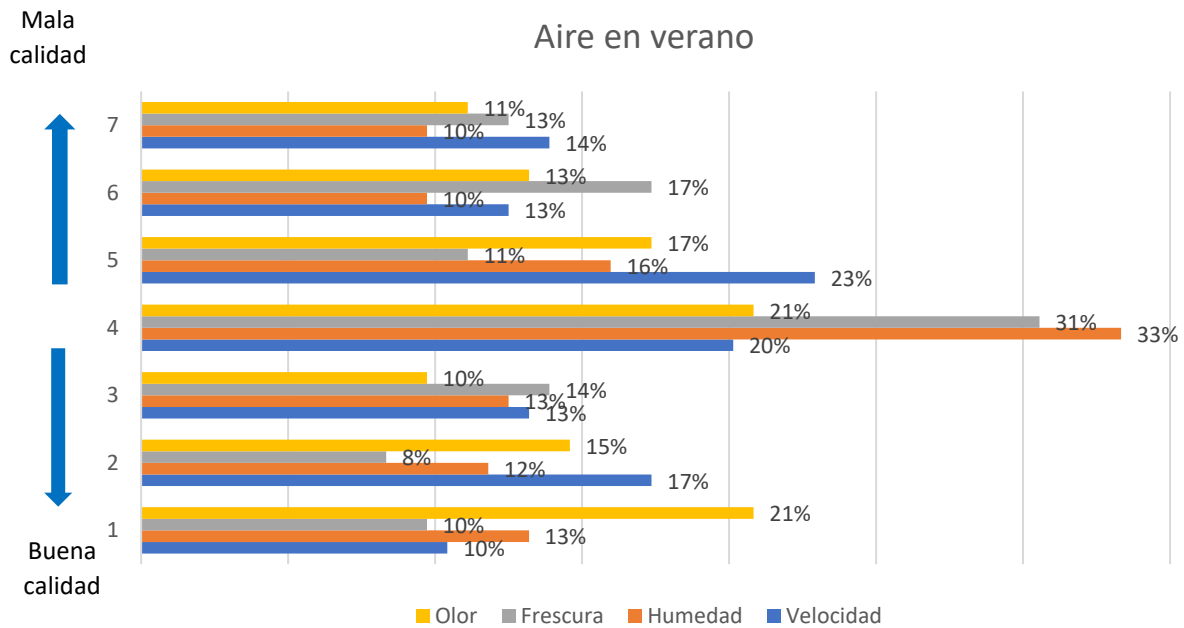


Figura 156 Percepción de la calidad del aire en verano en Corporativo F

Al igual que en invierno, en verano la percepción de la calidad del aire es mala, solo disminuyendo un poco las corrientes de aire.

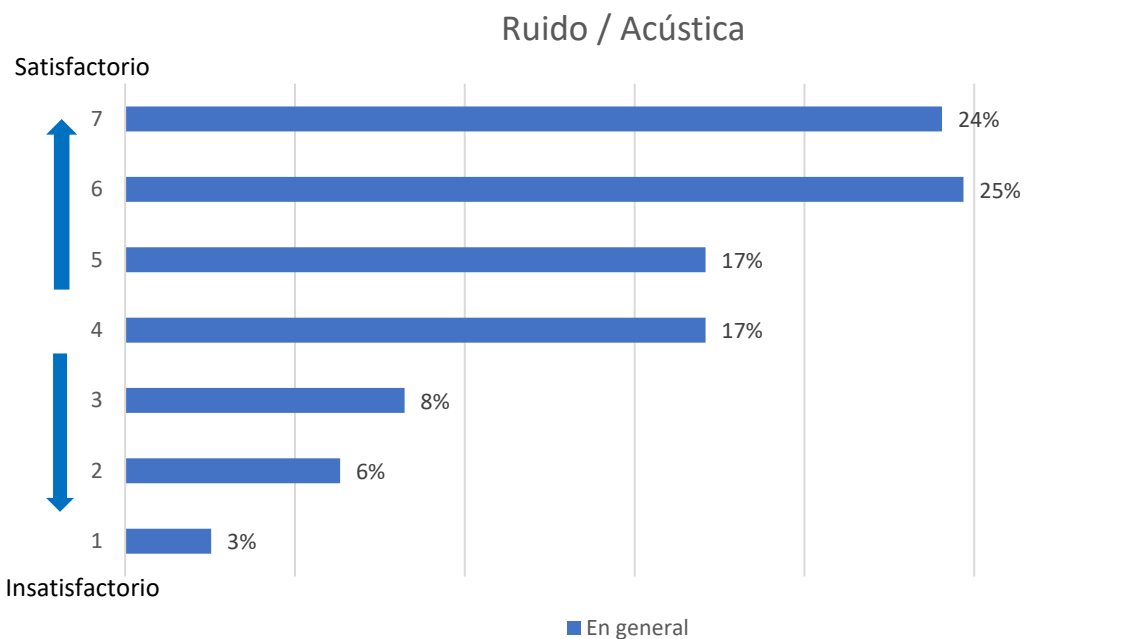


Figura 157 Niveles de ruido y confort acústico en general en Corporativo F

En este corporativo se percibe un alto nivel de confort en acústica, ya que solo el 17% lo siente insatisfactorio, con un 66% que lo percibe satisfactorio.

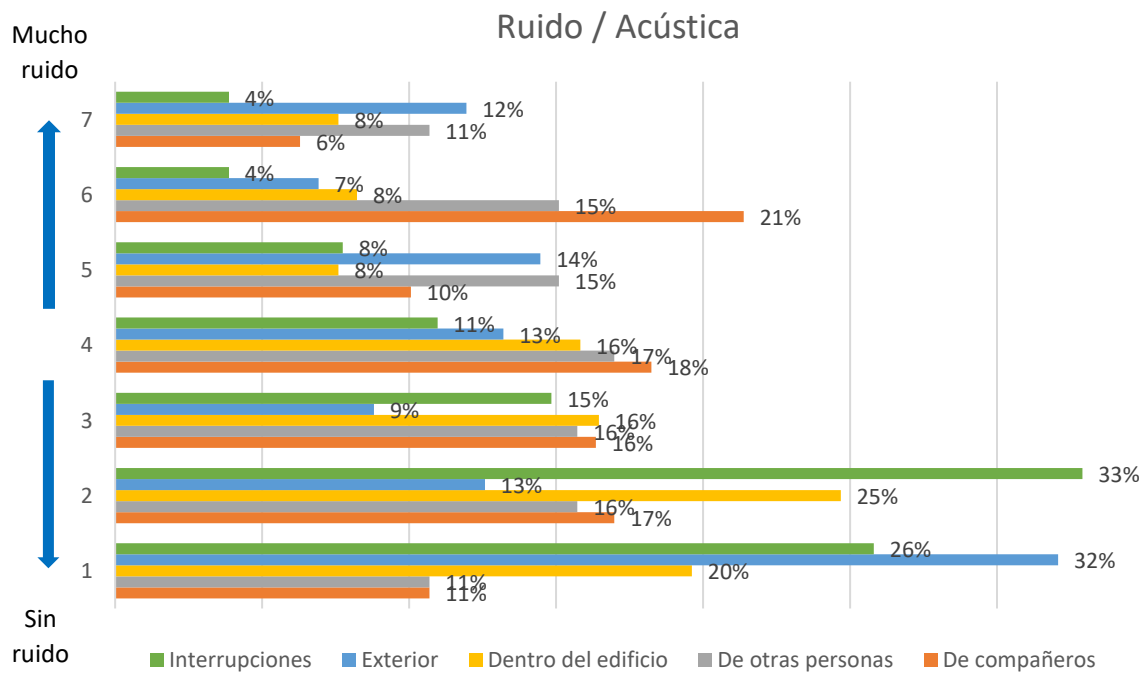


Figura 158 Percepción de ruidos a detalle en Corporativo F

Ya en detalle, el mayor ruido viene de los compañeros y del exterior, dejando solamente a un 16% que siente que se distrae o interrumpe por el ruido.

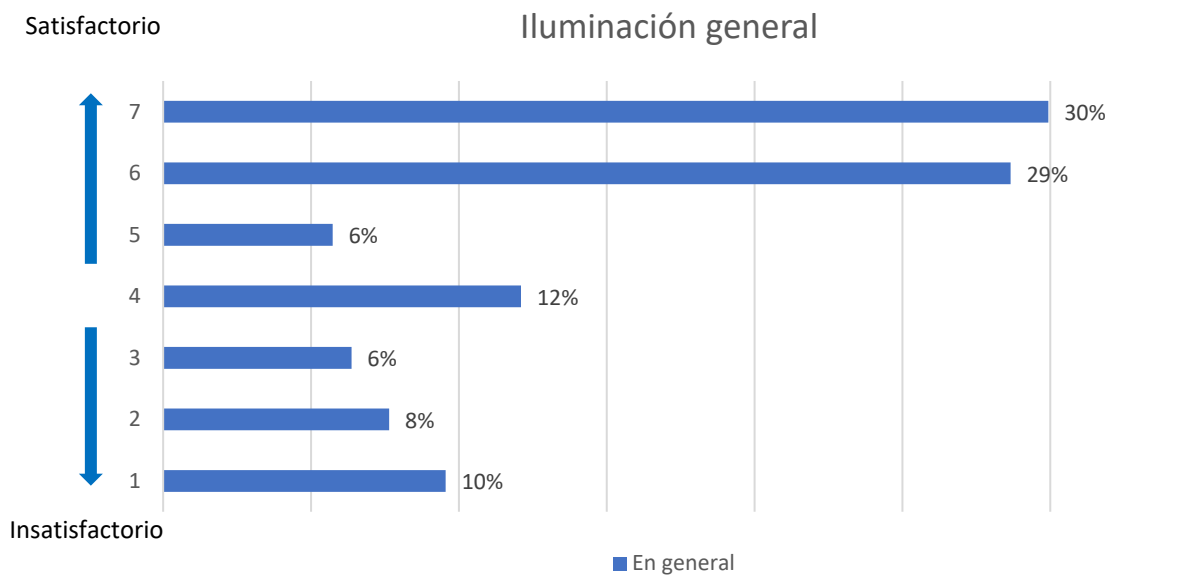


Figura 159 Niveles de iluminación en general en Corporativo F

En cuanto a la iluminación en general, los niveles de satisfacción son altos, aunque para un 24% les parece insatisfactorio y para el 65% es satisfactorio.

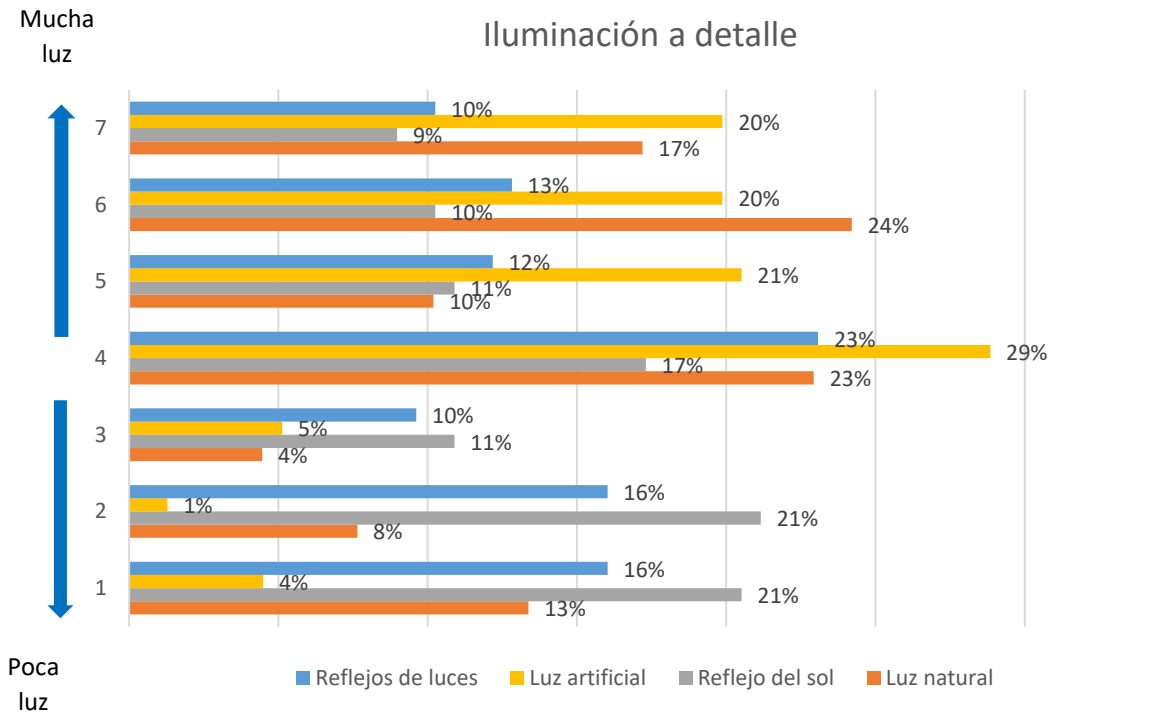


Figura 160 Percepción de niveles de luz a detalle en Corporativo F

A l analizar el detalle, hay un 42% que percibe que no tiene luz natural y para un 30% hay reflejos de sol que lo hace no tan confortable.

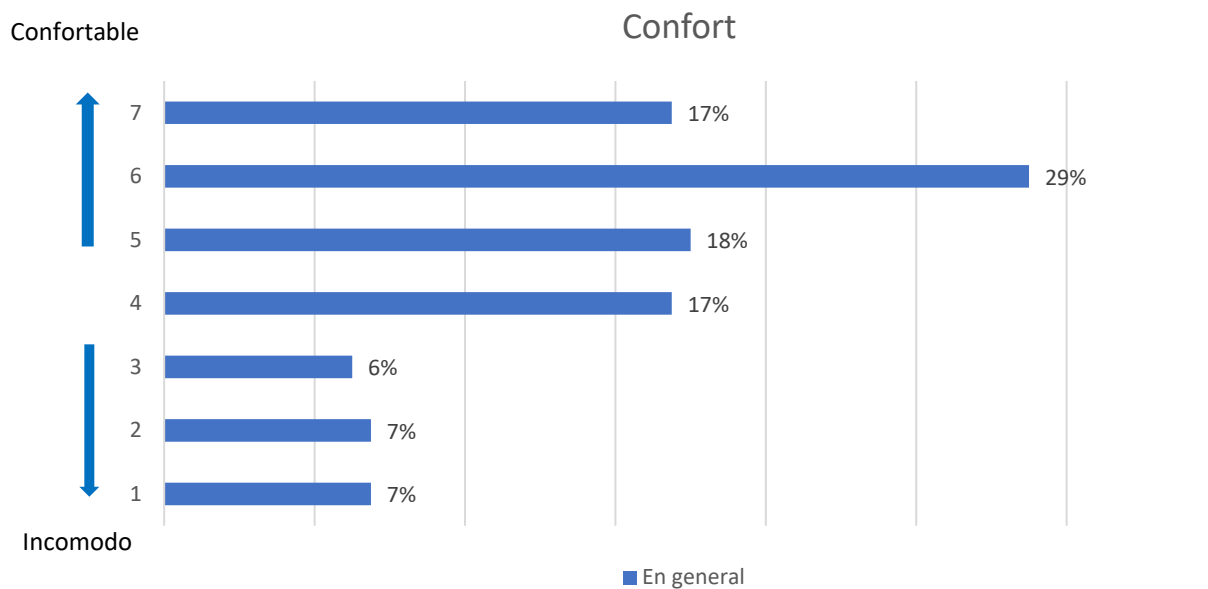


Figura 161 Percepción de confort en general en Corporativo F

La percepción en estas oficinas está dividida, ya que hay a un 20% que siente que es incómodo, pero hay un 63% que si percibe confort en general.

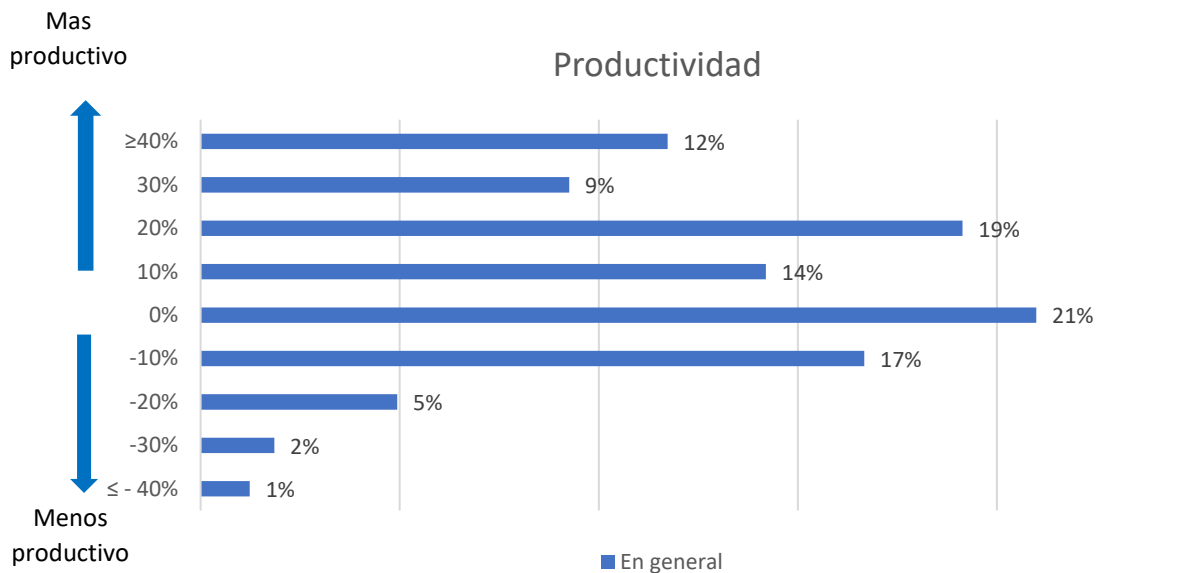


Figura 162 Percepción de niveles de productividad del personal en Corporativo F

En cuanto a la productividad, aunque hay un gran porcentaje que percibe un aumento en esta, también hay un 26% que percibe que es menos productivo en estas oficinas.

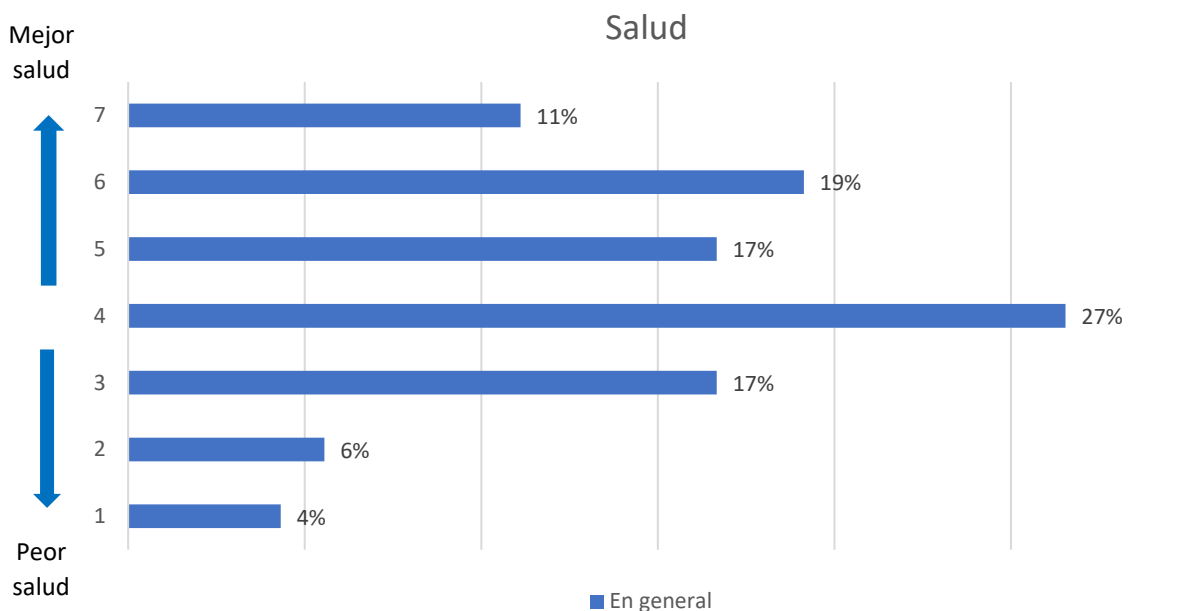


Figura 163 Percepción de afectaciones a la salud de los ocupantes de Corporativo F

En el tema de salud, también hay un alto porcentaje de personas que perciben que su salud no es buena por trabajar en esas oficinas, para el 27%, aunque el 47% si percibe una mejora en la salud.

4. Comparativas con la base de datos de BUS – *Benchmark*

Utilizando las herramientas de análisis de BUS Methodology, se realizó un análisis de los diferentes edificios, dando como resultado, a manera de resumen los siguientes resultados comparando con más de 60 edificios en todo el mundo.

De la aplicación de BUS Methodology obtiene resultados preliminares en forma de gráfica como la que se describe en la figura 164.

A continuación, se presenta la descripción de la estructura de cada figura, para facilitar su entendimiento:

'Deslizador' Detalles gráficos

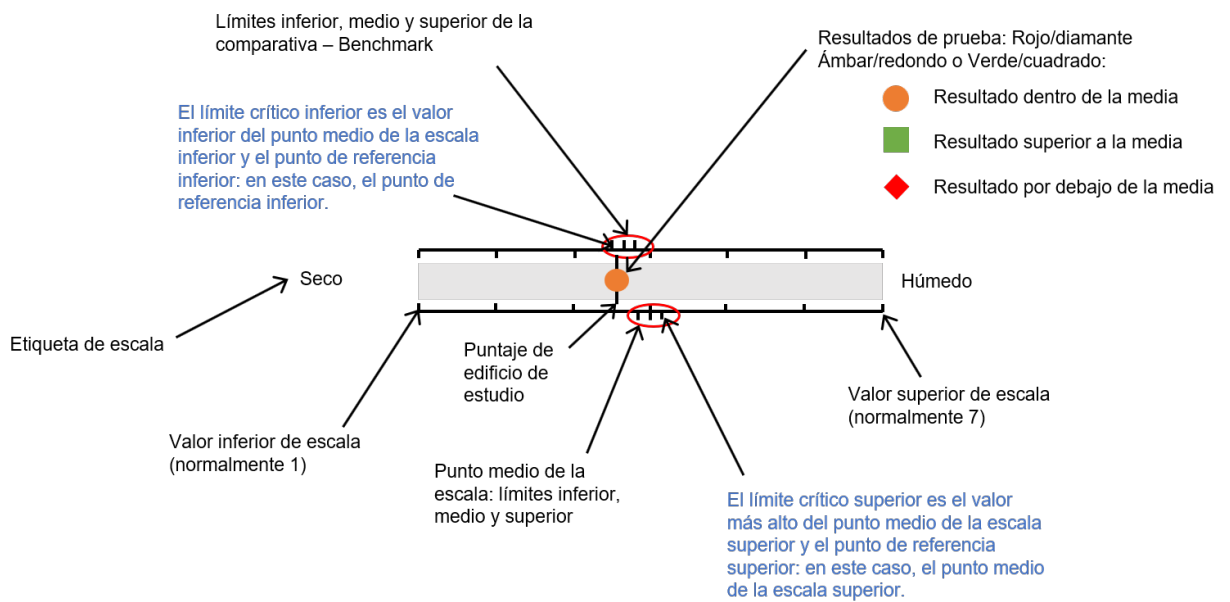


Figura 164: Interpretación de figuras. Fuente: elaboración propia basado en BUS

Es importante mencionar que, en los resultados de las pruebas, los indicadores diamante rojo indica que está bajo los límites en la comparativa, el círculo ámbar significa que está en la media y el cuadrado verde debe interpretarse como que la variable está sobre la media, de acuerdo con el benchmark, que en si es una comparación que se hace con la base de datos del total de edificios que se han encuestado, hasta el momento más de 65 a nivel internacional, es decir, fuera del Reino Unido, con la tipología de oficinas. Se comparan los resultados de cada edificio, con los resultados de la muestra completa para poder comparar cada edificio de oficinas con sus similares.

A manera de resumen, se presentan a continuación los resultados de percepción de confort, basado en los siguientes parámetros:

Confort térmico en verano

Iluminación en general

Confort térmico en invierno

Requerimientos para laborar

Confort general

Ruido en general

Diseño del espacio

Percepción de productividad

Percepción de espacio sano

Temperatura en verano

Imagen a visitantes

Temperatura en invierno

La descripción pormenorizada de las gráficas obtenidas de los resultados preliminares de BUS solo se realizará en el corporativo A. El resto de los corporativos tendrán comentarios sobre las figuras, sin embargo, solo se resaltarán lo más significativo de cada uno.

4.1. Corporativo A

A continuación, se presentan los resultados preliminares del Benchmark

Summary (Overall variables)

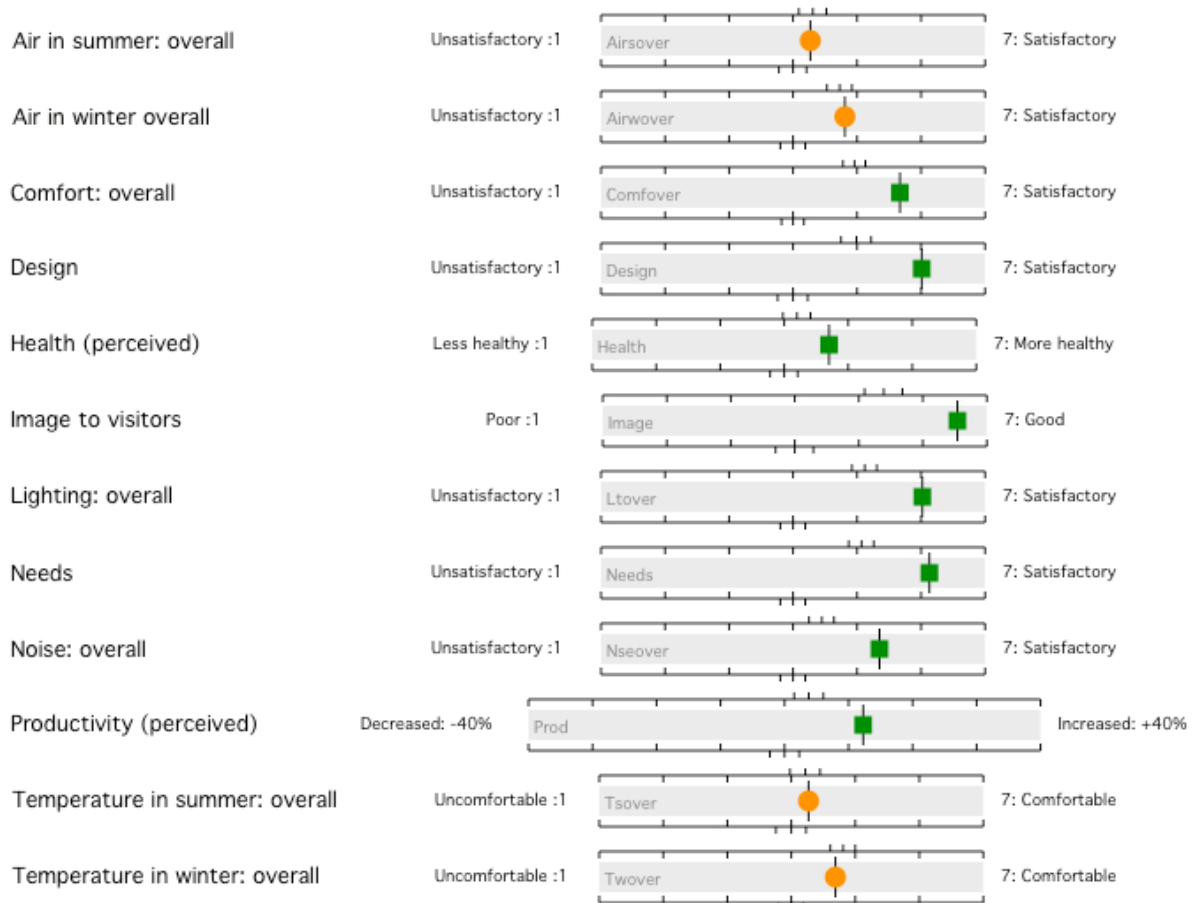


Figura 165: Resumen de resultados Corporativo A. Fuente: elaboración propia aplicando BUS

Podemos observar que este corporativo, en comparación con la base de datos, se encuentra en un alto porcentaje sobre la media, solo en la parte térmica y de aire dentro del promedio.

a) Temperaturas

Summary (Temperature variables)



Figura 166: Resultados en temperaturas para corporativo A. Fuente: BUS

De la figura 166 se identifica que hay una percepción de temperatura un poco fría en invierno, con ciertas variaciones en esa misma estación, pero cerca de la media.

b) Calidad del aire – corrientes de aire

Summary (Air Variables)

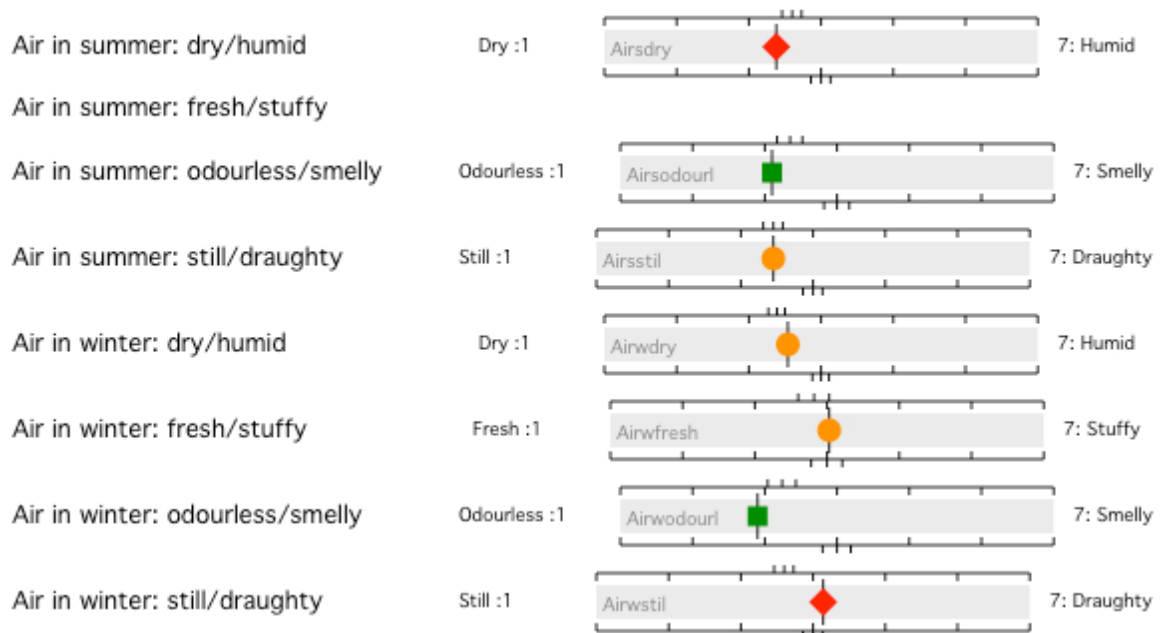


Figura 167: Resultados en calidad del aire para le corporativo A. Fuente: BUS

En este corporativo, las condiciones del aire en cuanto al olor se perciben por los encuestados de manera adecuada, al responder que tanto en verano como en invierno, no se perciben olores desagradables al interior de las oficinas.

c) Iluminación.

Summary (Lighting Variables)

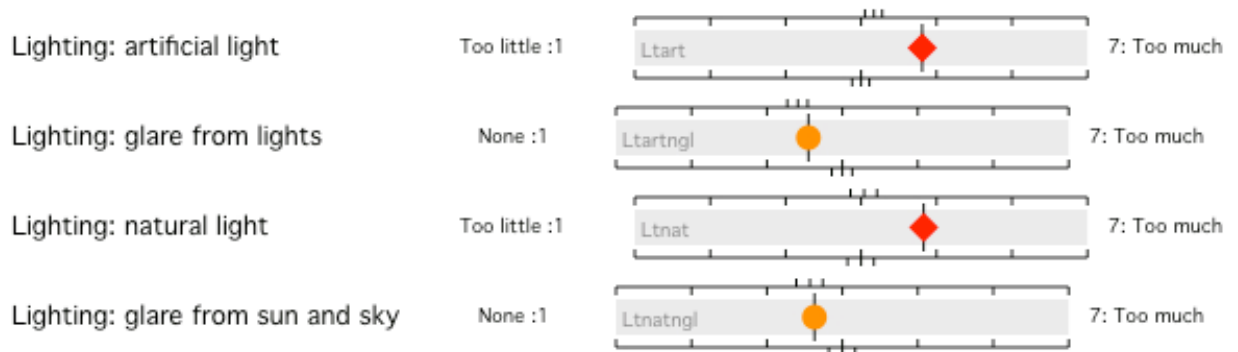


Figura 168: Resultados en niveles de iluminación para el corporativo A. Fuente: BUS

Perciben que la iluminación un poco alta en cuanto a luz artificial y natural ya que ambos parámetros están por arriba de la media, pero sin generar deslumbramientos.

d) Ruido – acústica

Summary (Noise Variables)

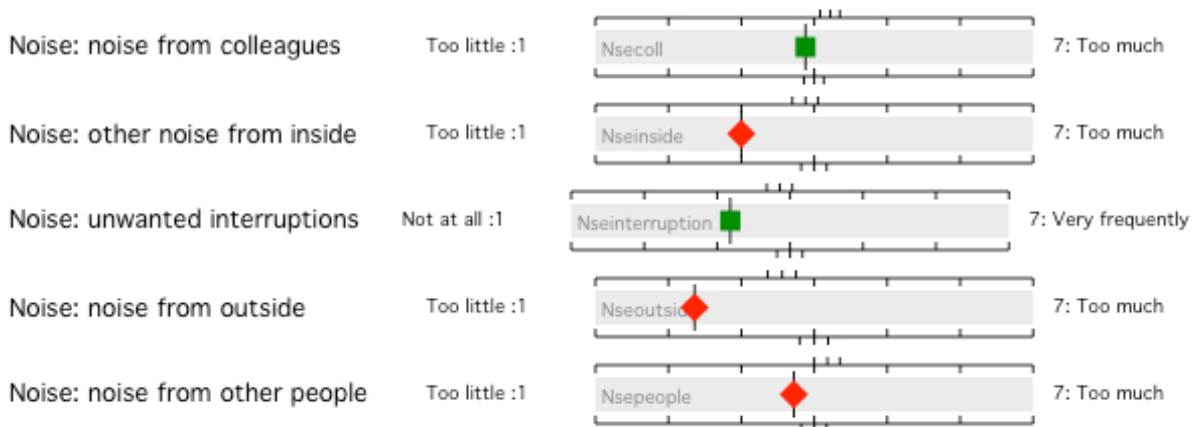


Figura 169: Resultados en niveles de ruido para el corporativo A. Fuente: BUS

Se tiene una percepción de que el ruido dentro de las áreas de trabajo es adecuado y permite el trabajo sin interrupciones, tomando en cuenta que estas oficinas tienen el sistema de ruido blanco y por eso las percepciones.

e) Control personalizado

Se refiere a la capacidad que puede tener el usuario sobre los parámetros de temperatura, iluminación, ruido o ventilación:

Summary (Control Variables)

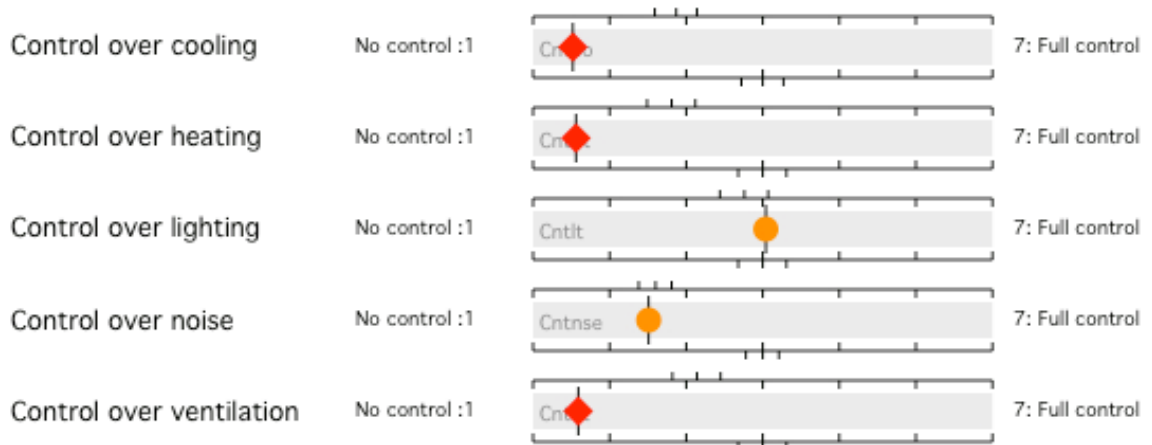


Figura 170: Resultados en control para el corporativo A. Fuente: BUS

Los usuarios en general no pueden modificar los parámetros de control mencionados, de manera individual en su lugar de trabajo, a excepción de la iluminación artificial, debido al alto costo inicial de dividir el acondicionamiento de aire para cada individuo, como sucede en los aviones, si no que se acondicionan los espacios.

f) Satisfacción del diseño de espacio y sus necesidades

Se refiere a si están conformes con el diseño de interiores y si tienen a la mano lo necesario para desarrollar su trabajo:

Summary (Design/needs Variables)



Figura 171: Resultados en diseño para el corporativo A. Fuente: BUS

Por lo que los ocupantes encuestados, tienen satisfechas sus necesidades y están conformes con el diseño del interior de las oficinas. Se considera que el confort está dado por todas las variables mencionadas.

g) Mantenimiento de los espacios

Summary (FM Variables)

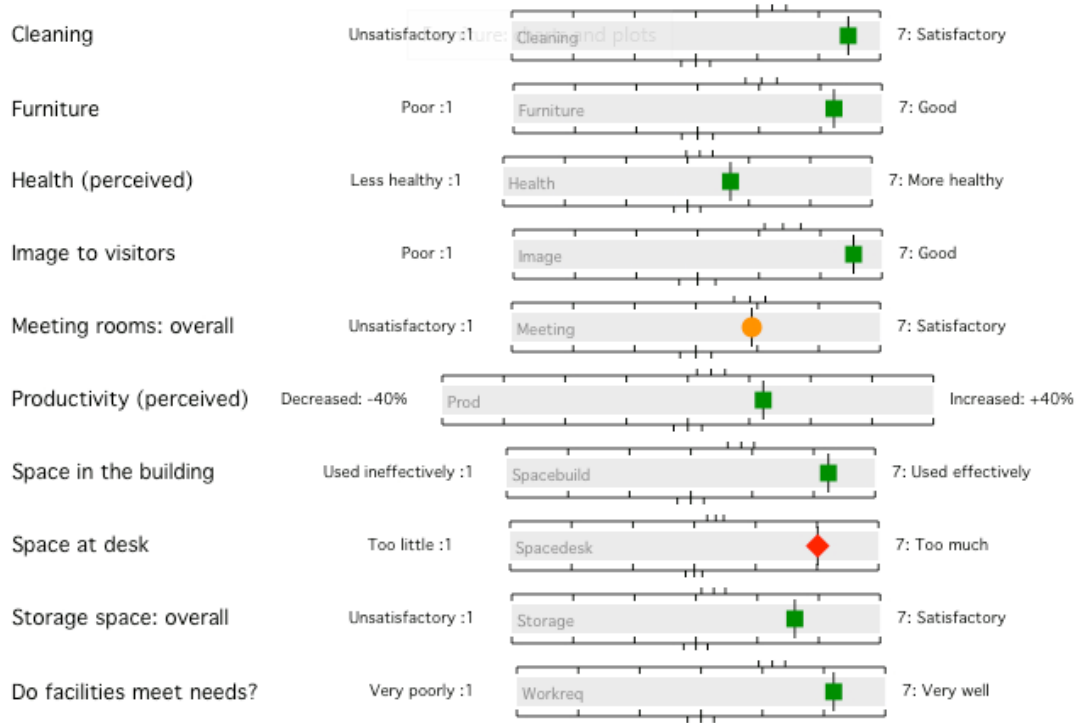


Figura 172: Resultados en mantenimiento para el corporativo A. Fuente: BUS

Se muestra que en general, las condiciones de mantenimiento y limpieza en las oficinas es bastante adecuado, que se sienten cómodos, sin que haya factores que modifiquen su salud al interior, que el ambiente los impulsa a mejorar su productividad y que están en general satisfechos.

4.2. Corporativo B

Summary (Overall variables)

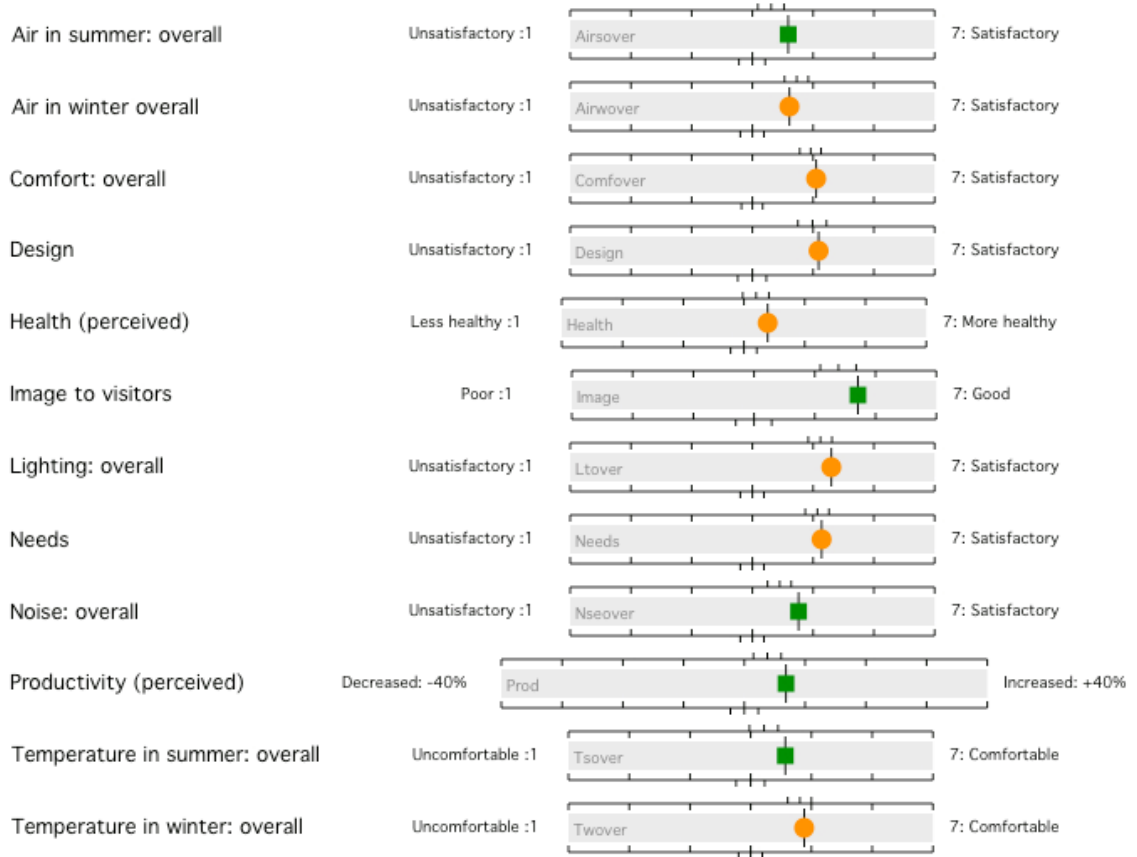


Figura 173: Resumen de resultados del corporativo B. Fuente: BUS.

En general este corporativo está en la media comparado a otros edificios, en buena percepción de sus ocupantes.

a) Temperaturas

Summary (Temperature variables)



Figura 174: Resultados en temperaturas para el corporativo B. Fuente: BUS

Como en el caso de A, para la época de verano, la percepción de temperatura es adecuada, es decir, corresponde a los parámetros de confort en esta época, pero en invierno se tiene la percepción de una baja temperatura que varía mucho en el día.

b) Calidad del aire – corrientes de aire

Summary (Air Variables)



Figura 175: Resultados en la calidad del aire para el corporativo B. Fuente: BUS

La sensación en el edificio es que el aire es un poco seco, pero dentro de la media de la comparativa en cuanto a la calidad del aire.

c) Iluminación.

Summary (Lighting Variables)



Figura 176: Resultados en niveles de iluminación para el corporativo B. Fuente: BUS

Se percibe que el nivel de iluminación es adecuado, un poco alto en cuanto a luz artificial, pero sin llegar a deslumbramientos, ya sea luz natural o de la luz artificial.

d) Ruido – acústica

Summary (Noise Variables)

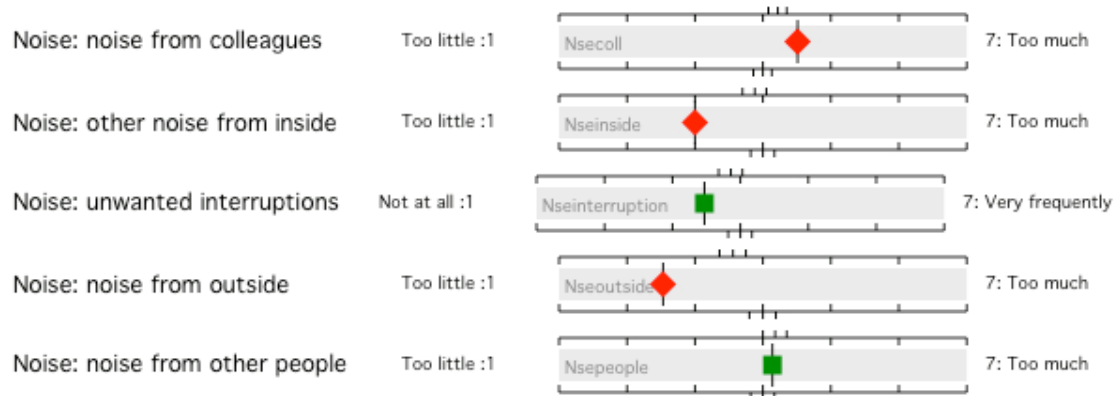


Figura 177: Resultados en niveles de ruido para el corporativo B. Fuente: BUS

En la oficina de Corporativo B si se percibe que hay ruidos, principalmente de los compañeros de oficina, posiblemente por que el nivel de ruido exterior es casi imperceptible, pero no generan distractores.

e) Control personalizado

Summary (Control Variables)



Figura 178: Resultados en control para el corporativo B. Fuente: BUS

En esta oficina tampoco se le diseñó que los usuarios pudieran controlar ninguno de los factores sobre el acondicionamiento de los espacios, por lo que se encuentra por debajo de la media.

f) Satisfacción del diseño de espacio y sus necesidades

Summary (Design/needs Variables)

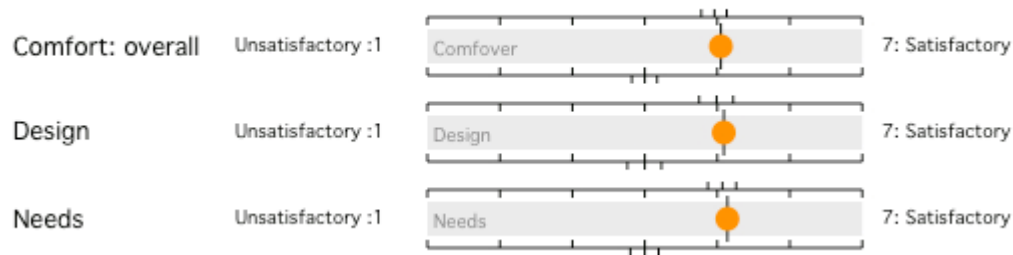


Figura 179: Resultados en diseño para el corporativo B. Fuente: BUS

En cuanto al diseño de los espacios, para satisfacer las necesidades de trabajo, se perciben que son satisfactorios, dentro de la media de la comparativa.

g) Mantenimiento de los espacios

Summary (FM Variables)

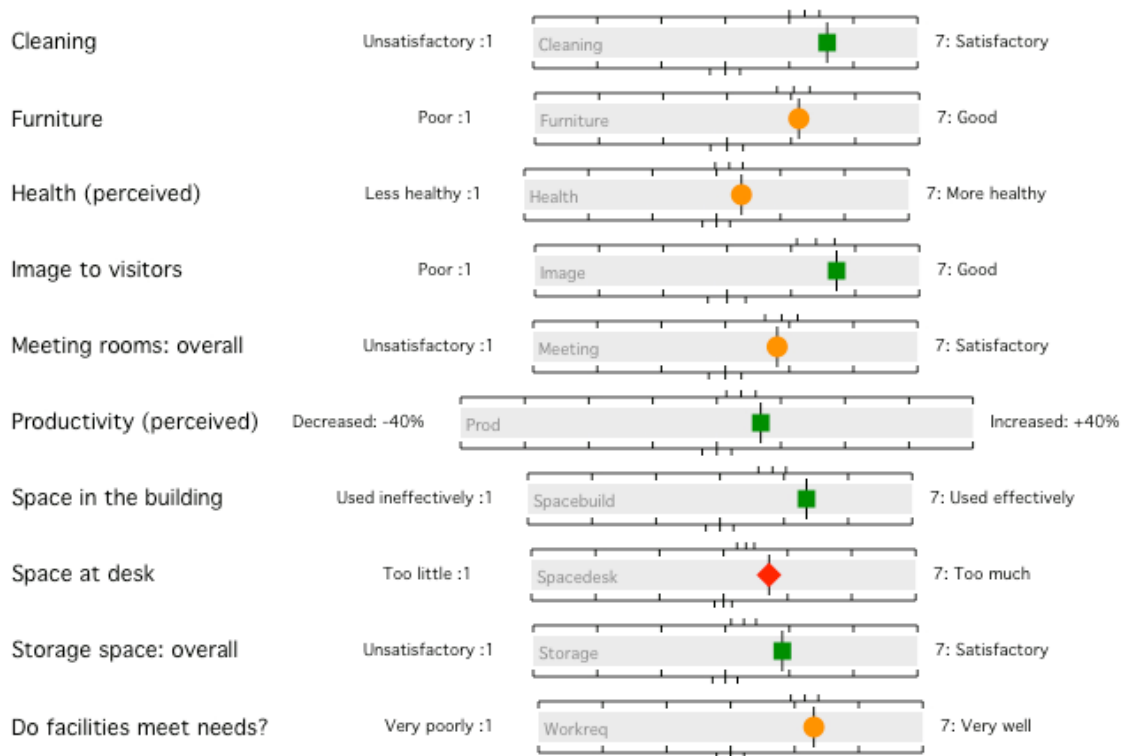


Figura 180: Resultados en mantenimiento para el corporativo B. Fuente: BUS

Los colaboradores perciben que tienen espacios con buen mantenimiento y limpieza, con buena imagen para los visitantes y que satisface sus necesidades, aunque esto no influye mucho en su productividad, siendo este tema neutral.

4.3. Corporativo C

Summary (Overall variables)

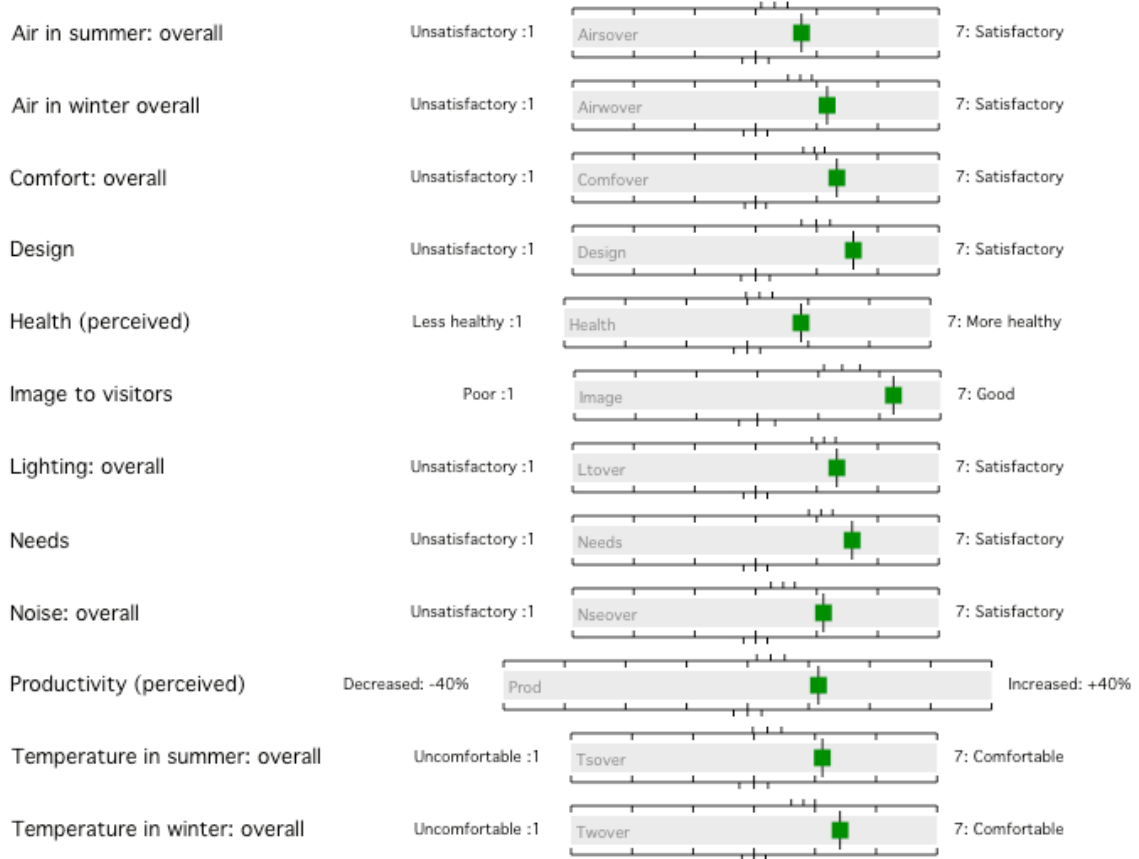


Figura 181: Resumen de resultados del corporativo C. Fuente: BUS

En particular, el corporativo de Corporativo C tiene un nivel de aprobación muy interesante, ya que los colaboradores perciben que tienen unas oficinas con buena calidad del ambiente interior en general, estando en todos los aspectos, por arriba de la media de la base de datos de comparación de BUS.

a) Temperaturas

Summary (Temperature variables)



Figura 182: Resultados en temperaturas para el corporativo C. Fuente: BUS

En el tema específico de las temperaturas interiores, la percepción es adecuada y dentro de la media a nivel comparativa.

b) Calidad del aire – corrientes de aire

Summary (Air Variables)



Figura 183: Resultados en la calidad del aire para el corporativo C. Fuente: BUS

La calidad del aire también es percibida de manera adecuada, aunque un poco seco el aire en verano.

c) Iluminación.

Summary (Lighting Variables)



Figura 184: Resultados en niveles de iluminación para el corporativo C. Fuente: BUS

En el apartado de iluminación, ciertamente es un corporativo que cuenta con mucha luz natural, sobre todo por tragaluces, por lo que, si hay la percepción de mucha luz natural, sin llegar a ser tan incómoda.

d) Ruido – acústica

Summary (Noise Variables)

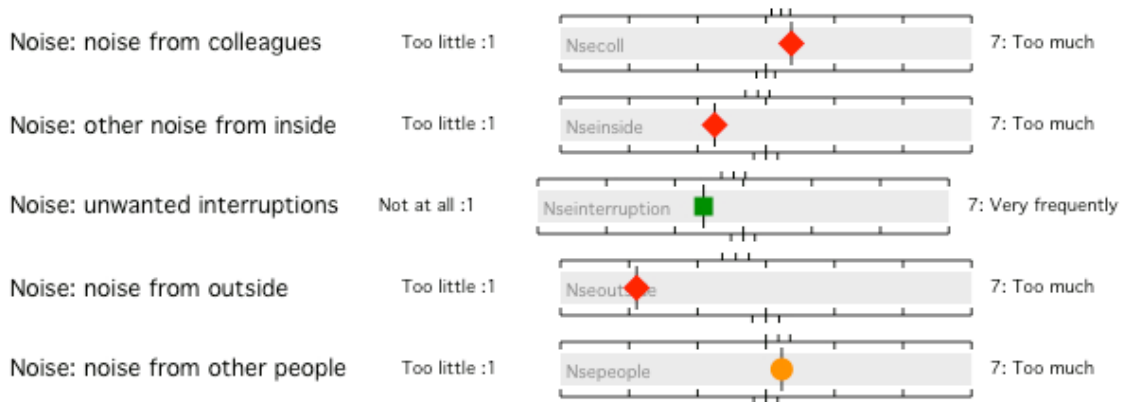


Figura 185: Resultados en niveles de ruido para el corporativo C. Fuente: BUS

En el tema de la acústica, se percibe un nivel un poco alto de ruido de los compañeros y de visitantes, sin llegar a ser una causa de interrupciones.

e) Control personalizado

Summary (Control Variables)

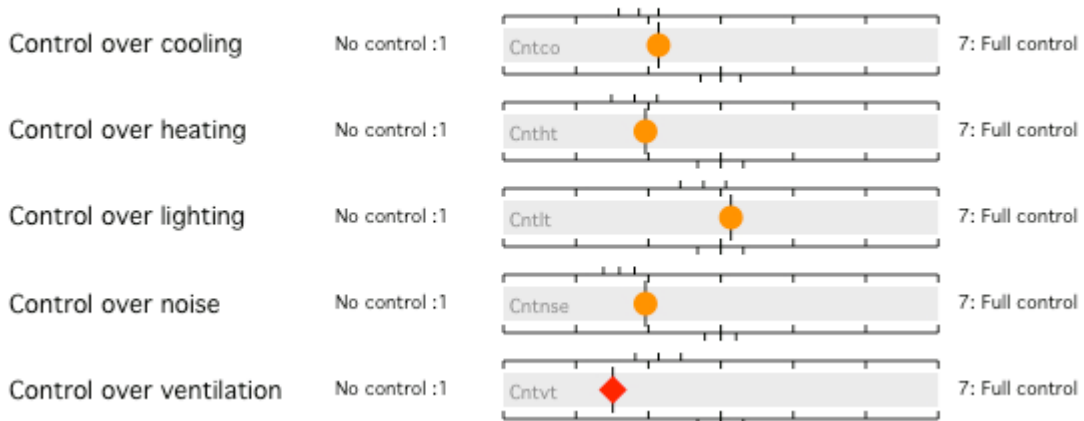


Figura 186: Resultados en control para el corporativo C. Fuente: BUS

Una vez más, las oficinas no están diseñadas para proveer de control de parámetros de calidad del ambiente por los individuos, aunque para el tema de iluminación, hay más oportunidad de ajuste.

f) Satisfacción del diseño de espacio y sus necesidades

Summary (Design/needs Variables)

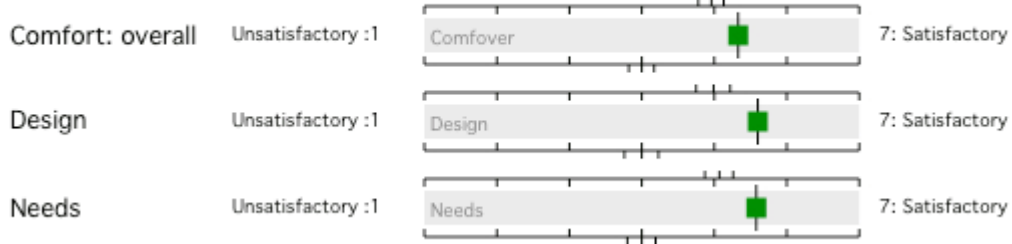


Figura 187: Resultados en diseño para el corporativo C. Fuente: BUS

Los ocupantes de las oficinas de Corporativo C consideran que el diseño de los espacios fue bien realizado, que es confortable y se cumplen de muy buena manera sus necesidades.

g) Mantenimiento de los espacios

Summary (FM Variables)

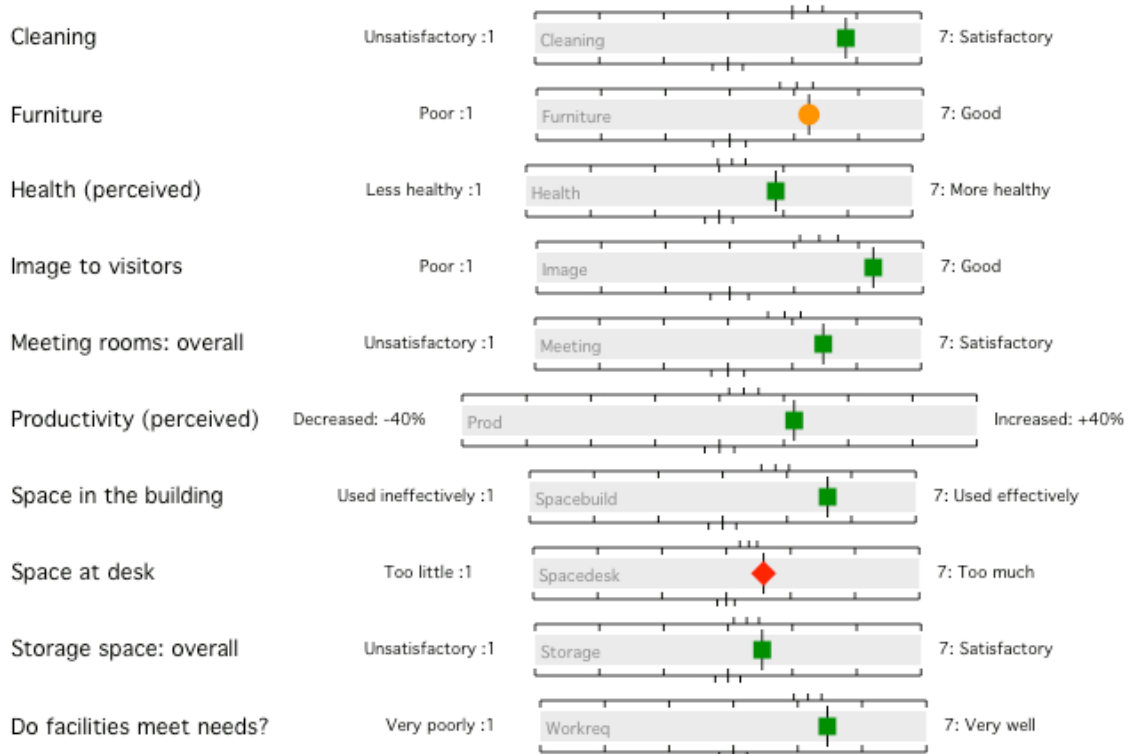


Figura 188: Resultados en mantenimiento para el corporativo C. Fuente: BUS

En cuanto a los espacios y limpieza, se percibe un buen mantenimiento y si perciben que el espacio ayuda a aumentar su productividad.

4.4. Corporativo D

Summary (Overall variables)

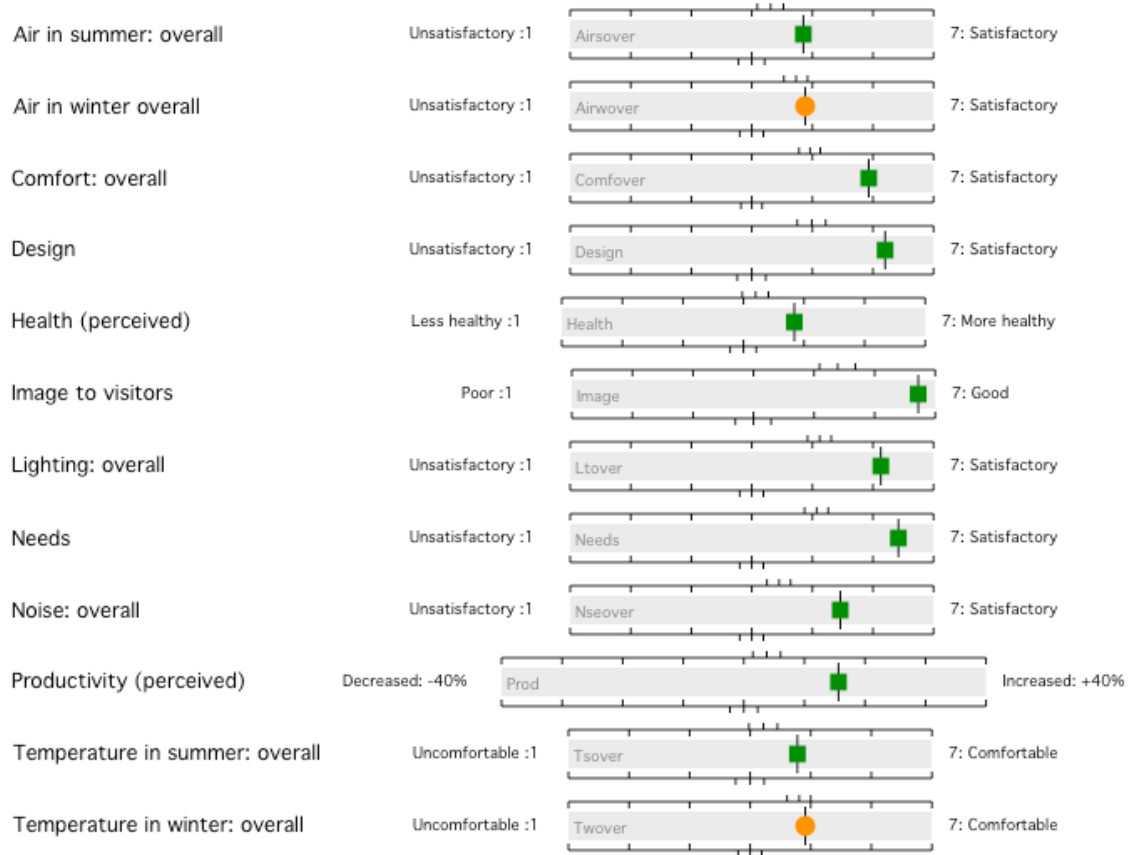


Figura 189: Resumen de resultados del corporativo D. Fuente: BUS

El corporativo D también tiene una buena percepción por parte de las personas que laboran en sus oficinas, con una mayor satisfacción y por ende, sensación de mayor productividad.

a) Temperaturas

Summary (Temperature variables)



Figura 190: Resultados en temperaturas para el corporativo D. Fuente: BUS

A pesar de que se tiene una percepción satisfactoria en general, en el tema de las temperaturas se percibe que son un poco bajas, es decir, hay la sensación de frío, tanto en invierno como en verano.

b) Calidad del aire – corrientes de aire

Summary (Air Variables)



Figura 191: Resultados en la calidad del aire para el corporativo D. Fuente: BUS

Sobre la calidad del aire se tiene una percepción un poco diferente, más hacia la parte media, es decir, que si hay quien percibe un poco cargado el aire, sin olores, pero con corrientes de aire, que son las que dan una percepción de frío.

c) Iluminación.

Summary (Lighting Variables)

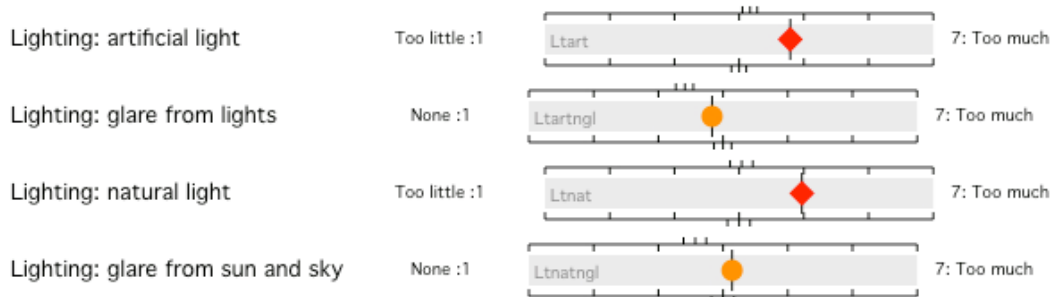


Figura 192: Resultados en niveles de iluminación para el corporativo D. Fuente: BUS

En iluminación, se tienen buenos niveles, un poco altos, pero sin llegar a deslumbramientos.

d) Ruido – acústica

Summary (Noise Variables)

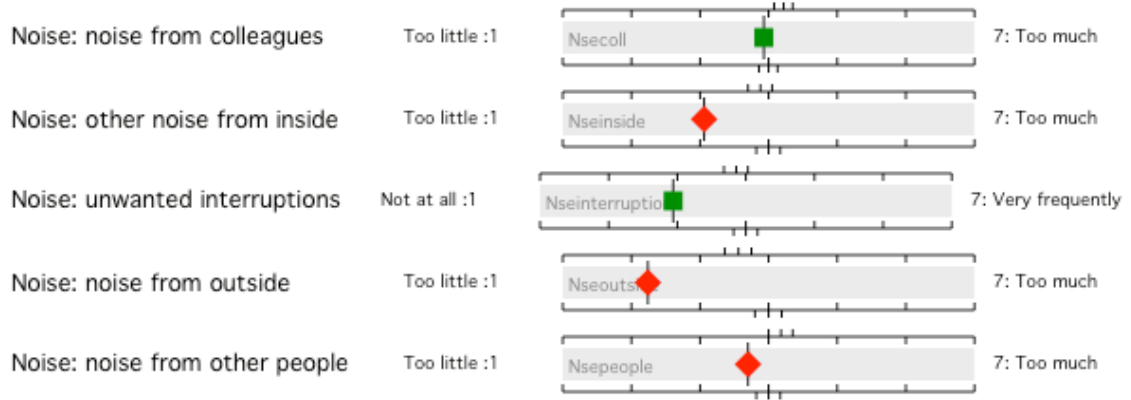


Figura 193: Resultados en niveles de ruido para el corporativo D. Fuente: BUS

Con respecto a el ruido, hay la percepción de ruido, sobre todo de los colegas, y otros ruidos interiores, generando algo de distracciones.

e) Control personalizado

Summary (Control Variables)

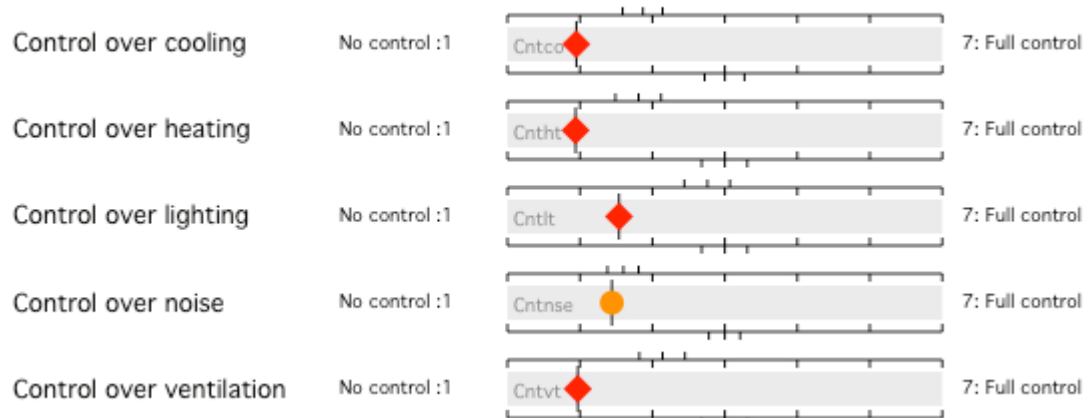


Figura 194: Resultados en control para el corporativo D. Fuente: BUS

De nuevo, el diseño fue realizado para un control centralizado y si se siente que no hay forma de controlar de manera individual los parámetros interiores.

f) Satisfacción del diseño de espacio y sus necesidades

Summary (Design/needs Variables)

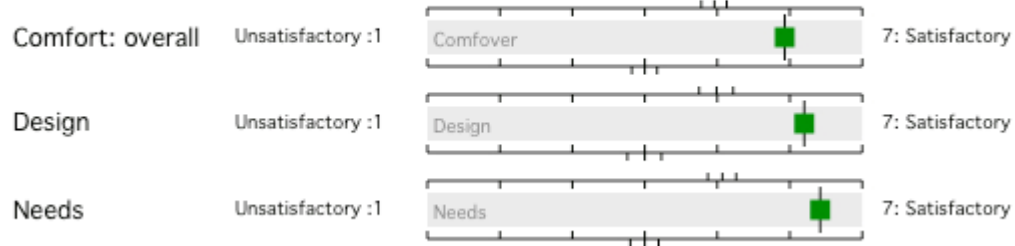


Figura 195: Resultados en diseño para el corporativo D. Fuente: BUS

Como se vio en el resumen, la percepción de confort, diseño y que se cubren sus necesidades, es muy alto.

g) Mantenimiento de los espacios

Summary (FM Variables)

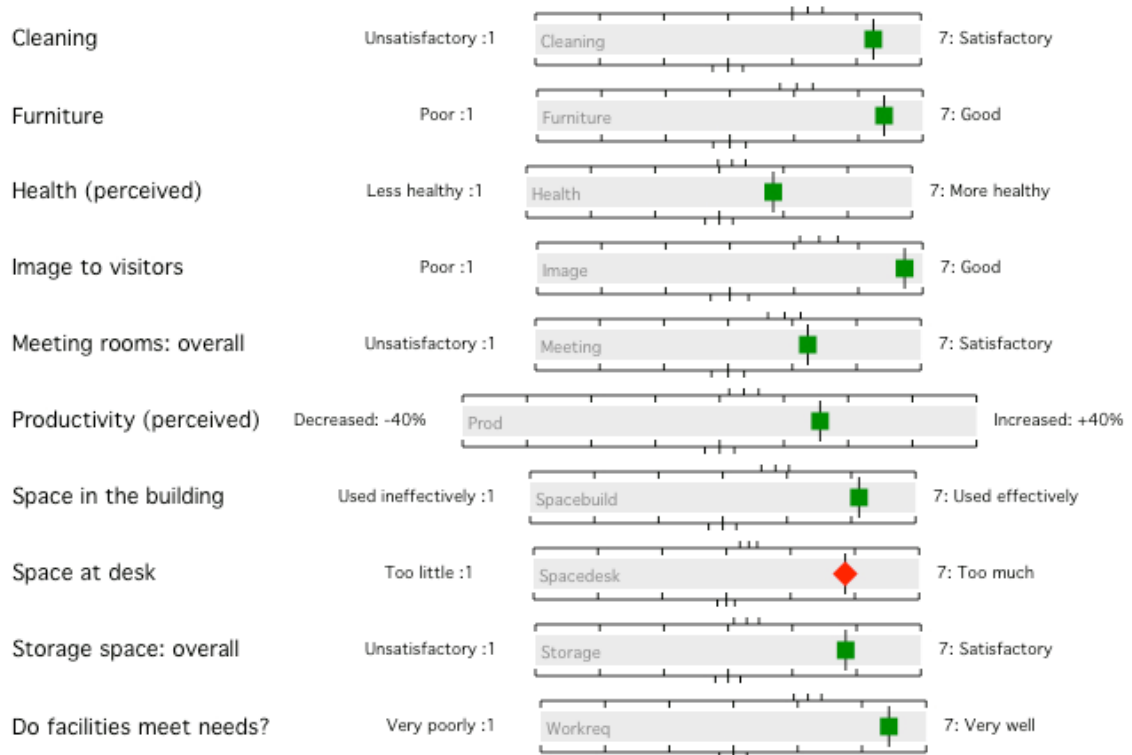


Figura 196: Resultados en mantenimiento para el corporativo D. Fuente: BUS

Como se esperaba, el nivel de limpieza, espacios y el espacio en general, se percibe que favorece a no enfermarse y a un aumento interesante en la productividad.

4.5. Corporativo E

Summary (Overall variables)

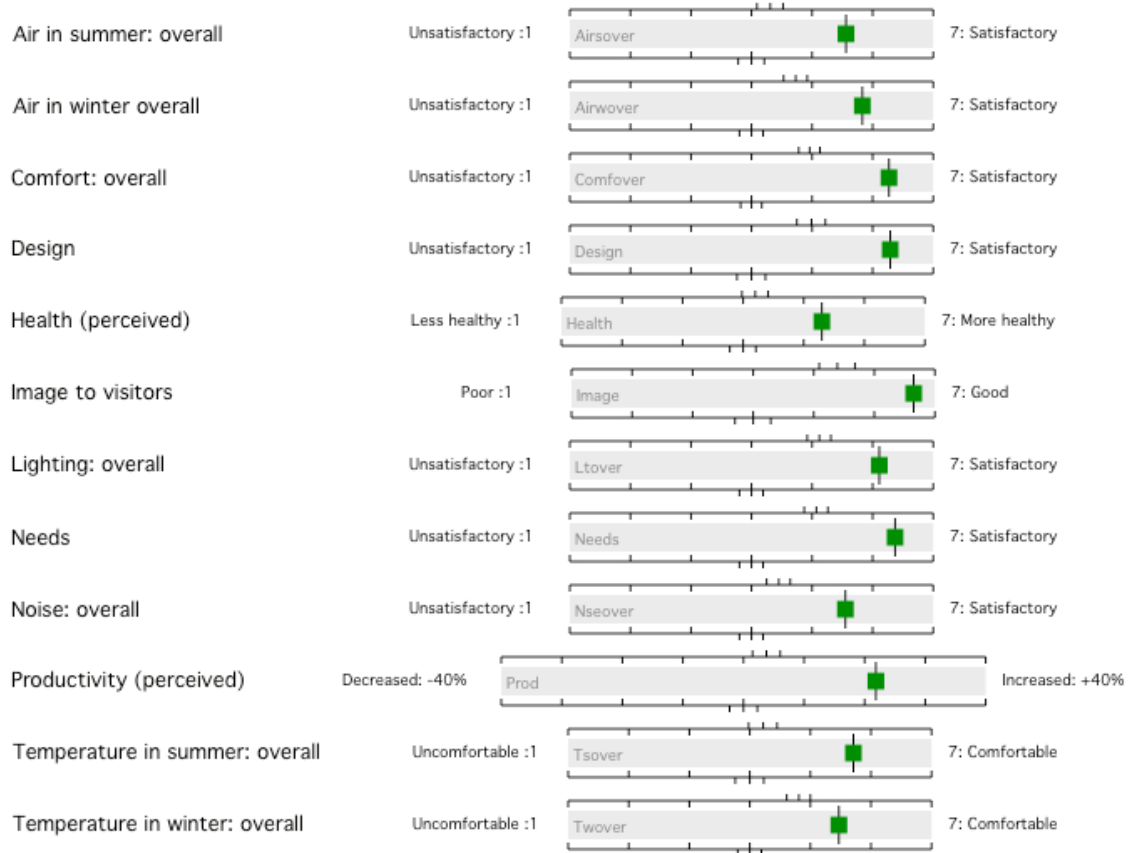


Figura 197: Resumen de resultados del corporativo E. Fuente: BUS

Las oficinas del Corporativo E son las que presentaron una mejor percepción por parte de sus colaboradores, con alto nivel de sensación de espacios sanos y generador de productividad.

a) Temperaturas

Summary (Temperature variables)



Figura 198: Resultados en temperaturas para el corporativo E. Fuente: BUS

A pesar de que se tiene la percepción más satisfactoria en general, en el tema de las temperaturas se percibe que son también un poco bajas, es decir, hay la sensación de frío, tanto en invierno como en verano.

b) Calidad del aire – corrientes de aire

Summary (Air Variables)



Figura 199: Resultados en la calidad del aire para el corporativo E. Fuente: BUS

La calidad del aire en definitiva es muy adecuada, un poco seca, pero con aire fresco y sin olores ni corrientes de aire.

c) Iluminación.

Summary (Lighting Variables)



Figura 200: Resultados en niveles de iluminación para el corporativo E. Fuente: BUS

En iluminación, se tienen muy buenos niveles, un poco altos, pero pon casi nada de deslumbramientos.

d) Ruido – acústica

Summary (Noise Variables)

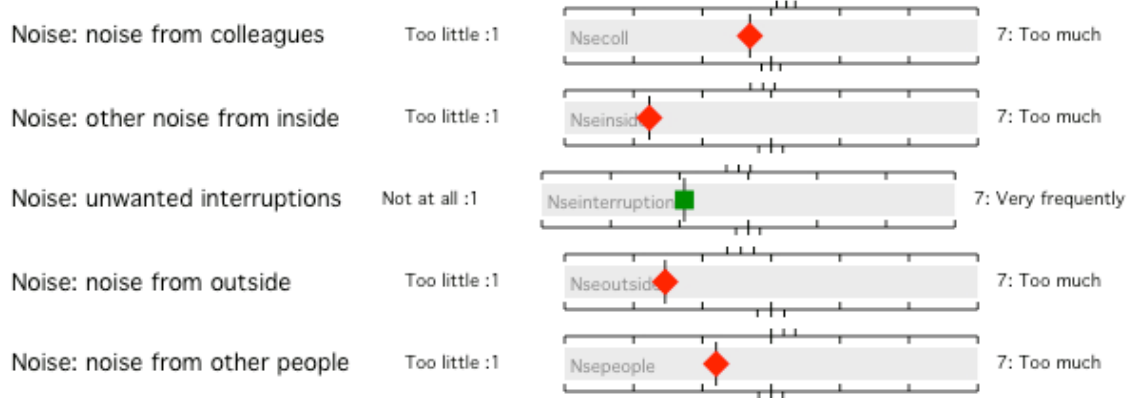


Figura 201: Resultados en niveles de ruido para el corporativo E. Fuente: BUS

Al ser espacios abiertos en su mayoría, si perciben que hay ruido por parte de sus colaboradores, pero sin generar nada de interrupciones en su concentración.

e) Control personalizado

Summary (Control Variables)

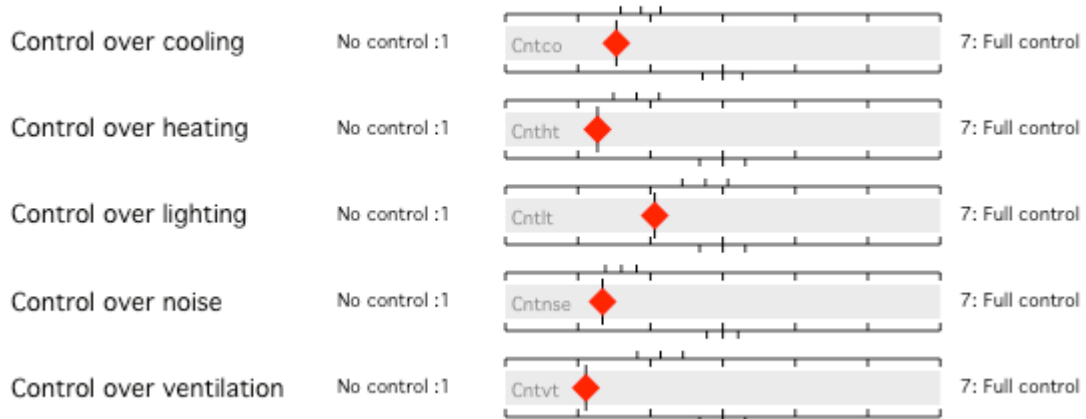


Figura 202: Resultados en control para el corporativo E. Fuente: BUS

Como en todos los casos anteriores, el nivel de personalización de los parámetros a través de los controles tampoco está presente en estas oficinas.

f) Satisfacción del diseño de espacio y sus necesidades

Summary (Design/needs Variables)

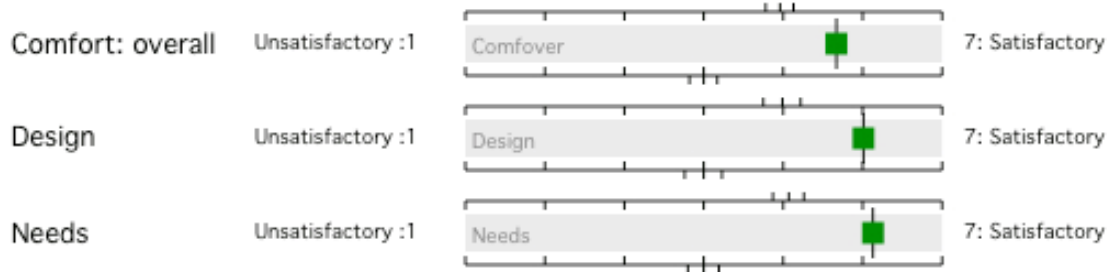


Figura 203: Resultados en diseño para el corporativo E. Fuente: BUS

Como se vio en el resumen, la percepción de confort, diseño y que se cubren sus necesidades, también es muy alto.

g) Mantenimiento de los espacios

Summary (FM Variables)

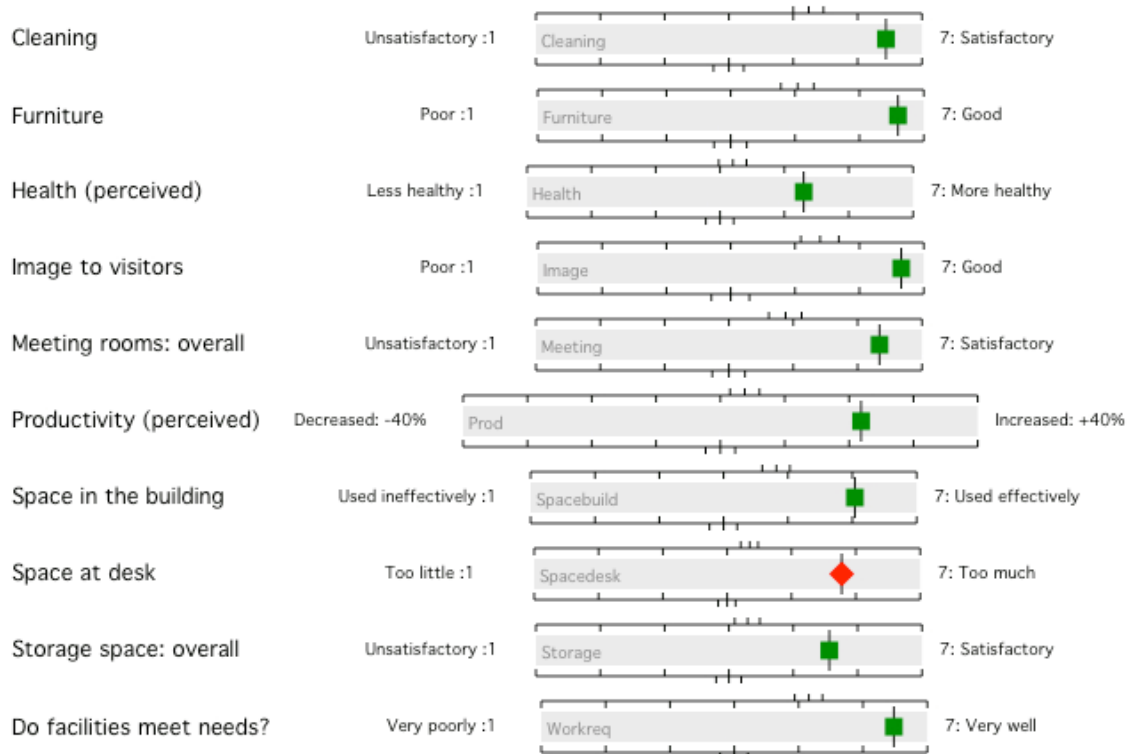


Figura 204: Resultados en mantenimiento para el corporativo E. Fuente: BUS

Para los ocupantes de este corporativo, se logra tener un gran nivel de limpieza, así como lo agradable del espacio en cuanto a mobiliarios, lo que hace que perciban que se mejora su productividad por trabajar en un espacio adecuado y limpio.

4.6. Corporativo F

Una vez que se realizaron las encuestas al corporativo F, la plataforma de BUS Methodology / ARUP se había mejorado y cambiado, por lo que las figuras para este corporativo, en cuanto a la comparativa internacional son diferentes, con colores en el eje, la forma de agrupar las variables, pero la representación continúa teniendo el mismo significado:

Summary Variables

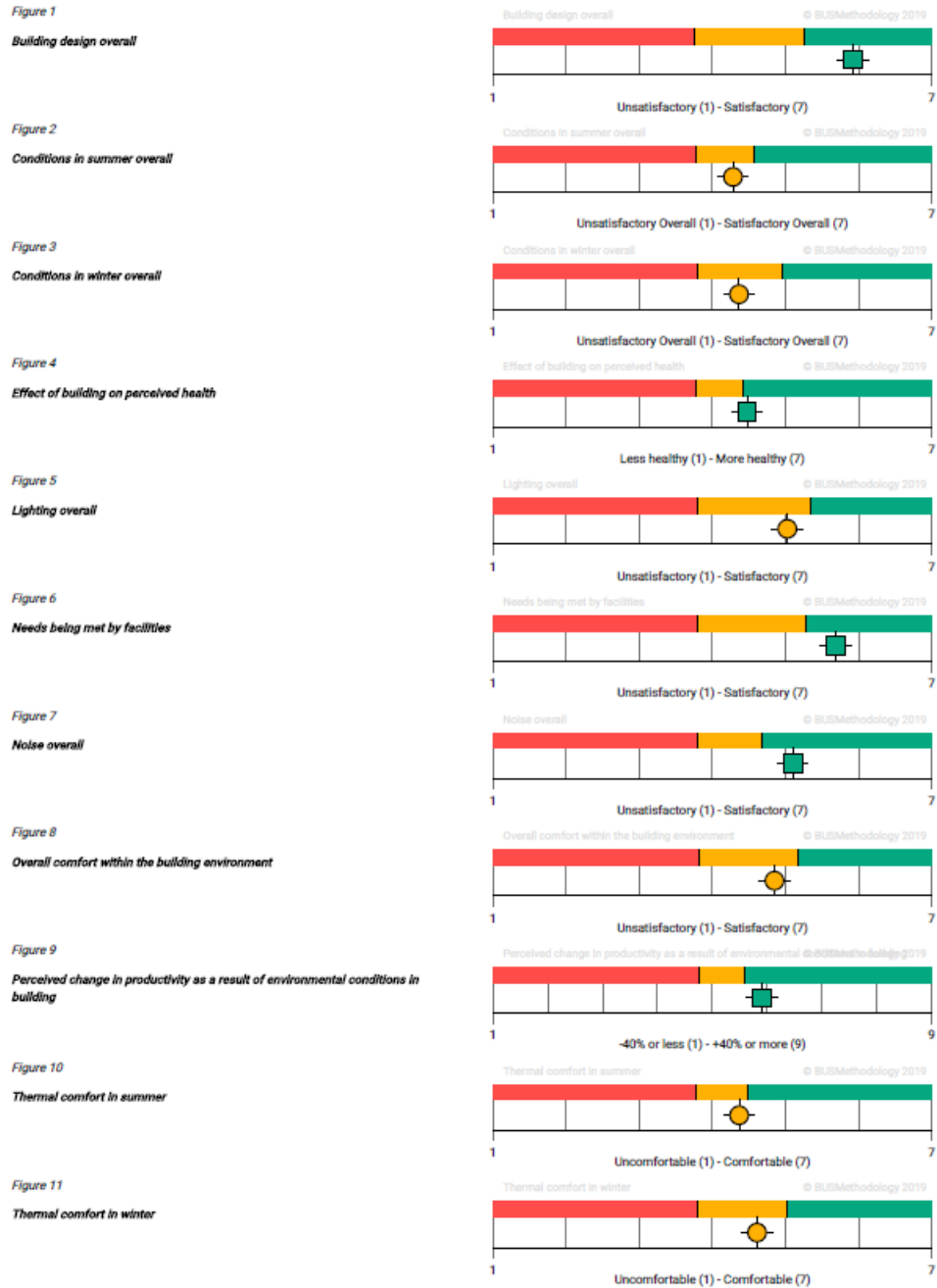


Figura 205: Resumen 1 de resultados del corporativo F. Fuente: BUS

Building Overall

Figure 1
Adequacy of space at work area

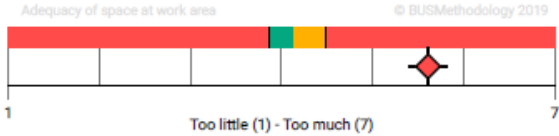


Figure 2
Availability of meeting rooms

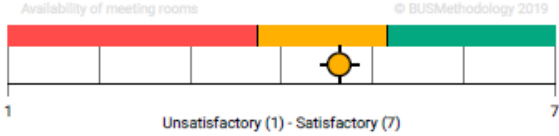


Figure 3
Cleaning



Figure 4
Effectiveness of space use

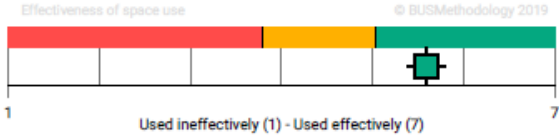


Figure 5
How well facilities meet needs

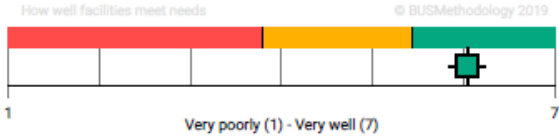


Figure 6
Image to visitors

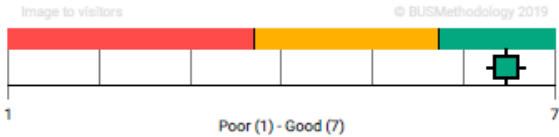


Figure 7
Personal safety

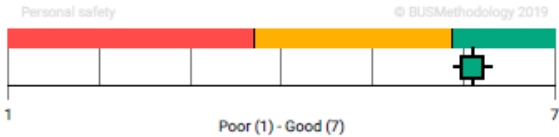


Figure 8
Storage arrangements



Figure 9
Usability of furniture

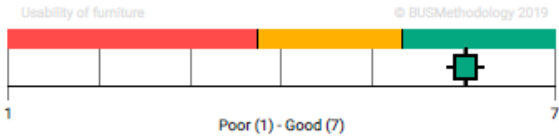


Figura 206: Resumen 2 de resultados del corporativo F. Fuente: BUS

Como se menciona al inicio de la sección 5, el color rojo indica fuera de los límites del proyecto y del Benchmark, el ámbar, en la media y el verde mejor o satisfactorio.

Conditions in Summer

Figure 1

Air movement in summer

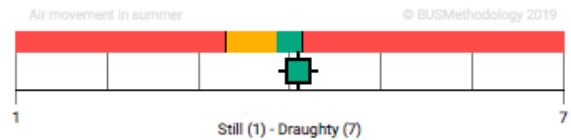


Figure 2

Air quality in summer

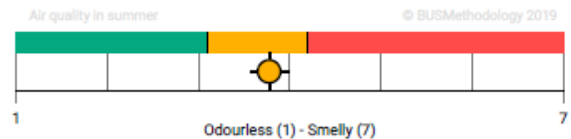


Figure 3

Humidity in summer

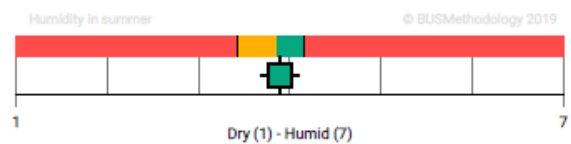


Figure 4

Temperature in summer

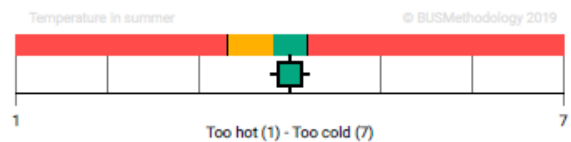


Figure 5

Temperature variation in summer



Figure 6

Ventilation in summer

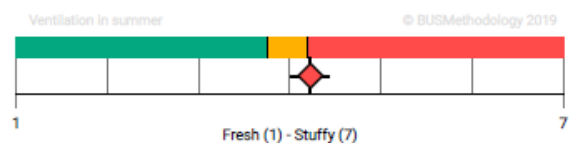


Figura 207: Resumen 3 de resultados del corporativo F. Fuente: BUS

Aquí se presenta la percepción de los usuarios en las condiciones de verano, donde inicia con la sensación de corrientes de aire, que está en la zona de confort, es decir, sin la percepción de corrientes molestas de aire, un poco por debajo de la media en términos de la Calidad del Aire, con cierta percepción de olores, muy buen nivel de humedad relativa, cosa que es normal para la Ciudad de México, un nivel de temperatura en la media, aunque sí con una variación alta y cierto nivel de pesadez en cuanto a la ventilación del espacio.

Conditions in Winter

Figure 1

Air movement in winter

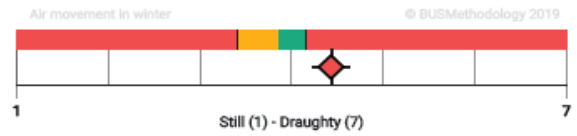


Figure 2

Air quality in winter

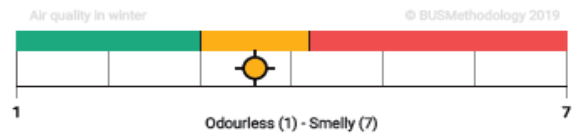


Figure 3

Humidity in winter

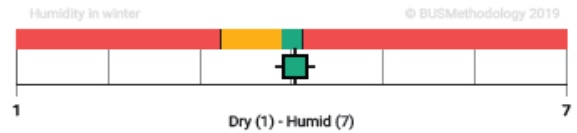


Figure 4

Temperature in winter

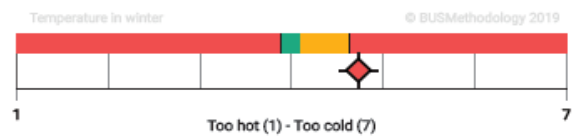


Figure 5

Temperature variation in winter

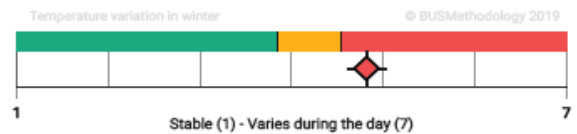


Figure 6

Ventilation in winter



Figura 208: Resumen 4 de resultados del corporativo F. Fuente: BUS

Para el invierno, se perciben ciertas corrientes de aire, que hace incomodo el espacio, con más olores en esta temporada, la misma percepción de una humedad relativa adecuada, pero con la percepción de frío dentro del edificio en invierno y el aire un poco más pesado.

Capítulo 4. Análisis de resultados

Se presenta a continuación el análisis de resultados en base a las comparativas y los resultados de los corporativos, primero como muestra general de los 6 edificios y posteriormente edificio por edificio.

1. Análisis de la muestra general de los 6 edificios

Una vez que se agruparon todas las encuestas, como una sola muestra, se presenta el análisis del estado que tienen las oficinas corporativas en la Ciudad de México.

En cuanto al comportamiento del confort térmico, no hay mucha diferencia entre el número de personas incómodas tanto en invierno como en verano, por arriba del 20%, pero cuando lo revisamos más a detalle, acerca de si las personas perciben un espacio térmicamente neutro, el porcentaje de personas que sienten una temperatura adecuada es muy bajo, solamente alrededor del 36%, y el resto percibe que le espacio está, ya sea frío o caliente. En la época de verano, si hay una percepción alta hacia la parte de calor, del 34% de los encuestados, que perciben temperaturas arriba de 26° C, que es la condición que produciría la acidosis leve, por lo que aquí tenemos una muy importante oportunidad de mejora, sobre todo reduciendo estos picos térmicos que se tienen.

En el tema de la acústica y ruido en el interior de las oficinas, mucho tiene que ver con la nueva tendencia de la arquitectura en oficinas corporativas, donde los privados de una sola persona se han reducido de manera importante con solo para el 12% de los encuestados, ver Figura 41, y los espacios abiertos y colaborativos son más comunes, dando una percepción de ruido de los compañeros y de otras personas para el 49% de los ocupantes, pero esto genera interrupciones o distracciones solamente para el 25%, pero si es un tema que debemos de trabajar para dar mayor confort a los ocupantes en el tema acústico.

Por último, en el tema del confort de iluminación, es en el que se tiene la mejor percepción, ya que solamente para el 10% se menciona incomodidad y, en todo caso, el tema es de una mayor iluminación de la necesaria, que se puede solucionar con elementos arquitectónicos y electrónicos simples.

En el tema de salud, si los encuestados perciben que el espacio donde trabajan les afecta su salud, ya hay un 20% que percibe una afectación negativa a su salud, pero más importante, cerca del 40% percibe que, si tiene confort, tiene mejor salud.

Y en la productividad, se presenta un fenómeno similar a la percepción de salud, es decir, mientras que a un 20% percibe que su productividad baja, para al menos el 50%, su productividad mejora si percibe que el espacio es confortable.

Correlación Confort y Salud

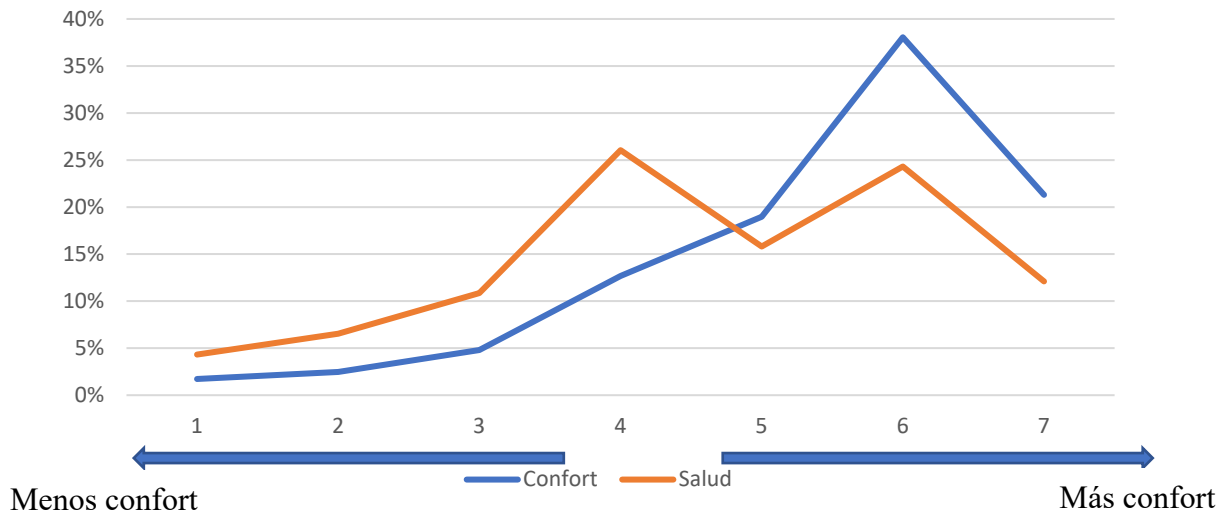


Figura 209 Relación entre confort y salud en la Ciudad de México

En cuanto a la relación entre el confort y la salud, tienen tendencias muy similares, ya que, en las escalas de menos confort y afectación a la salud, las pendientes de ambas líneas son muy similares, aunque la percepción neutra de salud repunta, pero regresa a niveles similares al inicio de poco confort (calificación 5), haciéndose similares de nuevo las pendientes en las calificaciones de más confort y mejora de la salud.

Correlación Confort y Productividad

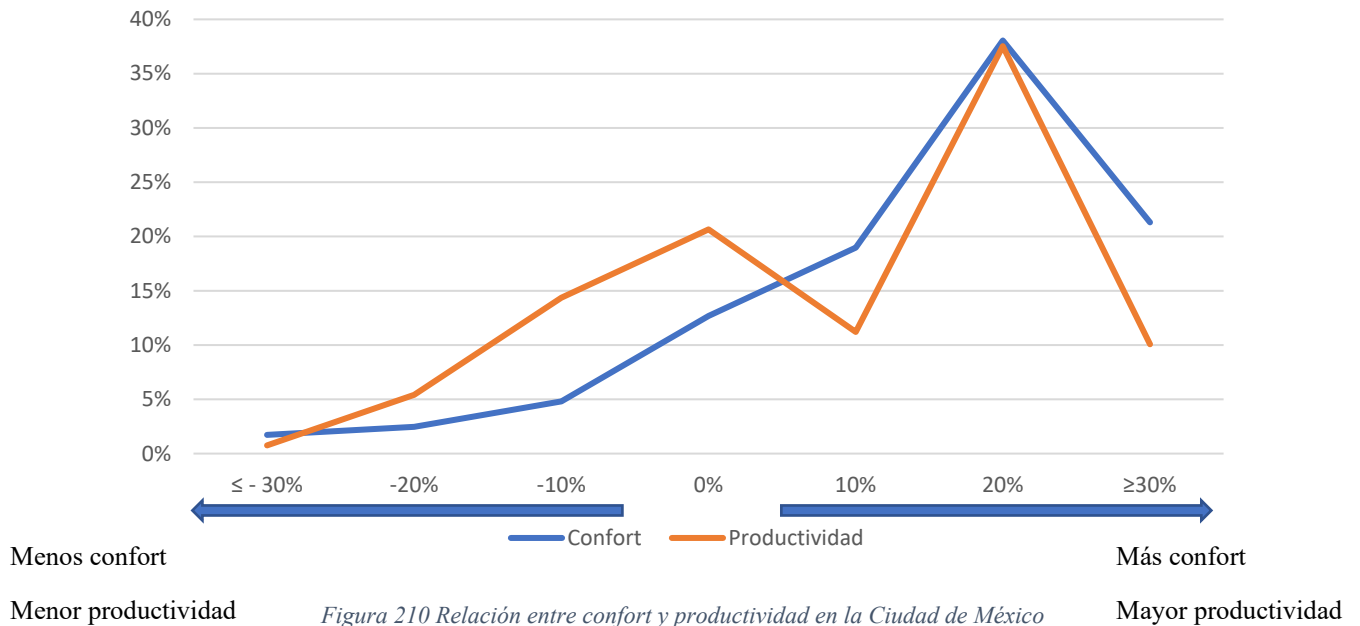


Figura 210 Relación entre confort y productividad en la Ciudad de México

La relación que muestra en la gráfica de la percepción hacia el confort con la productividad es un poco más estrecha, mostrando sobre todo que, mientras mejor sea la percepción del

confort, más productiva se sienten las personas, y esto repercute de manera directa en ahorros y mejora de economía para las empresas. Se observan pendientes similares de nuevo en las regiones de menos confort y afectación negativa en la productividad, así como en las de más confort y mejora de la productividad, teniendo en la zona neutral una pequeña diferencia de percepción.

1.1. Análisis estadístico de la muestra completa

Con los datos recibidos en las encuestas, se realizó un análisis de Varianza con un factor ANOVA la cual es una prueba estadística para verificar si dos o más grupos difieren significativamente entre sí, en cuanto a sus medias y varianzas.

El análisis de varianza (ANOVA) prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales, es decir, evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores.

El procedimiento funciona comparando la varianza entre las medias de los grupos y la varianza dentro de los grupos como una manera de determinar si los grupos son todos parte de una población más grande o poblaciones separadas con características diferentes.

Para esta prueba, la hipótesis nula establece que todas las medias de la población son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente.

Es decir, las hipótesis contrastadas en un ANOVA son:

- H_0 : No hay diferencias entre las medias de los diferentes grupos: $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k = \mu$
- H_a : Al menos un par de medias son significativamente distintas la una de la otra.

Para determinar si cualquiera de las diferencias entre las medias es estadísticamente significativa, se compara el valor p con el nivel de significancia para evaluar la hipótesis nula. En este caso se utilizará un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. (valor típico para este factor)

Ahora, para interpretar los resultados, debemos comparar el Valor p con el nivel de significancia α .

- Si el valor $p \leq \alpha$: Las diferencias entre algunas de las medias son estadísticamente significativas. Si el valor p es menor que o igual al nivel de significancia, usted rechaza la hipótesis nula y concluye que no todas las medias de población son iguales.
- Si el valor $p > \alpha$: Las diferencias entre las medias no son estadísticamente significativas. Si el valor p es mayor que el nivel de significancia, usted no cuenta con suficiente evidencia para rechazar la hipótesis de que las medias de población son todas iguales.

Cuanto más difieran las medias de los grupos mayor será la varianza entre medias en comparación al promedio de la varianza dentro de los grupos, obteniéndose valores de F superiores a 1 y por lo tanto menor la probabilidad de que la distribución adquiera valores tan extremos (menor el valor p).

Se tomaron exclusivamente 3 variables para analizarlas, la percepción general de confort en las oficinas, las afectaciones en salud y en productividad, por la percepción de confort general.

Se produjo en cada uno de los análisis un valor conocido como F o razón F , basada en la distribución F que es una comparación en las puntuaciones debidas a dos fuentes, la variación entre los grupos que se comparan y las variaciones dentro de los grupos.

En los 3 análisis que se presentan a continuación, se establecieron las siguientes hipótesis:

- Hipótesis nula (H_0): No hay diferencia significativa entre los parámetros evaluados
- Hipótesis alterna (H_a): Hay diferencias significativas entre los parámetros evaluados

El nivel de significación utilizado fue de 0,05, con prueba de una cola.

Los 3 análisis que se desarrollaron fueron los siguientes:

- a) Los datos de todas las encuestas para Confort en general, percepción de Salud y percepción de Productividad
- b) Los datos de todas las encuestas para Confort en general y percepción de Salud
- c) Los datos de todas las encuestas para Confort en general y percepción de Productividad

Como se pudo ver en las Figuras 17 a 23, en la encuesta hay dos niveles para calificar estas variables, la de confort y salud están basados en una escala desde muy bajo en 1, hasta muy alto en 7, es decir, una escala de 7 valores con el valor medio en 4, mientras que la variable productividad tiene un valor más bajo en 1 y un más alto valor en 9 con el valor medio en 5.

Para poder comparar con ANOVA, primero se realizó el siguiente análisis por variable:

Confort	
Media	6.184615385
Error típico	0.102592144
Mediana	6
Moda	6
Desviación estándar	0.827124305
Varianza de la muestra	0.684134615
Curtosis	2.444612507
Coefficiente de asimetría	-1.215319576
Rango	4
Mínimo	3
Máximo	7
Suma	402
Cuenta	65
Nivel de confianza (95.0%)	0.204951368

Tabla 4 análisis estadístico del confort general. Fuente: elaboración propia

Productividad	
Media	6.861538462
Error típico	0.212445607
Mediana	7
Moda	7

Desviación estándar	1.712791244
Varianza de la muestra	2.933653846
Curtosis	-0.086765759
Coefficiente de asimetría	-0.70210339
Rango	7
Mínimo	2
Máximo	9
Suma	446
Cuenta	65
Nivel de confianza (95.0%)	0.42440889

Tabla 5 análisis estadístico de la productividad en general. Fuente: elaboración propia

Salud	
Media	5.046153846
Error típico	0.190433172
Mediana	6
Moda	6
Desviación estándar	1.535321314
Varianza de la muestra	2.357211538
Curtosis	-0.538264422
Coefficiente de asimetría	-0.560793759
Rango	6
Mínimo	1
Máximo	7
Suma	328
Cuenta	65
Nivel de confianza (95.0%)	0.380433994

Tabla 6 análisis estadístico de la salud en general. Fuente: elaboración propia

De estos datos podemos observar que la media de la variable productividad es la más alta, seguida del confort.

1.2. Resultados del análisis ANOVA

Estos son los resultados obtenidos del análisis ANOVA:

a) Las tres variables juntas:

Análisis de varianza de un factor con variables Confort, Productividad y Salud

$\alpha =$ 0.05

RESUMEN					
<i>éstas son las medias de las variables</i>					
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
Confort	816	4418	5.414215686	1.99263202	
Productividad	795	4875	6.132075472	3.3616273	
Salud	812	3757	4.626847291	2.62137451	

ANÁLISIS DE VARIANZA							
<i>Es el cuadrado medio del error.</i>							
<i>éste es el valor p</i>							
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	
Entre grupos	911.1353735	2	455.5676868	171.749988	1.7809E-70	2.999443771	
Dentro de los grupos	6419.061903	2420	2.652504918				
Total	7330.197276	2422					

valor $p \leq \alpha$ **VERDADERO** Entonces, rechazamos la hipótesis nula
 Aceptando la hipótesis alterna, aseguramos que en al menos un grupo, las medias son significativamente distintas entre sí.

Tabla 7 Resultados ANOVA para confort, salud y productividad. Fuente: elaboración propia

b) Confort y salud

Análisis de varianza de un factor con variables Confort y Salud

$\alpha =$ 0.05

RESUMEN					
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
Confort	816	4418	5.414215686	1.99263202	
Salud	812	3757	4.626847291	2.62137451	

ANÁLISIS DE VARIANZA							
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	
Entre grupos	252.3177159	1	252.3177159	109.407009	7.9491E-25	3.847184163	
Dentro de los grupos	3749.929827	1626	2.306229906				
Total	4002.247543	1627					

valor $p \leq \alpha$ **VERDADERO** Entonces, rechazamos la hipótesis nula
 Aceptando la hipótesis alterna, aseguramos que en al menos un grupo, las medias son significativamente distintas entre sí.

Tabla 8 Resultados ANOVA para confort y salud. Fuente: elaboración propia

c) Confort y productividad

Análisis de varianza de un factor con variables Confort y Productividad

$\alpha =$

0.05

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Confort	816	4418	5.414215686	1.99263202
Productividad	795	4875	6.132075472	3.3616273

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	207.5109395	1	207.5109395	77.7720035	2.94292E-18	3.847244722
Dentro de los grupos	4293.127174	1609	2.668195882			
Total	4500.638113	1610				

valor $p \leq \alpha$

VERDADERO

Entonces, rechazamos la hipótesis nula

Acceptando la hipótesis alterna, aseguramos que en al menos un grupo, las medias son significativamente distintas entre sí.

Tabla 9 Resultados ANOVA para confort y productividad. Fuente: elaboración propia

De aquí concluimos que, en los tres análisis realizados, aceptamos la hipótesis alterna para asegurar que en al menos un grupo en el primero, y entre los dos siguientes, las medias son significativamente distintas entre sí.

2. Edificio del Corporativo A

En este edificio se presenta un comportamiento térmico diferente en invierno y en verano. Hay mayor nivel de personas incómodas en verano debido a que perciben calor, así como en invierno hay personas incómodas que perciben frío, más allá de la estación y condiciones exteriores, pero generando incomodidad.

Definitivamente se tienen oportunidades de mejora en el aspecto térmico dentro de las oficinas, para que los ocupantes se sientan más cómodos, entre las que se deberán de revisar las secuencias de operación de los sistemas, los puntos de ajuste de los termostatos, así como el balanceo del sistema de agua refrigerada con el que se acondiciona el espacio. Para invierno, se recomienda elevar la temperatura del aire que se toma del exterior, ya sea por un sistema entálpico de recuperación de calor, o una resistencia eléctrica, para aumentar la temperatura de suministro del aire de renovación.

En el concepto de la calidad del aire en el interior, no se tienen muchos problemas de olores, pero si se tiene la percepción de que los contaminantes no se están diluyendo de la mejor manera, de acuerdo con las respuestas y las figuras desarrolladas, dando un nivel de percepción de incomodidad de más del 20%, que esto daría como conclusión que el edificio es un edificio enfermo. Las oportunidades de mejora serían verificar los procedimientos de mantenimiento a filtros, así como ver la posibilidad de colocar lámparas de luz UV en los serpentines de las Unidades Manejadoras de Aire que alimentan el piso falso de los diferentes niveles, así como verificar el balanceo del sistema de aire de renovación, para tener los flujos de aire mínimos adecuados para la dilución de contaminantes al interior.

Por ser una oficina diseñada con muchos espacios abiertos, genera que la percepción de ruido y, sobre todo, de interrupciones causadas por este ruido, generen la sensación de un

alto nivel de ruido en las oficinas. El interior de las oficinas cuenta en la actualidad con un sistema de ruido blanco o máscara de ruido, para tratar de dar mayor privacidad a los usuarios, pero se deberá de verificar que esté programado a las frecuencias adecuadas para que se tengan los resultados óptimos. Otro de los posibles problemas de ruido está en las Unidades Manejadoras de Aire que están instaladas en cada uno de los pisos, que están generando ruido y que se pueden haber comprometido los aislamientos acústicos por mantenimiento y adecuaciones en las oficinas.

En el aspecto de iluminación, los usuarios perciben que se tienen problemas principalmente con los reflejos o deslumbramiento, ya sea por la luz natural, así como por luces artificiales. Se recomienda que se verifique la posibilidad de colocar persianas automáticas, conectadas a sensores de luz de día, para que disminuyan los deslumbramientos sin que los usuarios tengan que bajar y subir manualmente las persianas, sobre todo por ser un edificio que cuenta con la fachada exterior y los patios interiores, que dan oportunidad a la entrada de exceso de luz de sol.

De manera general y, a pesar de lo descrito en cada apartado, los usuarios perciben que se tienen oficinas confortables para la gran mayoría, solo dejando a un 2% que piensa que no se logra el confort, y solo 18% cree que su productividad se ve afectada de manera negativa en sus labores, que a un 23% no lo afecta en ningún sentido, pero que al resto de los ocupantes, el 59%, ven mejoras en su productividad.

En el caso de las afectaciones a la salud, también la mayoría percibe que su salud no tiene un impacto negativo hacia ellos, dejando solamente un 20% que si percibe afectaciones negativas en su salud.

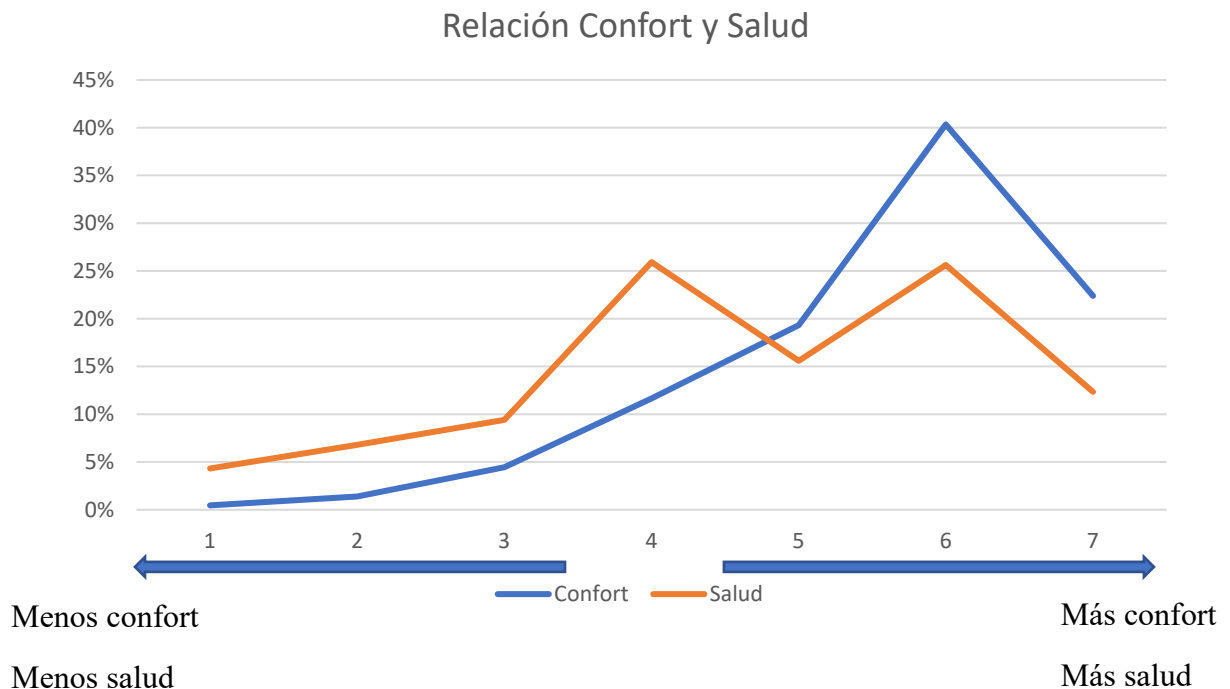
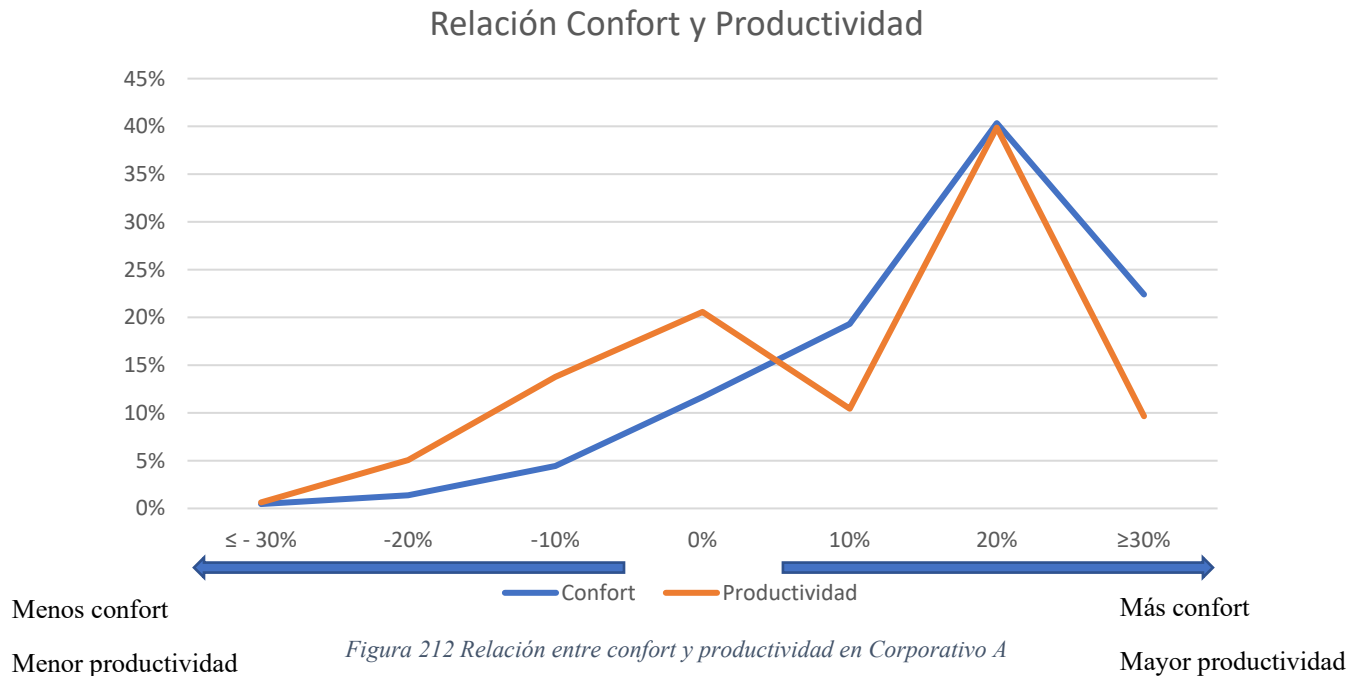


Figura 211 Relación entre confort y salud en Corporativo A

Por lo tanto, de acuerdo con esta figura, hay una relación importante entre las pendientes de cada segmento de recta en la figura, tanto la percepción de confort en general, con la mejor salud de los ocupantes, es decir, a mayor porcentaje de personas que se sienten cómodas, es mayor el número de personas que sienten que el espacio es saludable para ellos y, del lado contrario, al haber poca percepción de un mal confort, también perciben una menor afectación a su salud.



Del mismo modo que con la salud, se da la misma relación entre el confort general dentro de las oficinas y la percepción de que promueve su productividad al estar dentro de este edificio, viendo que, si al 40% de las personas les parece un espacio confortable, tiene el mismo porcentaje de personas que sienten que su productividad aumenta en un 20%.

En conclusión, para el corporativo A, se puede considerar que de manera general no es un edificio enfermo, de acuerdo con las definiciones mencionadas en la introducción que para que se presente esta condición, más del 20% de los ocupantes debe presentar molestias y una mala percepción del ambiente, ya que el porcentaje de comodidad, mejora de salud y aumento de productividad, para más del 80% de los usuarios es buena.

Si se detectan oportunidades de mejora específicas en el tema de confort térmico, en el tema de confort lumínico, sobre todo, se puede mejorar mucho en el tema de la calidad del aire interior, para que las personas tengan un lugar más saludable.

3. Edificio del Corporativo B

En este caso, las diferencias entre las temporadas de frío y calor también se notan de manera importante, percibiendo que en invierno hay una mayor percepción de confort, por las condiciones externas, pero en verano, aumenta la percepción de incomodidad al

27% de los ocupantes, lo que refleja que el sistema de Aire Acondicionado no está logrando vencer la carga térmica y se percibe calor al interior con mucha variabilidad.

Uno de los principales factores de esta falta de confort es que el número de ocupantes ha aumentado en ese edificio, teniendo una mayor carga térmica interna y haciendo que los sistemas no den la capacidad. La posible solución sería un posible cambio de equipos centrales, o bien revisar si con un sistema de recuperación de calor para el sistema de extracción, para tratar el aire de renovación con menor temperatura.

Para el tema de calidad del aire, este si preocupa mucho la percepción, ya que la percepción de olores al interior de las oficinas es alta para más del 20%, tanto en invierno como en verano, afectando la frescura del aire, también en las dos estaciones. Podemos concluir que, por ser el edificio de los verificados más antiguo, sus requerimientos de ventilación no fueron cubiertos de la mejor manera, lo que genera que no se están diluyendo los contaminantes generados al interior y que hay traspaso de olores de otras áreas, como el comedor, a los espacios de trabajo.

Para solucionar este tema, se propone verificar las diferentes fuentes de contaminación, sobre todo el número de personas que hoy ocupan el edificio, para poder calcular las emisiones de CO₂ en el interior y los requerimientos de dilución, así como el sistema de ventilación de la cocina para el comedor.

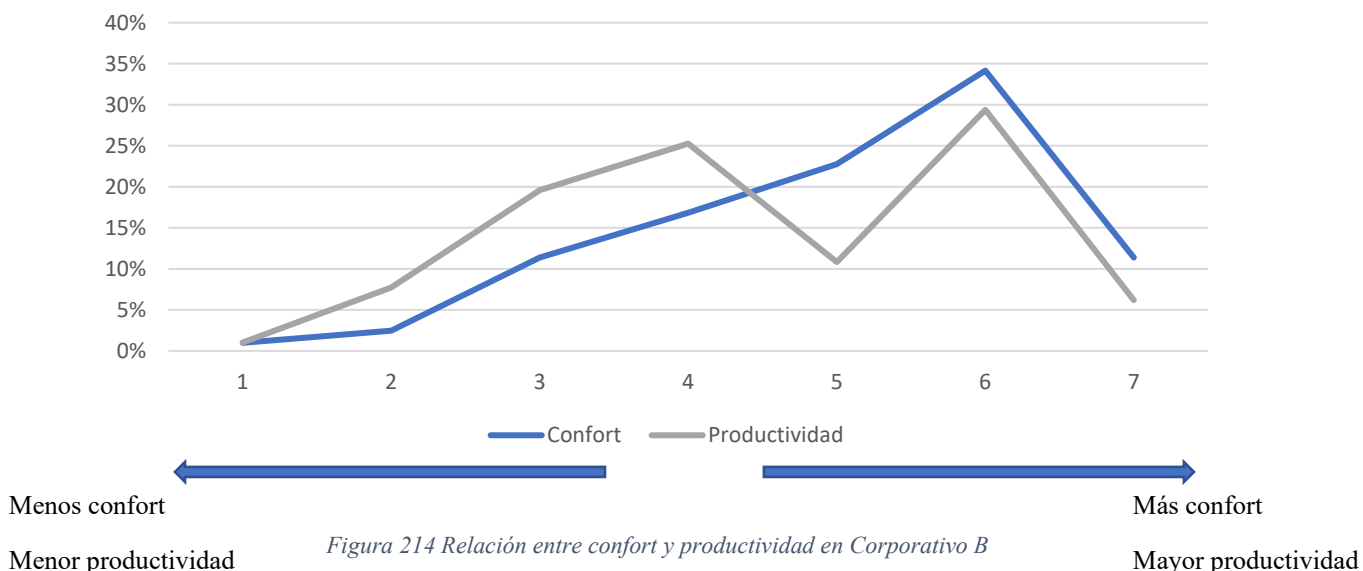
Sobre la acústica, la percepción en este corporativo es de mucho ruido ya que más del 50% de los ocupantes percibe que se genera este ruido por parte de los compañeros y de otras personas, es decir, dentro de los espacios de trabajo y que para el 30%, esto conlleva a muchas distracciones, dejando de lado la percepción de molestia por el ruido que generado al exterior.

Para dar solución a este problema del ruido de personas, se puede utilizar la tecnología de ruido blanco, además de buscar la atenuación del ruido en los espacios, con el uso de materiales más porosos en los acabados y adornos, para disminuir considerablemente la percepción de esta molestia.

Por último, en el tema particular de la iluminación, la percepción es muy buena en cuanto a niveles de iluminación, teniendo solamente una mala iluminación para el 15%, por lo que los niveles son adecuados como confort general, teniendo solo un aspecto a solucionar con reflejos de luz solar para el 25% que se encuentra cerca de las ventanas, lo cual se puede solucionar de manera rápida y fácil con persianas adecuadas y de preferencia que sean motorizadas, para evitar que los usuarios puedan hacer mal uso de estos instrumentos y generar mayores problemas.

De manera general y, a pesar de la percepción en cada rubro, los usuarios perciben que se tienen oficinas confortables para la gran mayoría, solo dejando a un 14% que piensa que no se logra el confort, pero que el ambiente interior si perjudica a su productividad, ya que el 29% percibe que ésta se afecta en un sentido negativo, solo el 25% cree que no

Relación de confort y productividad



Del mismo modo que con la salud, se da la misma relación entre el confort general dentro de las oficinas y la percepción de que promueve su productividad al estar dentro de este edificio, aunque se percibe la misma tendencia inicial de confort y productividad, son más los que consideran que hay afectaciones a la productividad y menos los que perciben que no se satisface el confort.

En conclusión, para el corporativo de Johnson Controls, dentro del edificio en cuestión, se puede considerar que de manera general clasifica como un edificio enfermo, ya que el porcentaje de comodidad, mejora de salud y aumento de productividad, para más del 20% de los usuarios no es adecuada, si se tienen oportunidades de mejora específicas en el tema de confort térmico, en el tema de confort lumínico, pero sobre todo, se puede mejorar mucho en el tema de la calidad del aire interior, para que las personas tengan un lugar más saludable.

4. Edificio del Corporativo C

Para el corporativo C, se percibe también un comportamiento térmico diferente para invierno que para verano, ya que hay mayor nivel de personas incómodas en verano que percibe calor, así como en invierno frío, causado también porque el aire de renovación, es decir, el aire exterior que se suministra al edificio para diluir los contaminantes tiene una temperatura baja del exterior en las mañanas y esto genera espacios más fríos en invierno, a pesar de la carga térmica que se genera.

En el tema del confort térmico, aunque la percepción está dentro de los límites percibidos, es decir, tanto en invierno como en verano el porcentaje de percepción de no confort está por debajo del 20%, hay una buena oportunidad de mejorar la percepción de temperatura, fría en invierno, calentando de nuevo el aire de renovación y, para verano, mejorando la

percepción de temperatura por medio del balanceo del sistema de aire, para dar mayor uniformidad y menos variabilidad que perciben los usuarios.

En cuanto a la calidad del aire por la dilución de contaminantes, en las oficinas de este corporativo se tiene una percepción bastante buena, es decir, la gran mayoría percibe que no hay olores, solo el 18% en invierno y el 21% en verano perciben malos olores, el 21% percibe en invierno un aire cargado y en verano solo un 17%, con pocas corrientes de aire. Se podría mejorar la calidad del aire, suministrando más aire fresco, previamente quitándole lo fío del exterior, pero daría una mayor percepción de buena calidad del aire.

Para el tema de confort acústico, si se tiene un problema de percepción de mucho ruido por parte de los compañeros, ya que un 53% lo percibe alto, no se percibe mucho ruido por el equipamiento interior y menos del exterior, pero se han acostumbrado a este ruido y solo 25% cree que los ruidos percibidos les generan interrupciones. Para poder mejorar en este tema, se deberá de buscar el instalar elementos aislantes de ruido, como pueden ser cubiertas de tela, alfombras u otros materiales porosos que disminuyan la reverberación que se produce, o bien, la instalación de tecnologías como el ruido blanco, para dar más privacidad a los ocupantes.

Para el confort de iluminación, en este corporativo también tiene una alta percepción de satisfacción, con solo un 11% que está insatisfecho, pero cuando se detallan los elementos de la iluminación, se presenta cierta incomodidad por el exceso de luz, tanto natural como artificial, que es generado principalmente porque este corporativo se encuentra en un último nivel del edificio, con una importante cantidad de domos, los cuales generan un deslumbramiento causado por la luz natural. Esto se podría arreglar ya sea colocando una película a los domos, que reduzca la transmitancia de estos, reduciendo la entrada de luz solar, o con elementos internos que reduzcan esa intensidad solar.

Cuando ya vemos el confort de manera integral, la percepción de los ocupantes de estas oficinas se siente muy cómodos, solo teniendo un 6% de insatisfechos, que es muy bueno para unas oficinas que no buscaron ningún tipo de certificación.

Cuando vemos la relación entre las afectaciones a la salud de los ocupantes, comparado con la percepción del confort, se manifiesta que hay más personas que piensan que su salud se ve afectada en las oficinas, que el confort logrado, aunque las tendencias son similares, como se muestran en la siguiente figura:

Relación Confort Salud

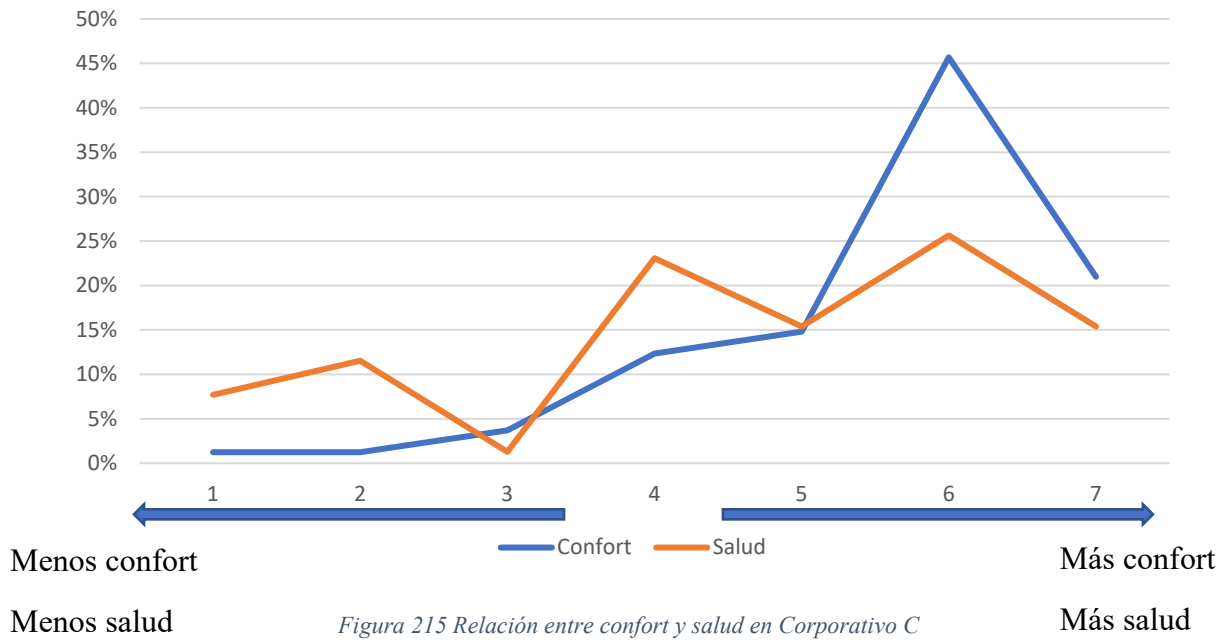


Figura 215 Relación entre confort y salud en Corporativo C

Pero en el tema de productividad, se relacionan más las dos variables de confort y mejora de la productividad, pero sigue existiendo un 21% que percibe que su productividad se ve afectada por el ambiente en la oficina.

Relación Confort Productividad

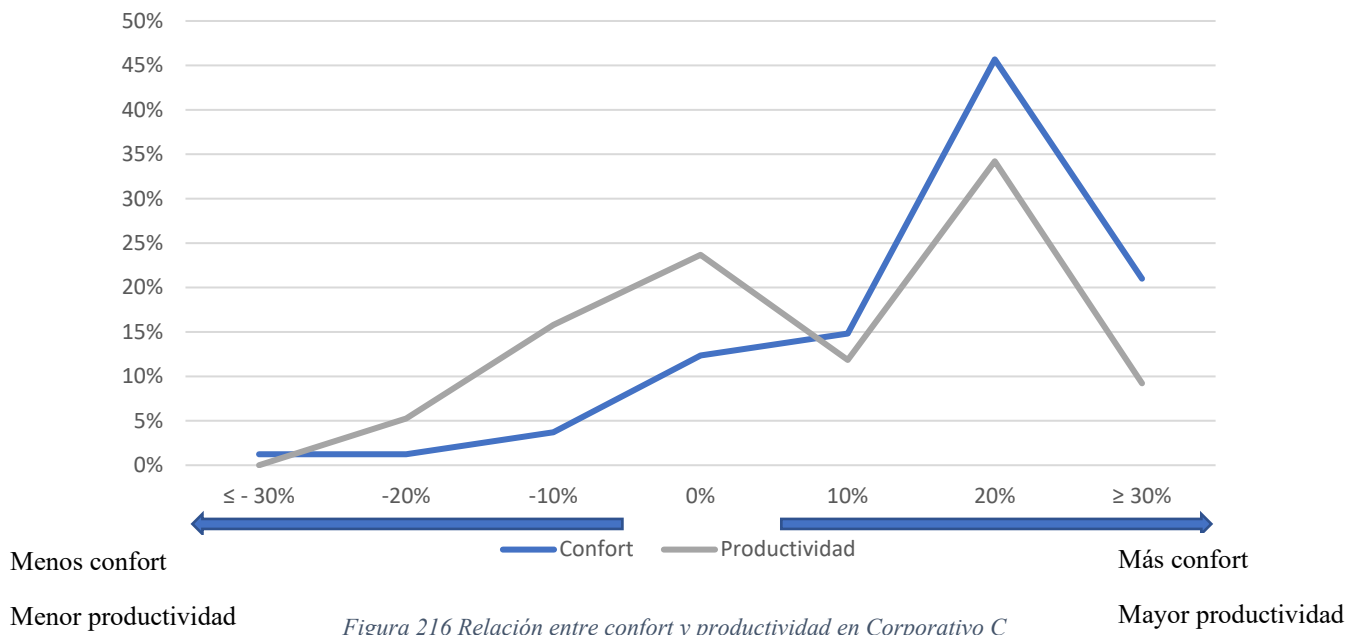


Figura 216 Relación entre confort y productividad en Corporativo C

En conclusión, este es un buen ambiente interior en los espacios, pero tiene oportunidades de mejoras, sobre todo para el tema de ruido e iluminación, así como mejorar la ventilación y, con esto, crear un espacio más sano y productivo para los ocupantes.

5. Edificio del Corporativo D

Para el corporativo D, la percepción de los ocupantes en cuanto a confort térmico no es tan favorable, ya que, en invierno el 25% no percibe confort y en verano esto se incrementa al 26%, prevaleciendo en ambos casos, de invierno y verano, una sensación principalmente de frío para al menos el 57% en invierno y para el 44% en verano, con una alta variabilidad. Una posible solución a esta oportunidad de mejora sería cambiar los puntos de ajuste de los termostatos a una temperatura un poco mayor, además de verificar que se tenga un buen balanceo en el lado del aire, para garantizar que haya una uniformidad mejor en la temperatura.

Es importante tomar en cuenta que, particularmente en este corporativo, se tiene una mayoría de género femenino, que tiene una percepción de la temperatura diferente a los hombres, por lo que el punto de ajuste se debería de ajustar.

En cuanto a la calidad del aire dentro de las oficinas, se tiene una percepción baja de olor, pero sí que el aire está pesado o cargado, es decir, no se están diluyendo adecuadamente los contaminantes que se generan al interior de las oficinas, por lo que se recomienda revisar la cantidad de aire fresco que se está suministrando. En este edificio donde se encuentra este corporativo, el aire fresco se suministra directamente a las Unidades Manejadoras que tiene cada nivel, por lo que se deberá de verificar la apertura de las compuertas, tanto de aire fresco, como de retorno, para que si se tengan los niveles de ventilación adecuados.

Como una relación entre el confort térmico, en cuanto a la variabilidad de la temperatura percibida, también se tiene una percepción de corrientes de aire, por lo que el tema de balanceo es un tema importante para verificar para dar más confort a los usuarios.

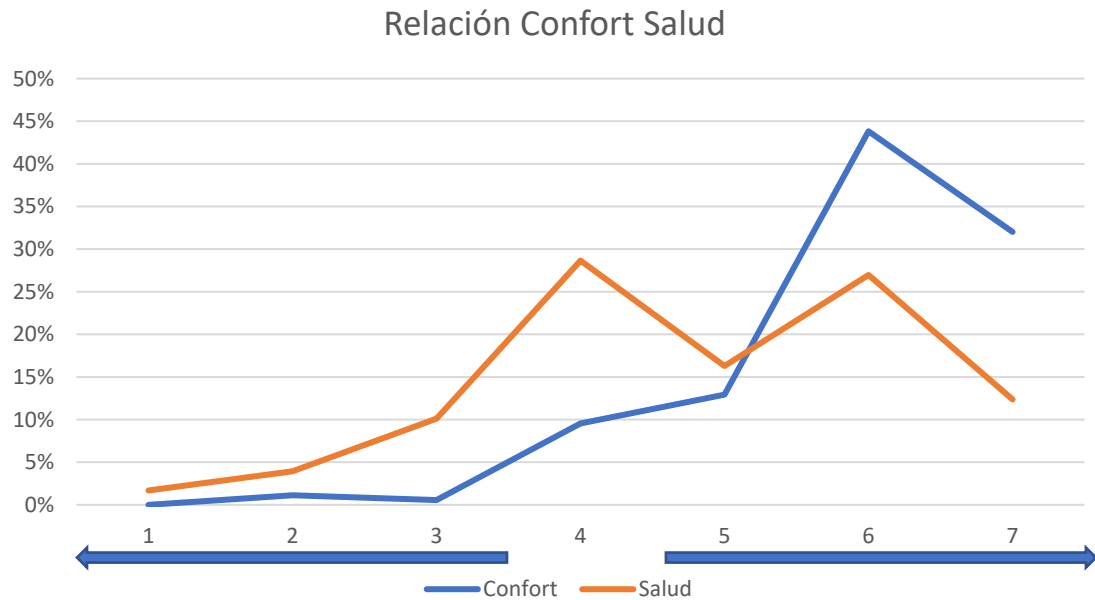
Aunque también es una oficina diseñada con muchos espacios abiertos, la percepción de ruido es muy baja, en el confort general acústico, pero cuando se refieren al ruido generado por sus compañeros, si hay un 45% que percibe mucho ruido de los compañeros y de otras personas, pero esto perciben que no afecta generando interrupciones a sus labores. Será importante verificar si se tiene suficientes elementos de atenuación de ruido, para evitar esta percepción, aunque no es un tema que preocupe a los usuarios.

Para el tema de confort de iluminación, es muy baja la percepción de incomodidad, ya que los niveles de iluminación, ya sea natural por las ventanas, o artificial por las luminarias, se percibe que es hasta un poco alto, pero sin llegar a afectar. Una buena oportunidad, sobre todo de ahorro de energía, sería poner sensores de niveles de iluminación y poder reducir la luz artificial y con esto, reducir consumos de energía en el edificio.

A pesar de la percepción de frío a lo largo del año en estas oficinas, los ocupantes manifiestan que perciben muy buen nivel de confort general en el espacio, dejando solo a

un 3% que no considera que se alcance el confort, lo cual se ve reflejado también en la percepción de mejora de la productividad, solamente con un 14% que cree que esta se ve afectada por el espacio que ocupan, pero con un gran 71% que percibe una mejora en su productividad.

De la misma manera, en cuanto a percibir si el espacio es sano, solamente el 16% percibe que hay una afectación negativa en su salud al estar en el espacio laboral, pero hay un 55% que perciben una mejora en su salud.



Menos confort

Más confort

Menos salud

Más salud

Figura 217 Relación entre confort y salud en Corporativo D

Por lo anterior comentado, es en esta oficina donde la relación entre confort y salud es menos clara, sobre todo en la parte de más salud y más confort, pero en la parte desfavorable de la figura se mantiene la tendencia de ser un espacio sano y con confort.

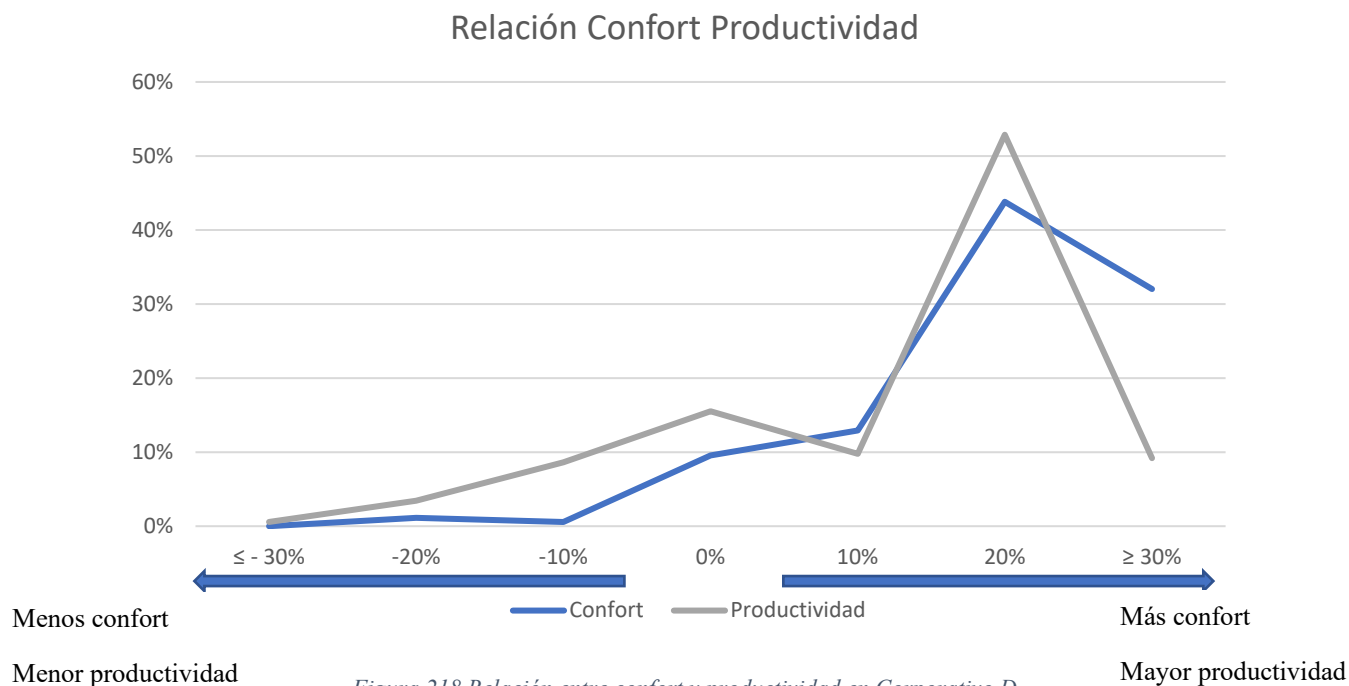


Figura 218 Relación entre confort y productividad en Corporativo D

En cuanto a la relación entre confort y productividad, se muestra de nuevo una fuerte relación, que mientras más confort perciban los ocupantes, el nivel de productividad se mejora considerablemente.

Como conclusión general para este corporativo, tenemos que la CAI en sus oficinas es percibida de manera muy favorable, teniendo solamente como una buena oportunidad de mejora, el tema de la sensación de temperatura baja, es decir, que perciban frío, siendo esta un tema relativamente fácil de resolver y que no requiere una inversión de modificaciones o mejoras, simplemente se puede revisar el tema de los puntos de ajuste de temperatura, así como la cantidad de aire de renovación que se está suministrando en la realidad en los diferentes niveles.

6. Edificio del Corporativo E

Para las oficinas de este corporativo, en el concepto de confort térmico general, la percepción que tienen los ocupantes es bastante buena, ya que, en invierno, solamente hay un 9% que percibe un bajo nivel de confort y en verano, aumenta solamente al 10% de los que perciben un bajo nivel de confort, dando un buen nivel durante todo el año. Revisando la percepción en cuanto a la temperatura, en invierno también hay una percepción de frío para el 41%, a pesar de que, en el edificio donde se encuentra este corporativo, se tenía la posibilidad de implementar calefacción para las zonas periféricas de cada nivel, pero no fue instalada en este caso. En verano, la percepción de temperatura es muy buena, solamente que para el 26% si se tiene frío, pero es un 55% los que opinan que la temperatura es adecuada. Se podría corregir la percepción de frío, teniendo de nuevo un ajuste de temperatura en los termostatos, para subir un grado y eliminar esta percepción de frío.

En cuanto a la variabilidad de la temperatura, si perciben que esta es más bien constante, con pocas variaciones a lo largo del día.

En el tema de la calidad del aire, se tiene una muy buena percepción, con muy pocos olores y el aire, más bien fresco, es decir, se logra la dilución de los contaminantes al interior en lo general, solo en invierno perciben el 29% que si está cargado el aire y esto se da por el tipo de compuertas de volumen de aire variable que se tienen instaladas, que en invierno, tratando de no bajar mucho la temperatura, recirculan más el aire en las zonas de la periferia. Esto se puede solucionar aumentando un poco la temperatura de aire de suministro primario y reduciendo la recirculación en estas cajas.

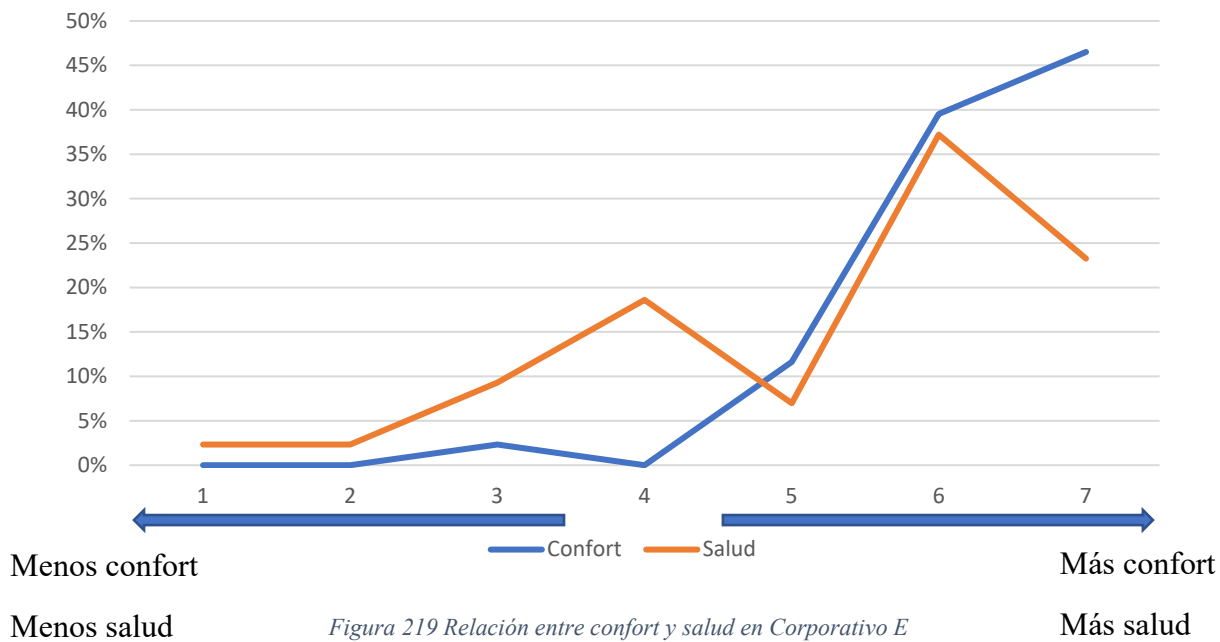
Para la acústica, se tiene una percepción de buen confort, ya que solamente el 14% califica como insatisfecho en cuanto al ruido, pero ya en detalle, hay un 44% que percibe mucho ruido causado por los compañeros y de otras personas y que este mismo ruido, 36% de los ocupantes creen que se generan interrupciones en su labor. Las oficinas de Bovis están diseñadas buscando los espacios abiertos, con muy pocos privados, por lo que se favorece el que el ruido pueda interferir con las labores. Este corporativo en este momento no cuenta con una tecnología de ruido blanco o algún elemento de atenuación, por lo que se recomienda analizar la aplicación de estos elementos, para dar mayor privacidad en los espacios abiertos.

En el tema de la iluminación, en esta oficina se tiene una percepción realmente buena en cuanto al confort, ya que los ocupantes en lo general perciben que hay muy buen nivel de luz natural, buen nivel de iluminación artificial, cuando no cuentan con la del sol, por lo que en este concepto solamente hay un 5% que perciben incomodidad.

Ya cuando se analiza el tema del confort en general, resulta ser el corporativo con la mejor calificación, ya que solamente el 2% percibe insatisfacción y un 47% percibe una completa satisfacción, a pesar de las posibles mejoras mencionadas, sobre todo en el tema de calidad del aire.

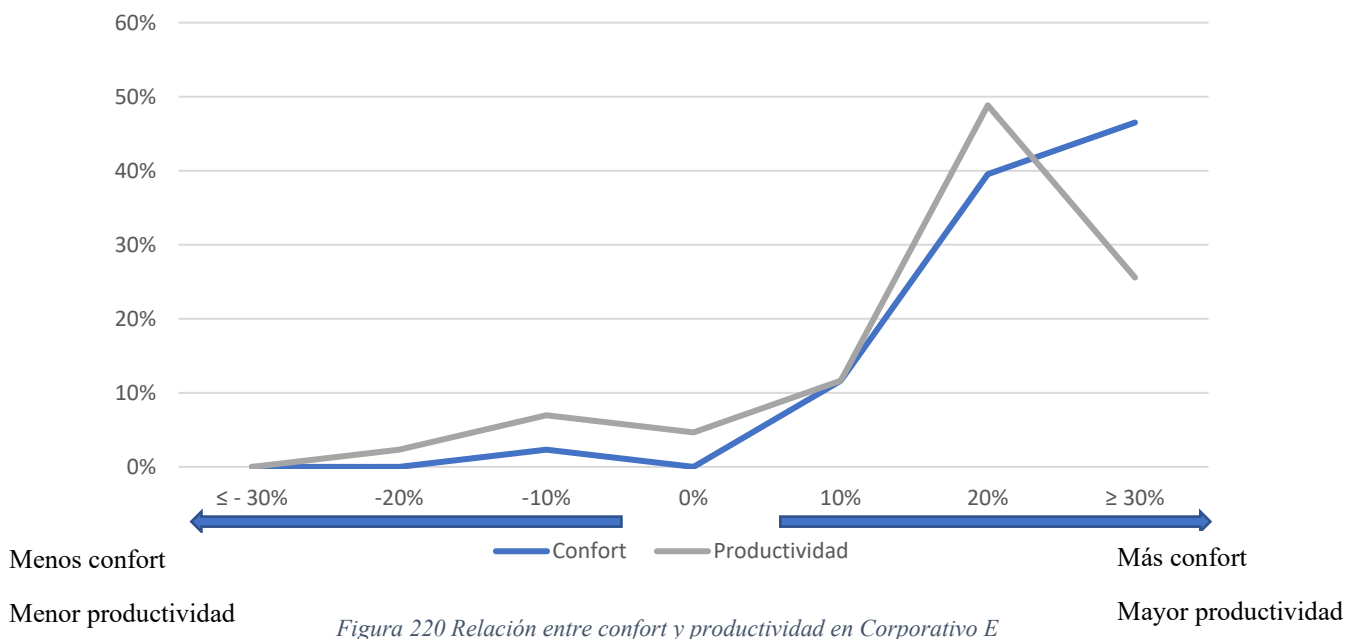
Cuando revisamos la percepción de un espacio sano, es muy buena la percepción de los ocupantes, ya que solamente el 13% considera que no lo es, mientras que un 67% si considera que mejora su salud al estar en esa oficina. Misma relación se da hacia el tema de la mejora de la productividad, ya que el 9% percibe que su productividad se ve afectada de manera negativa, mientras que un 75% percibe que mejora en poco o mucho su productividad al labora en esas oficinas.

Relación Confort Salud



Ya cuando tratamos de establecer una relación entre la percepción del confort en general, con lo saludable que se sienten los ocupantes de las oficinas, vemos que hay mucha coincidencia, ya que son muy pocos los que perciben que no sea cómodo y que afecte negativamente la salud y la gran mayoría percibe que es un lugar sano.

Relación Confort Productividad



Y en la relación entre el nivel de confort general comparado con la mejora de la productividad, se ve una clara tendencia igual entre ambas percepciones de los ocupantes de las oficinas de este corporativo.

Si consideramos todos los comentarios anteriores, sobre todo lo relativo a la salud y la productividad, podemos decir que la oficina de este corporativo está muy bien, muy por arriba del promedio de las oficinas de este estilo, sólo teniendo algunos temas que mejorar, como la temperatura que se percibe fría en las oficinas y la atenuación del ruido, pero ha logrado tener una CAI realmente buena y es percibida así por la gran mayoría de sus ocupantes.

7. Edificio del Corporativo F

Por último, en las oficinas de este corporativo, en el concepto de confort térmico general, es el que presenta una percepción más desfavorable de los diferentes corporativos, ya que en invierno se percibe que no se logra la comodidad en sensación térmica, pero curiosamente en verano tampoco se logra, ya que la percepción de incomodidad se mantiene para el 35%. Ya en detalle de temperaturas, la principal incomodidad en invierno es el frío al interior de las oficinas en invierno, con un 53%, que es principalmente debido a la toma de aire exterior para ventilación, que es muy fría en las mañanas y los equipos no tienen como regular la entrada ni la temperatura de ese aire y se distribuye frío a todos los espacios. Para verano, aunque ahora hay un 38% que percibe calor, también hay un 42% que sigue percibiendo frío, generando el nivel mencionado de insatisfacción.

La variabilidad de la temperatura se percibe como muy alta, por lo que se recomienda revisar las secuencias de operación y los puntos de ajuste de los termostatos.

En cuanto a la calidad del aire al interior de este corporativo, también hay una mala percepción del aire, ya que, tanto en invierno como en verano, hay una percepción de olores para más del 30% en ambas temporadas, un aire cargado, es decir, poca dilución de contaminantes, una percepción de humedad al interior y que se generan corrientes de aire, por lo que en este rubro hay una gran oportunidad de mejora, tanto en la filtración del aire, como en la distribución de este.

En cuanto a la acústica, manifiestan una percepción de satisfacción general, ya que solamente el 17% lo considera insatisfactorio, pero al analizar a detalle, si perciben que hay 37% que percibe ruido de sus compañeros, 33% que percibe ruido del exterior, pero a pesar de esta percepción de ruido para muchos, solamente el 16% siente que sus labores se ven interrumpidas por el ruido.

En el tema de los niveles y calidad de iluminación, la satisfacción es alta, para 65%, solo dejando un 24% que percibe que no es satisfactoria. Aunque es un corporativo que tiene menos personas pegadas a una ventana, si hay una sensación de deslumbramiento por la luz natural para el 30% y para el 35%, hay deslumbramiento por la luz artificial, por lo que también presenta una gran oportunidad de mejora con elementos que reduzcan los reflejos excesivos de luz.

Este corporativo si se puede considerar de una manera más importante, que hay la percepción de que es un edificio enfermo, ya que para 20% no se logra satisfacer el confort en general, solo dejando al 63% que, si percibe un buen confort, esto principalmente por los temas de temperatura y calidad del aire.

Lo anterior refleja que cuando se les pregunta por su salud y productividad, hay un porcentaje alto del 27% que percibe síntomas que afectan a su salud, reforzando el concepto de edificio enfermo, con solo el 47% que manifiesta que su salud mejora al interior. La productividad también se ve afectada de manera negativa, ya que para el 25% reduce su productividad en esas oficinas y para el 54% mejora su productividad.

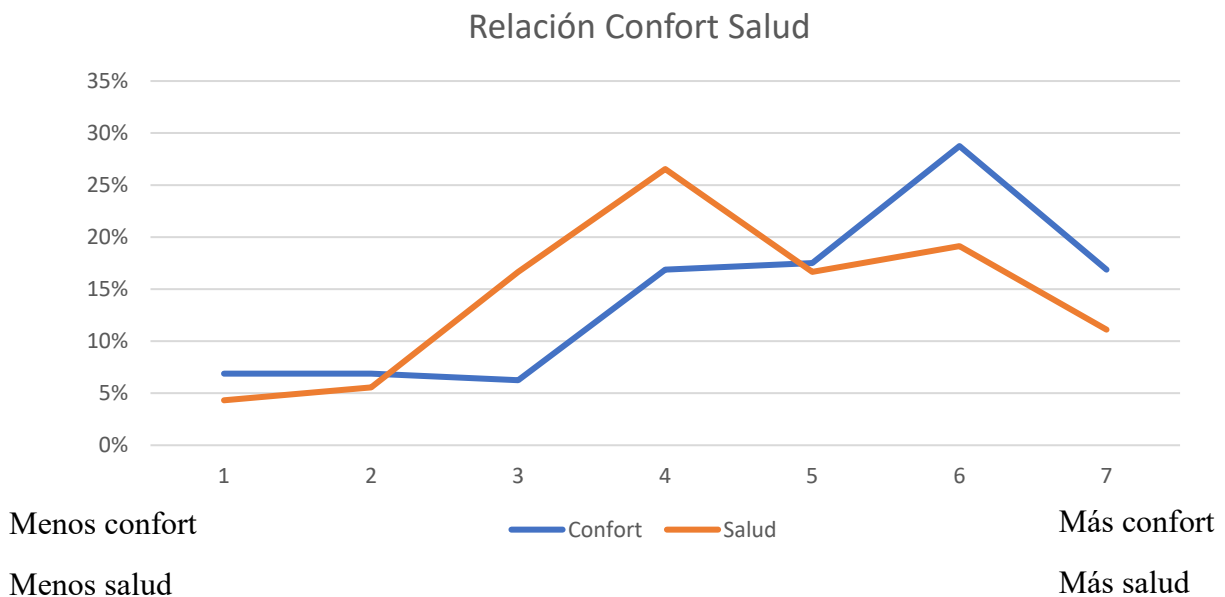


Figura 221 Relación entre confort y salud en Corporativo F

En este corporativo es en el que menos se puede establecer la relación directa entre confort y salud, ya que las pendientes de las dos figuras se cruzan un par de ocasiones, pero si hay una clara relación en que, a menor percepción de confort, hay percepción de afectación de salud.

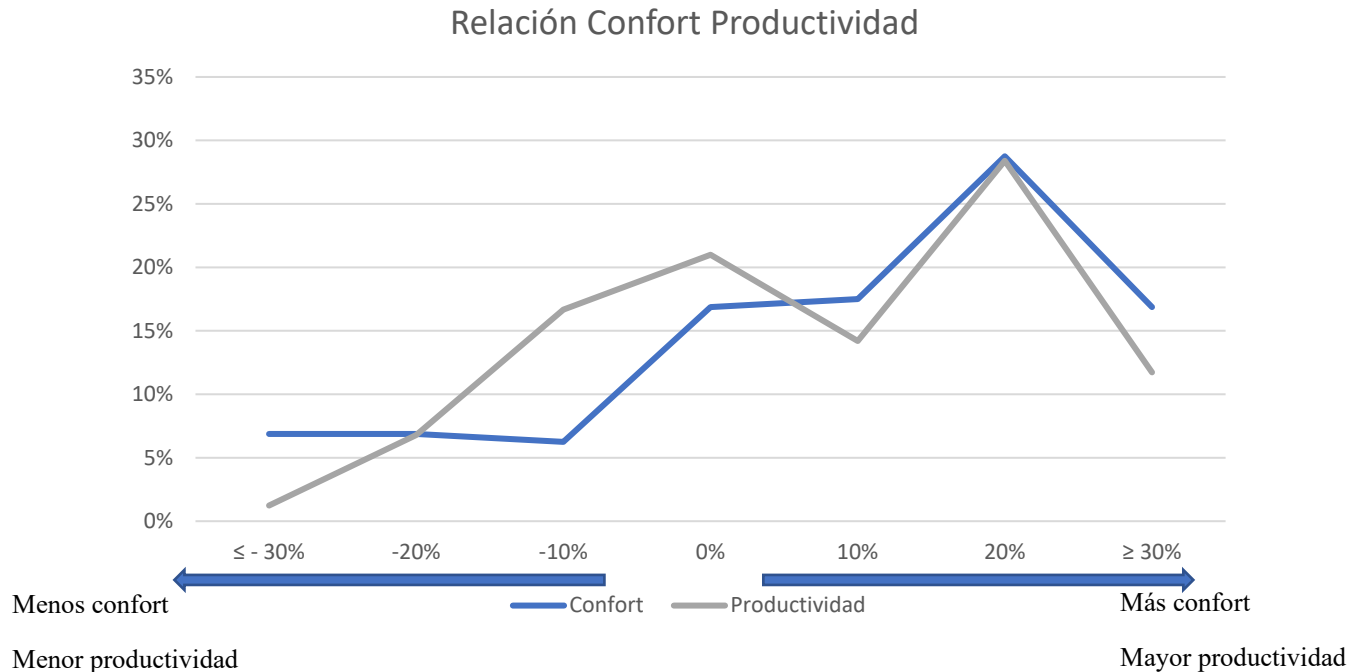


Figura 222 Relación entre confort y productividad en Corporativo F

Y al igual que en salud, la productividad, aunque presenta mayor número de cruces, si se ve la relación de baja de productividad por percibir que es un edificio enfermo y que no es la mejor opción para desarrollar su trabajo.

Basado en toda la información, podemos decir que el corporativo F es el que presenta la peor percepción de la CAI, afectando a la salud y productividad de los usuarios, pero que hay buenas oportunidades de mejora, para que las personas estén en un mejor espacio.

8. Influencia de los resultados hacia la normatividad

Una vez que se realizaron los análisis presentados en el punto 5 de este capítulo, se refuerza la imperiosa necesidad de seguir trabajando en una normativa que establezca los parámetros de la CAI para cualquier edificio, reduciendo de manera importante la posibilidad de tener edificios enfermos, es decir, que nunca lleguemos a ese 20% de personas que, en lo particular o en lo general, perciban incomodidad.

Como se vio en las Figuras 43 y 45, una oportunidad de mejora significativa está en dar mejor confort térmico, que es donde más del 20% de los ocupantes, en temas de temperatura, mencionaron que no están satisfechos y nos da la herramienta para solicitar a los gobiernos estatales y municipales, que exijan el cumplimiento de la NMX-C-7730-ONNCCE mencionada, sobre ergonomía térmica.

Una vez que se finalizaba este trabajo, terminamos la NMX-C-577-ONNCCE de CAI, y este trabajo está sirviendo como evidencia de la necesidad de hacer obligatoria su utilización y estoy trabajando con los gobiernos de Yucatán y Campeche, para que la NMX-C-577 quede como obligatoria en sus Normas Técnicas Complementarias.

Capítulo 5. Conclusiones

Después de haber analizado desde dos puntos de vista los resultados obtenidos, es decir, primero considerando cada uno de los edificios en lo particular, y en segundo tomando toda la muestra general, se plantean aquí las conclusiones de estos dos puntos de partida:

1. Los edificios en lo particular.

A cada uno de los edificios se le realizó una interpretación de la percepción de sus ocupantes y, como agradecimiento a participar en este trabajo, se le entregó a cada uno el análisis de sus gráficas en lo individual, así como la comparativa con la metodología ya descrita.

2. Conclusiones como muestra general

A continuación, se presentan las conclusiones del estado que tienen las oficinas corporativas en la Ciudad de México.

En cuanto al comportamiento del confort térmico, no hay mucha diferencia entre el número de personas incómodas tanto en invierno como en verano, pero cuando lo revisamos más a detalle, acerca de si las personas perciben un espacio térmicamente neutro, el porcentaje de personas que sienten una temperatura adecuada es muy bajo, y el resto percibe que el espacio está, ya sea frío o caliente. Si tomamos como referencia la NMX-C-7730-ONNCCE-2018, que se ha mencionado en este trabajo, en una categoría CA_{II}, que es la recomendada en la NMX, el porcentaje de aceptación subiría a más del 60% que, aunque es más alto, no llega a las recomendaciones de los expertos y a las recomendaciones de estar por arriba del 80% de aceptación. En la época de verano, si hay una percepción alta hacia la parte de calor, es decir, cerca o por arriba de los 26 °C, que es la condición que produciría la acidosis, por lo que aquí tenemos una muy importante oportunidad de mejora, sobre todo reduciendo estos picos térmicos que se tienen.

Revisando el concepto de la Calidad del Aire al Interior, se presenta también una gran oportunidad de cambio y mejora, ya que la percepción de contaminantes al interior, descrita como “pesadez del aire” que todos hemos percibido alguna vez, en este estudio nos da que para más del 30% de los encuestados, el aire es de pesado a muy pesado, pero con una percepción de olor más baja, ya que la mayoría de los contaminantes en la oficina no se perciben por el olor, como es el caso del CO₂. Es indispensable revisar y crear la normativa mínima de calidad del aire, para que estos espacios sean más sanos, diluyendo de manera obligatoria los contaminantes que se generan al interior.

En el tema de la acústica y ruido en el interior de las oficinas, mucho tiene que ver con la nueva tendencia de la arquitectura en oficinas corporativas, donde los privados de una sola persona se han reducido de manera importante, y los espacios abiertos y colaborativos son más comunes, dando una percepción de ruido de los compañeros y de otras personas, pero esto genera interrupciones o distracciones, pero si es un tema que debemos de trabajar para dar mayor confort a los ocupantes en el tema acústico.

- Por último, en el tema del confort de iluminación, es en el que se tiene la mejor percepción, ya que solamente para un porcentaje bajo de los ocupantes presentan incomodidad y es por ello que el tema es de una mayor iluminación, que se puede solucionar con elementos arquitectónicos y electrónicos simples.

Revisando el confort a nivel general, es muy bajo el nivel de insatisfacción, que se podría explicar por el tema cultural del mexicano, al que cuando se le pregunta ¿cómo estás? en la mayoría de las veces, responde la pregunta con un “bien” aunque no sea totalmente cierto, al hacer la pregunta más específica, se obtiene una respuesta más aplicada a la realidad y detallada de su estado.

En cuanto a la relación entre el confort y la salud, tienen tendencias muy similares, aunque la percepción neutra de salud repunta, comparado con el confort. Es importante mencionar que, en los extremos de percepción, es decir, en escalas de 1 y 2, o bien de 7 y 8, las pendientes de las gráficas, tanto de confort como de salud, son muy similares, dando una relación directa a que, si uno percibe que no logra confort, esto perjudica su salud, o bien, si se siente confortable, mejora su salud.

La relación que tiene la percepción hacia el confort con la productividad es un poco más estrecha, mostrando sobre todo que, mientras mejor sea la percepción del confort, más productiva se sienten las personas, y esto repercute de manera directa en ahorros y mejora de economía para las empresas.

3. Conclusiones del trabajo

Después de la investigación, el proceso de selección de la muestra, lo interesante que fue el realizar la encuesta de manera directa en casi todos los corporativos, y el análisis de la captura de los datos, se presentan las siguientes conclusiones:

- Se encontró que, de manera general, sí hay una relación muy importante entre la percepción del confort, considerando todos los aspectos de la CAI, hacia la percepción de una afectación en la salud, ya sea negativa por una mala CAI, pero más de manera positiva hacia la percepción de una buena calidad del ambiente. Definitivamente es mejor reforzar la buena percepción, pero considerar que siempre hay oportunidades de mejorar los espacios y, por lo tanto, darles a los usuarios un lugar donde se sientan mejor y puedan ser más productivos.
- Cuando los diseños de los edificios y su construcción, no se realizan de manera adecuada, sobre todo porque no se tienen regulaciones claras, o normas mexicanas que establezcan los parámetros mínimos que deben de tener los edificios para proveer de espacios sanos, los usuarios son los que perciben esa mala CAI, y presentan los síntomas de SBS. Por esta razón es que se está trabajando, junto con el ONNCCE, para crear las NMX necesarias para que los gobiernos estatales y municipales, puedan exigir su cumplimiento con el apoyo de la evidencia que resulta de este trabajo y de los estudios y artículos revisados.

Cabe mencionar que estas normas son de carácter voluntario, por ser NMX, y que este trabajo se podrá utilizar como una evidencia que puede contribuir a que diferentes dependencias, como la Secretaría de Trabajo y Protección Civil, entre otras, puedan exigir el uso de estas en sus trámites al considerar la relevancia de los resultados.

- La metodología seleccionada en cuanto a las encuestas de BUS, ahora en propiedad de Arup, fue una herramienta clara, útil y dio la oportunidad de verificar su efectividad y aplicabilidad México, para crear una base de datos que ayude a entender y mejorar el estado que se tiene al interior de las oficinas corporativas en México. Si no podemos saber cómo están los espacios ocupados por humanos, en cuanto a su CAI, será imposible medir, mejorar, pero, sobre todo eliminar el posible Síndrome del Edificio Enfermo, que tiene un costo muy alto para la sociedad.

A pesar de que la herramienta de BUS fue útil, se llegó a la conclusión de la pertinencia de crear una nueva herramienta, basados en la encuesta original, pero haciendo ajustes para una mejor aplicación en México, con los datos necesarios y suficientes, dándole mayor confidencialidad, para que los próximos encuestados se sientan más cómodos y agregando temas de comportamiento y movilidad casa – trabajo – casa. Se está creando una base de datos, con los 6 actuales corporativos encuestados y con los futuros, para crear una nueva comparativa, pero con edificios en México, para comparar con el mismo mercado, es decir, iniciar la creación de un Benchmark mexicano.

La nueva herramienta de interpretación evalúa en primer lugar al edificio en cuestión, de manera independiente, como fue mostrado en el Capítulo 4 de este documento y después se realiza una comparativa con respecto a la base de datos que se está recopilando.

- En esta investigación se estudió una muestra de oficinas corporativas, que se tuvo cuidado en su diseño, instalación y puesta en marcha, pero es indispensable continuar ampliando la muestra, ya no solo a oficinas, si no a otro tipo de edificaciones y a todo tipo de oficinas, para poder tener un dato más contundente que obligue al gobierno de la Ciudad de México a hacer modificaciones al Reglamento de Construcción, así como a las Normas Técnicas Complementarias, para que se tengan los parámetros mínimos adecuados en términos de la CAI y que no sea un elemento de las certificaciones de edificios sustentables extranjeras.
- Se cumplió el objetivo general de este trabajo, ya que se logró determinar por medio de un instrumento tipo encuesta y sus análisis estadísticos la percepción de las condiciones de Calidad del Ambiente Interior en oficinas corporativas en la Ciudad de México y su implicación en la percepción de salud y productividad de las personas.
- Se cumplieron los objetivos particulares de este trabajo, ya que se analizó una muestra representativa de los edificios corporativos en la Ciudad de México,

logrando un acercamiento a la situación a nivel ciudad, se realizó el análisis de cada uno de los edificios encuestados, y se encontraron sus condiciones de Calidad del Ambiente Interior, se utilizó la herramienta de comparación (*Benchmarking*) para encontrar similitudes y diferencias en los edificios de la Ciudad de México, con edificios a nivel internacional, y se ha propuesto la normativa que se deberá de desarrollar en México para mejorar las condiciones de Calidad del Ambiente Interior.

Sugerencias para seguimiento

En base a todo lo concluido en este trabajo, resulta muy importante continuar en ampliar el tamaño de la muestra, para dar una perspectiva más clara, no solo de las oficinas en la Ciudad de México con clasificación AAA si no a otros sectores y estados de la república.

Al obtener la representación para México y América Latina, por parte de ARUP, la firma que es ahora propietaria de las licencias de estas encuestas, se buscará aplicarla a más lugares y seguir concentrando toda esta información para la toma de decisiones, sobre todo de temas de políticas pública.

Al día de hoy, he trabajado con el Organismo Nacional de Normalización y Certificación para la Construcción y la Edificación – ONNCCE en la redacción de diferentes normatividades y, relativas a este tema de la CAI, se creó un grupo de trabajo, a propuesta mía, llamado GT Calidad Ambiental, en el cual ya se desarrolló la primera Norma Mexicana NMX-C-7730-ONNCCE-2018-EDIFICACIÓN: Ergonomía térmica, la cual se publicó a declaratoria de vigencia en el Diario Oficial de la Federación el día 26 de junio del presente año, la cual da los parámetros mínimos de confort térmico en los espacios cerrados, ya sea por métodos pasivos o mecánicos. Hemos terminado la redacción de la NMX-577-ONNCCE-2020 Industria de la construcción – Calidad del ambiente interior – Parámetros de diseño de la calidad del ambiente interior y parámetros para la evaluación del desempeño energético, la cual da los parámetros de diseño de los espacios interiores, para asegurar una CAI mínima, con el mejor desempeño energético. Esta norma, una vez terminada, se enviará para su consulta pública, la adecuación de esta en base a los comentarios de la consulta, y su posterior publicación en declaratoria de vigencia.

Sabemos que se requieren más normas y más reglamentación, pero se seguirá aplicando y se propone realizar una nueva encuesta, pasado al menos un año, a los mismos corporativos e incluir nuevos para ver las mejoras en la percepción.

Esta comparativa es para poder siempre tener parámetros y mecanismos de mejora continua en los espacios, por lo que se recomienda hacer esta encuesta de forma anual, para cada vez poder encontrar las oportunidades y las mejoras.

Por último, es fundamental ampliar la base de datos hacia más edificaciones de oficinas, aplicándola no solamente a las oficinas AAA, sino a todo tipo de corporativos, pero más importante aún, a edificios de gobierno en todos sus rubros, es decir, oficinas, escuelas, hospitales, etc. Así como a otros tipos de edificaciones, para encontrar los puntos necesarios de mejora y lograr edificios sanos en esta ciudad y en el País.

Por lo menos en la Ciudad de México, la calidad del aire al exterior se ha ido deteriorando y se ha complicado el utilizar la ventilación natural o métodos pasivos para acondicionar los espacios, por lo que este tipo de investigaciones apoya a los diseñadores de sistemas mecánicos, para que consideren los parámetros mínimos para lograr una CAI.

Si ampliamos este estudio con la nueva herramienta creada, aplicando la encuesta a nivel residencial, hospitales, escuelas, podremos entender cómo se afecta la salud de los

mexicanos, sobre todo en las épocas de más frío o más calor, para que la aplicación de normas sea obligatoria y mejoremos la salud de los mexicanos, así como ser un país más productivo y con mejor calidad de vida.

Considero que continuar trabajando en el tema de CAI dará datos estadísticos, que se puedan comparar con los índices que tiene el sector salud de nuestro país, para tomar mejores decisiones en políticas públicas y mejorando las condiciones de los mexicanos.

Referencias bibliográficas

- Secretari de Trabajo y Protección Social. (2008). *NOM-025-STPS-2008 Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*. México: DGN.
- Abdul-Wahab, S. A. (2011). *Sick Building Syndrome in Public Buildings and Workplaces*. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Afzala, e. a. (2017). An investigation of corporate approaches to sustainability in the construction industry. *International High- Performance Built Environment Conference* (págs. 2020 - 210). Kensington: Elsevier Ltd.
- Allen, e. a. (26 de Octubre de 2015). *Environmental Health Perspectives*. Obtenido de ehp: <http://www.ehponline.org>
- Allen, J. (14 de Febrero de 2018). *The harvard Gazette*. Obtenido de Health & Medicine: <https://news.harvard.edu/gazette/story/2018/02/your-building-might-be-making-you-sick-joe-allen-can-help/>
- Almeida R.M.S.F., d. F. (2015). *Indoor Environmental Quality and Enclosure Optimization*. EU: Springer International Publishing.
- ANSI/ASHRAE. (2013). *Standard 62.1-2013 Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. Atlanta: ASHRAE.
- Ashby, M. F. (2016). *Materials and Sustainable Development*. Cambridge: Elsevier.
- ASHRAE. (2004). *ANSI/ASHRAE Standard 55*. Atlanta: ASHRAE.
- ASHRAE. (2017). *ASHRAE Fundamentals*. Atlanta: ASHRAE.
- ASHRAE. (2017). Fundamentals. En ASHRAE, *ASHRAE Fundamentals*. Atlanta: ASHRAE.
- Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, V. a. (26 de Octubre de 2015). *Publmed.gov*. Obtenido de US National Library of Medicine: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26502459>
- Burge, S. H. (1987). Sick building syndrome: A study of 4373 office workers. *Annals of Occupational Hygiene*, 493-504.
- Buro Happold Engineering. (2015). *Health and Productivity in Sustainable Buildings*. Londres: Buro Happold.
- Calvente, A. M. (Junio de 2007). El concepto moderno de sustentabilidad. *El concepto moderno de sustentabilidad*. Universidad Abierta Interamericana.
- Center for Active Design, Inc. (2019). *Reference Guide for the Fitwel Certification System*. San Francisco, CA: US Department of Health & Human Services.

- Chang, e. a. (22 de Mayo de 2019). *Plos | One*. Obtenido de Plos.org: <https://journals.plos.org/plosone/article/authors?id=10.1371/journal.pone.0216362>
- Diario Oficial de la Federación. (02 de 01 de 2020). *Secretaría de Gobernación*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación: <http://www.dof.gob.mx/>
- Elkington, J. (1999). *Cannibals with Forks: Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Londres: Paperback.
- Kang, e. a. (2017). The impact of indoor environmental quality on work productivity in university open-plan research offices. *Building and Environment*, 78-89.
- Leaman, A. (19 de marzo de 2019). *Usable Buildings*. Obtenido de For feedback and strategy: <http://www.usablebuildings.co.uk/>
- ONNCCE. (2015). *NMX-C-506--ONNCCE-2015 Industria de la Construcción - Especificaciones - Comisionamiento*. México: ONNCCE.
- ONNCCE. (2018). *NMX-C-7730-ONNCCE-2018 Industria de la Construcción – Ergonomía del ambiente térmico –*. Ciudad de México: ONNCCE.
- ONNCCE. (03 de 01 de 2020). *ONNCCE*. Obtenido de <https://www.onncce.org.mx/es/>
- Ortegón et al. (2015). *Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas*. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas.
- Secretaría de Trabajo y Previsión Social. (2008). *NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo*. Ciudad de México: Secretaría de Trabajo y Previsión Social.
- Secretaría de Economía. (1 de diciembre de 2019). *Competitividad y Normatividad*. Obtenido de Normalización: <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/competitividad-y-normatividad-normalizacion?state=published>
- Segura, R. B. (2002). *Del desarrollo sostenible según Burtland a la sostenibilidad como biomimesis*. Bilbao: Hegoa.
- Simonen, K. (2014). *Life Cycle Assessment*. Oxon, US: Routledge Taylor & Francis Group.
- U. S. GBC. (2014). *LEED® Core Concepts Guide: An Introduction to LEED and Green Building*. Washington: U. S. Green Building Council.
- UN, E. (2017). *Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector*. New York: Global Alliance for Buildings and Construction.
- UNE-EN ISO. (2006). *ISO 7730-2006, Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices*

PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730:2005).
Internacional: UNE-EN ISO.

- USGBC. (2015). *An Introduction To LEED and Green Buildings*. Washington: USGBC.
- Wargoeki, P. (1999). Perceived Air Quality, Sick Building Syndrome (SBS) Symptoms and Productivity in an Office with Two Different Pollution Loads. *INDOOR AIR*, 165-179.
- Wilson, S., & Hedge, A. (1987). *Office Environment Survey: Study of Building Sickness*. London: Imprint.
- World Green Building Council. (2014). *Salud, bienestar y productividad en oficinas*. Londres: WorldGBC.
- Wyon, e. a. (Mayo de 2013). Effects of indoor environment on performance. *RHEVA Journal*, 6-10.
- Yang Geng, W. J. (2017). The impact of thermal environment on occupant IEQ perception and productivity. *Building and Environment*, 158-167.
- Yousef Al horr, M. A. (2016). Impact of indoor environmental quiality on occupant well-being and comfort: A review of literature. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 1-11.

Anexo A NMX-C-7730-2017

Se presenta a continuación los elementos principales de la norma NMX-C-7730-2018 Ergonomía del Ambiente Térmico, la cual ya se encuentra vigente.

No se puede colocar el contenido total de la norma, debido a los derechos de autor, que pertenecen al ONNCCE.



Organismo Nacional de Normalización y
Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.

NORMA MEXICANA

NMX-C-7730-ONNCCE-2017

Declaratoria de Vigencia publicada en el D.O.F. el día 28 de junio de 2019
Adopción idéntica (IDT) de la Norma Internacional ISO 7730:2005

**Industria de la Construcción – Ergonomía del ambiente térmico –
Determinación analítica e interpretación del confort térmico
mediante el cálculo de los índices VME y PPD y los criterios de
confort térmico local**

*Building Industry – Ergonomics of the thermal environment – Analytical
determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV
and PPD indices and local thermal comfort criteria*

Prefacio de la Norma Internacional

ISO (Organización Internacional de Normalización) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza a través de los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité. Las organizaciones internacionales, públicas y privadas, en coordinación con ISO, también participan en el trabajo. ISO colabora estrechamente con la Comisión Electrónica Internacional (IEC) en todas las materias de normalización electromecánica.

Las normas internacionales se redactan de acuerdo con las reglas establecidas en la Parte 2 de las Directivas ISO/IEC.

La tarea principal de los comités técnicos es preparar normas internacionales. Los proyectos de normas internacionales adoptados por los comités técnicos se envían a los organismos miembros para su votación. La publicación como norma internacional requiere la aprobación por al menos el 75% de los organismos miembros con derecho a voto.

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos de los elementos de esta norma internacional puedan estar sujetos a derechos de patente. ISO no asume la responsabilidad por la identificación de cualquiera o todos los derechos de patente.

La Norma Internacional ISO 7730 fue preparada por el Comité Técnico ISO/TC 159, Ergonomía, Subcomité SC 5, Ergonomía del ambiente físico.

Esta tercera edición anula y reemplaza a la segunda edición (ISO 7730:1994) que ha sido objeto de una revisión técnica. Se ha incorporado un método para la evaluación a largo plazo, así como información acerca de la incomodidad térmica local, condiciones y adaptación para estado no estacionario y un anexo indicando cómo pueden ser expresados los requisitos de bienestar térmico en diferentes categorías.

Introducción de la Norma Internacional

Esta norma internacional, que aborda la evaluación de los ambientes térmicos moderados, ha sido desarrollada en paralelo con la revisión de la norma 55 de ASHRAE¹⁾, y forma parte de una de una serie de documentos que especifican métodos para la medida y evaluación de los ambientes térmicos moderados y extremos a los que los seres humanos están expuestos (otros documentos de la serie, dedicados a las condiciones térmicas extremas, son ISO 7243, ISO 7933 e ISO/TR 11079).

La sensación térmica experimentada por un ser humano está relacionada, principalmente, con el equilibrio térmico global de su cuerpo. Tal equilibrio depende de la actividad física y de la vestimenta del sujeto, así como de los parámetros ambientales: temperatura del aire, temperatura radiante media, velocidad del aire y humedad del aire. Si factores han sido estimados o medidos, la sensación térmica global del cuerpo puede ser estimada mediante el cálculo del voto medio estimado (VME – *voto medio estimado*). Véase el capítulo 4.

El índice porcentaje estimado de insatisfechos (PEI – *porcentaje estimado de insatisfechos*), suministra información acerca de la incomodidad o insatisfacción térmica, mediante la predicción del porcentaje de personas que, probablemente, sentirán demasiado calor o demasiado frío en un ambiente determinado. El PEI puede obtenerse a partir del VME. Véase el capítulo 5.

La incomodidad térmica también puede ser motivada por el calentamiento o enfriamiento local indeseado del cuerpo. Los factores de incomodidad local más comunes son la asimetría de la temperatura radiante (superficies frías o calientes), las corrientes de aire (definidas como enfriamiento local del cuerpo debido al movimiento del aire), la diferencia en vertical de la temperatura del aire y por la presencia de suelos fríos o calientes. En el capítulo 6 se indica como estimar el porcentaje de insatisfechos debido a los parámetros de incomodidad local.

La insatisfacción puede ser causada por la incomodidad por frío o por calor del cuerpo en su conjunto. Los límites del bienestar pueden, en este caso, expresarse mediante los índices VME y pEI. No obstante, la insatisfacción térmica puede ser originada también por los parámetros de incomodidad térmica local. El capítulo 7 trata de los ambientes térmicos aceptables para el bienestar.

El contenido de los capítulos 6 y 7 está basado, fundamentalmente, en condiciones estacionarias. En el capítulo 8 se presentan los medios para evaluar los estados no estacionarios, tales como fluctuaciones transitorias (escalones), variaciones cíclicas o rampas de temperatura. Los ambientes térmicos en el interior de edificios o en los puestos de trabajo pueden cambiar en el tiempo y podría no ser siempre posible mantener las condiciones dentro de los límites recomendados. En el capítulo 9, se presenta un método para la evaluación del bienestar térmico a largo plazo.

El capítulo 10 incluye recomendaciones sobre cómo tener en cuenta la adaptación de las personas en la evaluación y proyecto de edificios y sistemas.

Industria de la Construcción – Ergonomía del ambiente térmico – Determinación analítica e interpretación del confort térmico mediante el cálculo de los índices VME y PPD y los criterios de confort térmico local

*Building Industry – Ergonomics of the thermal environment – Analytical
determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV
and PPD indices and local thermal comfort criteria*

1. Objeto y campo de aplicación

Este Anteproyecto de Norma Mexicana presenta métodos para el pronóstico de la sensación térmica general y del grado de incomodidad (insatisfacción térmica) de las personas expuestas a ambientes térmicos moderados. Facilita la determinación analítica y la interpretación del confort térmico mediante el cálculo de los índices VME (Voto Medio Estimado) y PEI (Porcentaje Estimado de Insatisfechos) y de los criterios de confort térmico local, indicando las condiciones ambientales que se consideran aceptables para el confort térmico general, así como aquellas que dan lugar a incomodidad local. Es aplicable a hombres y mujeres sanos, expuestos a ambientes interiores en los que el confort térmico es deseable, pero en donde tienen lugar desviaciones moderadas de este confort térmico, estando indicada para el diseño de ambientes nuevos o para la evaluación de los ya existentes. Cuando se consideren personas con necesidades especiales, como aquellas con ciertas incapacidades físicas, está previsto su empleo teniendo en cuenta lo indicado en la Especificación Técnica ISO/TS 14415:2005, 4.2. También es necesario tener en cuenta las diferencias étnicas, nacionales o geográficas al tratar espacios no acondicionados.

2. Normas para consulta

Las normas que a continuación se indican son indispensables para la aplicación de este Anteproyecto de Norma Mexicana. Para las referencias con fecha, sólo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de la norma (incluyendo cualquier modificación de ésta).

- ISO 13731 Ergonomía del ambiente térmico. Vocabulario y símbolos.
- ISO/TS 13732-2 Ergonomía del ambiente térmico. Métodos para la evaluación de las respuestas humanas al contacto con superficies. Parte 2: Contacto humano con superficies a temperatura moderada.
- ISO/TS 14415:2005 Ergonomía del ambiente térmico. Aplicación de normas internacionales a personas con requisitos especiales.

Anexo C NMX-C-577-2020

Se presenta a continuación los elementos principales de la norma NMX-C-577-2020 Calidad del Ambiente Interior con Eficiencia Energética, la cual ya se encuentra esperando la consulta pública.

No se puede colocar el contenido total de la norma, debido a los derechos de autor, que pertenecen al ONNCCE.



Organismo Nacional de Normalización y
Certificación de la Construcción y Edificación, S.C.

|

PROYECTO DE NORMA MEXICANA **PROY-NMX-577-ONNCCE-2020**

Para aprobación del CTN en la Sesión Ordinaria 02/20 del 24 de junio de 2020

**Industria de la construcción – Calidad del ambiente interior –
Evaluación del diseño de la calidad del ambiente interior en
proyectos de edificación**

*Building Industry - Indoor environmental quality – Indoor
environmental quality design assessment in building projects*

Índice de contenido

1. Objetivo y campo de aplicación	1
2. Referencias normativas	1
3. Términos y definiciones.....	2
4. Símbolos y abreviaturas	5
4.1. Símbolos	5
4.2. Abreviaciones.....	6
5. Clasificación.....	6
5.1. Calidad del ambiente interior.....	6
5.2. Riesgo de contaminación.....	6
6. Generalidades	7
7. Calidad del ambiente interior.....	7
7.1. Ambiente térmico	7
7.2. Calidad del aire interior y ventilación.....	9
7.3. Humedad.....	12
7.4. Iluminación	12
7.5. Ruido.....	13
8. Desempeño energético	15
8.1. Generalidades.....	15
8.2. Ambiente térmico	17
8.3. Calidad del aire interior y ventilación.....	18
8.4. Humedad.....	18
8.5. Iluminación	19
8.6. Ruido.....	19
9. Documentación de diseño	19
10. Evaluación de la conformidad	21
11. Concordancia con Normas Internacionales.....	21
12. Vigencia	21
Apéndice A (normativo). Criterios para el ambiente térmico	22
Apéndice B (normativo). Criterios de calidad del aire interior y tasas de ventilación.....	26

Introducción

La calidad del ambiente interior afecta la salud, la productividad y el confort de los ocupantes de las edificaciones, por lo que una buena calidad ambiental en el interior puede mejorar el rendimiento laboral y el aprendizaje y reducir el absentismo.

Además, una buena calidad del ambiente interior evita que los ocupantes tomen medidas individuales para ponerse cómodos, lo que además de la posibilidad de no lograr su objetivo de forma óptima, pueden representar un consumo de energía adicional en la edificación.

Se crean este Anteproyecto con la finalidad de evaluar la calidad ambiental interior esperada de una edificación en lo relacionado al ambiente térmico, la ventilación y la humedad, considerando las mejores prácticas y el marco regulatorio a nivel nacional.

Industria de la construcción – Calidad del ambiente interior – Evaluación del diseño de la calidad del ambiente interior en proyectos de edificación

1. Objetivo y campo de aplicación

Este Proyecto de Norma Mexicana establece los parámetros, valores, documentación y metodologías para evaluar la calidad del ambiente interior esperada de una edificación a partir de las características del diseño descritas en el proyecto ejecutivo, con el fin de procurar el confort y la salud de los ocupantes. Así mismo, establece los parámetros, valores, documentación y metodologías para evaluar el desempeño energético de los sistemas que contribuyen a lograr la calidad ambiental interior, con el fin de limitar el consumo energético.

Nota: Los requisitos de este documento se agrupan en requisitos para el ambiente térmico, la calidad del aire y la ventilación, la humedad, la iluminación y el ruido.

Este Proyecto de Norma Mexicana aplica a proyectos de edificación nueva o a proyectos de remodelación, rehabilitación o ampliación de un edificio existente, como plasmado en el proyecto ejecutivo.

Este Proyecto de Norma Mexicana no es aplicable al diseño de edificaciones donde las actividades realizadas al interior tienen un gran impacto en la calidad del ambiente interior, como puede ser una planta industrial.

Anexo C Ejemplo de resultados de plataforma BUS

Se presentan a continuación los resultados de la herramienta de BUS Methodology para uno de los edificios que fueron revisados, como ejemplo, pero se tiene la información completa de los cinco. Aquí una explicación para poder entender dichas gráficas en la siguiente figura:

Detalles de gráficos de porcentuales

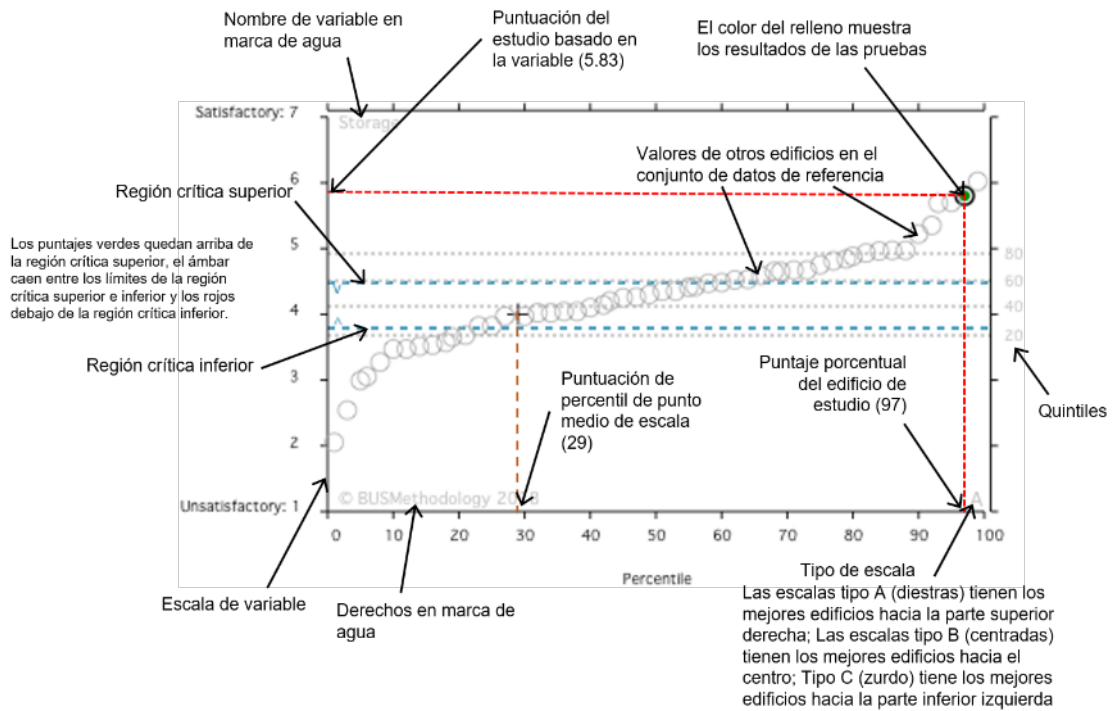


Figura 223 Detalles de los gráficos de percentiles mostrados en el las siguientes páginas

Test

Test 2
Mexico

Appendix A: Data tables

Data tables use standard benchmarks.
Frequency histograms, benchmark assessment graphics and percentile plots may also be viewed on the private, case-sensitive, web address:

<http://www.usablebuildings.co.uk/1462Initial/>

Publication quality jpg graphics at 300 dots per inch are available on request.

Pdf file resolution is 300 dots per inch.

Web graphic jpg resolution is 72 dots per inch.

2pageWorkplaceResponseJTW

© BUSMethodology 2017

This document is not intended for distribution in the public domain. Restricted by license.

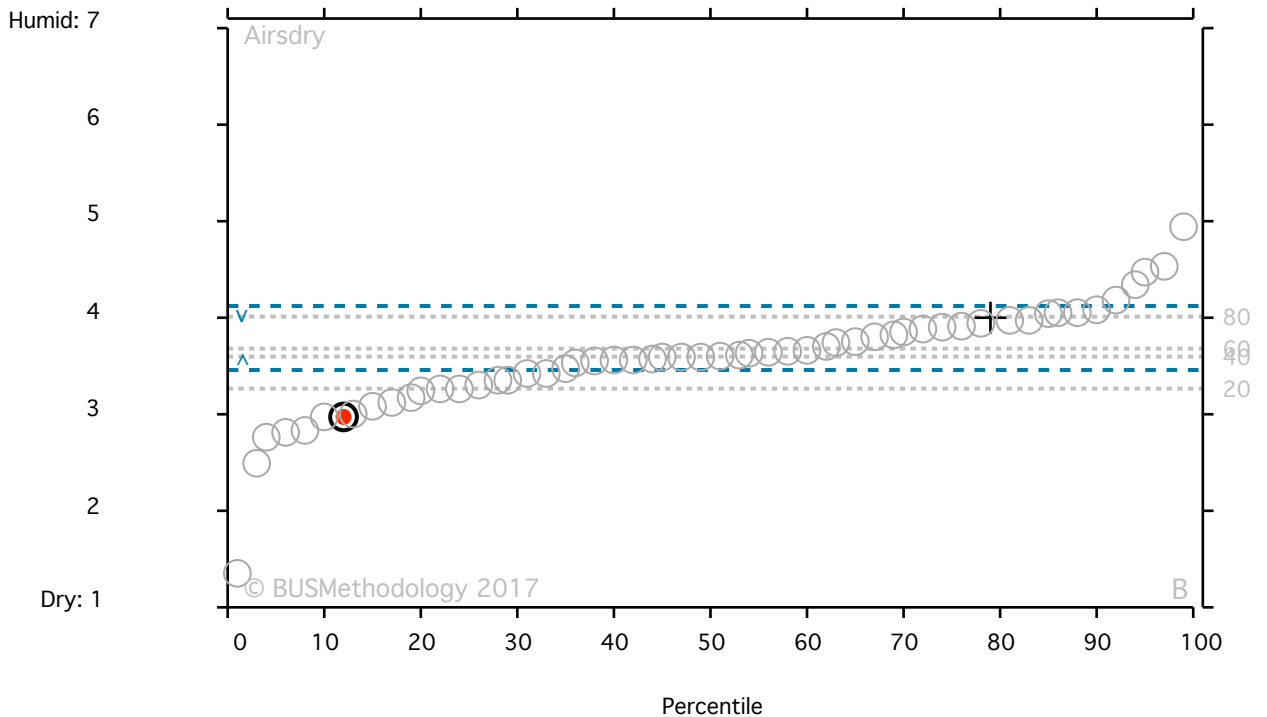
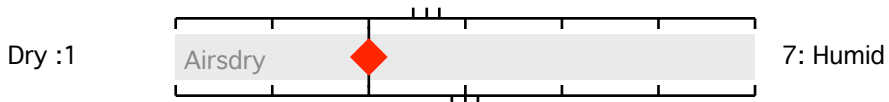
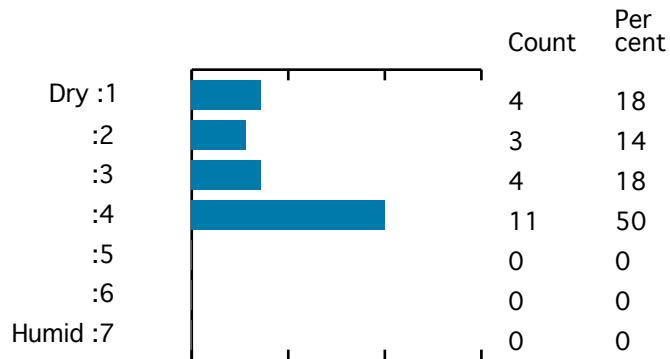
Data page index

() : 23
Age (Age) : 54
Air In Summer: Dry/Humid (Airsdry) : 1
Air In Summer: Fresh/Stuffy (Airsfresh) : 2
Air In Summer: Odourless/Smelly (Airsodourl) : 3
Air In Summer: Overall (Airsover) : 4
Air In Summer: Still/Draughty (Airstil) : 5
Air In Winter Overall (Airwover) : 9
Air In Winter: Dry/Humid (Airwdry) : 6
Air In Winter: Fresh/Stuffy (Airwfresh) : 7
Air In Winter: Odourless/Smelly (Airwodourl) : 8
Air In Winter: Still/Draughty (Airwstil) : 10
Basic Data For Benchmarked Variables : 59
Bus Comfort Index (Buscomfindex) : 50
Bus Satisfaction Index (Bussatindex) : 51
Bus Summary Index (Bussummaryindex) : 52
Cleaning (Cleaning) : 11
Comfort: Overall (Comfover) : 17
Contractor: Outside Contractor (Contractor) : 54
Control Over Cooling (Cntco) : 12
Control Over Heating (Cntht) : 13
Control Over Lighting (Cntlt) : 14
Control Over Noise (Cntnse) : 15
Control Over Ventilation (Cntvt) : 16
Design (Design) : 18
Do Facilities Meet Needs? (Workreq) : 49
Do You Change Your Behaviour Because Of Conditions In The Building ...? (Behaviour) : 54
Effectiveness Of Response To Requests For Changes (Effect) : 19
Forgiveness Index (Forgiveness) : 53
Furniture (Furniture) : 20
Health (Perceived) (Health) : 21
Image To Visitors (Image) : 22
Importance Variables (Importance) : 58
Journey To Work (Jtw) : 58
Lighting: Artificial Light (Ltart) : 24
Lighting: Glare From Lights (Ltartngl) : 25
Lighting: Glare From Sun And Sky (Ltnatngl) : 27
Lighting: Natural Light (Ltnat) : 26
Lighting: Overall (Ltover) : 28
Meeting Rooms: Overall (Meeting) : 29
Needs (Needs) : 30
Noise: Noise From Colleagues (Nsecoll) : 31
Noise: Noise From Other People (Nsepeople) : 36
Noise: Noise From Outside (Nseoutside) : 34
Noise: Other Noise From Inside (Nseinside) : 32
Noise: Overall (Nseover) : 35
Noise: Unwanted Interruptions (Nseinterruption) : 33
Normal Work Base (Normal) : 54
Personal Safety In Building And Its Vicinity (Safety) : 38
Productivity (Perceived) (Prod) : 37
Requests For Changes To Heating, Lighting, Ventilation Etc. (Resyn) : 55
Sex (Sex) : 55
Space At Desk (Spacedesk) : 40
Space In The Building (Spacebuild) : 39
Speed Of Response To Requests For Changes (Speed) : 41
Storage Space: Overall (Storage) : 42
Temperature In Summer: Hot/Cold (Tshot) : 43
Temperature In Summer: Overall (Tsover) : 44
Temperature In Summer: Stable/Varies (Tsstable) : 45
Temperature In Winter: Hot/Cold (Twhot) : 46
Temperature In Winter: Overall (Twover) : 47
Temperature In Winter: Stable/Varies (Twstable) : 48
Window Seat (Window) : 55
Work Area/Group Occupancy (Wkgroup) : 56
Worked At Present Desk/Work Area (Wkdarea) : 56
Worked In Building (Wkdbld) : 56

Air in summer: dry/humid

Score: 3			
	L	Mean	U
Benchmark	3.46	3.6	3.73
Scale midpoint	3.86	4	4.13
	Study mean		Scale midpoint
B Airdry	Percentile	12	79

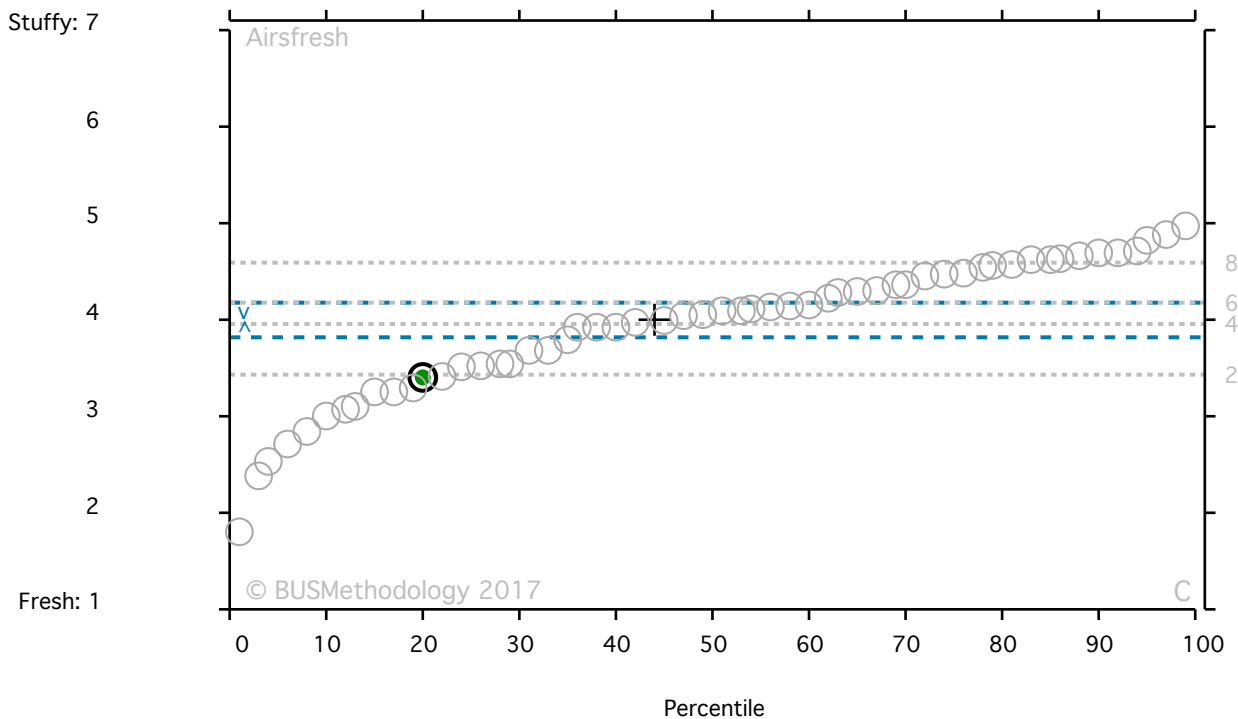
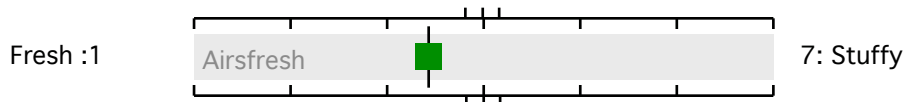
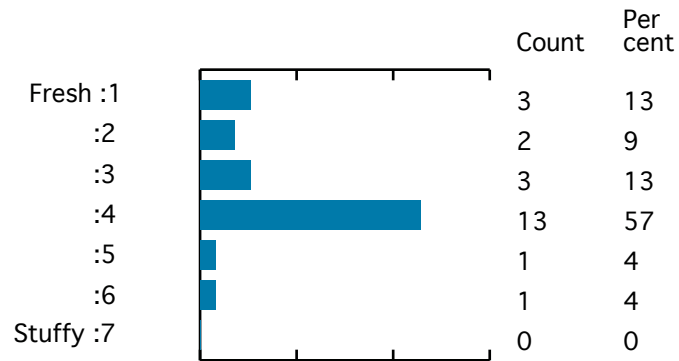
Study mean: 3 | Study building percentile: 12 | Quintile: 1
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Air in summer: fresh/stuffy

Score: 3.43			
	L	Mean	U
Benchmark	3.81	3.99	4.16
Scale midpoint	3.82	4	4.17
	Study mean		Scale midpoint
C Airsfresh	Percentile	20	44

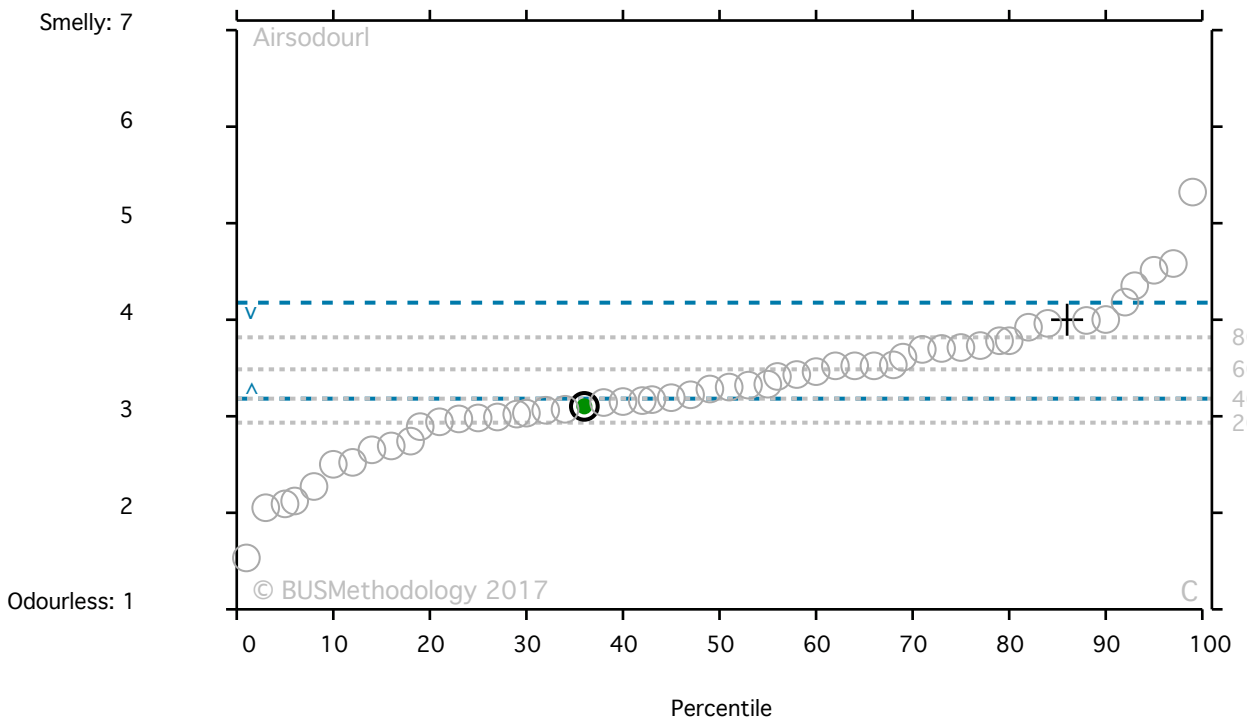
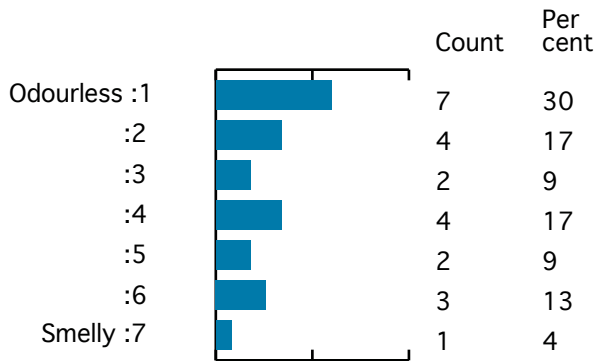
Study mean: 3.43 | Study building percentile: 20 | Quintile: 1
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Air in summer: odourless/smelly

Score: 3.13			
	L	Mean	U
Benchmark	3.17	3.35	3.52
Scale midpoint	3.82	4	4.17
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	36		86
C Airsodourl			

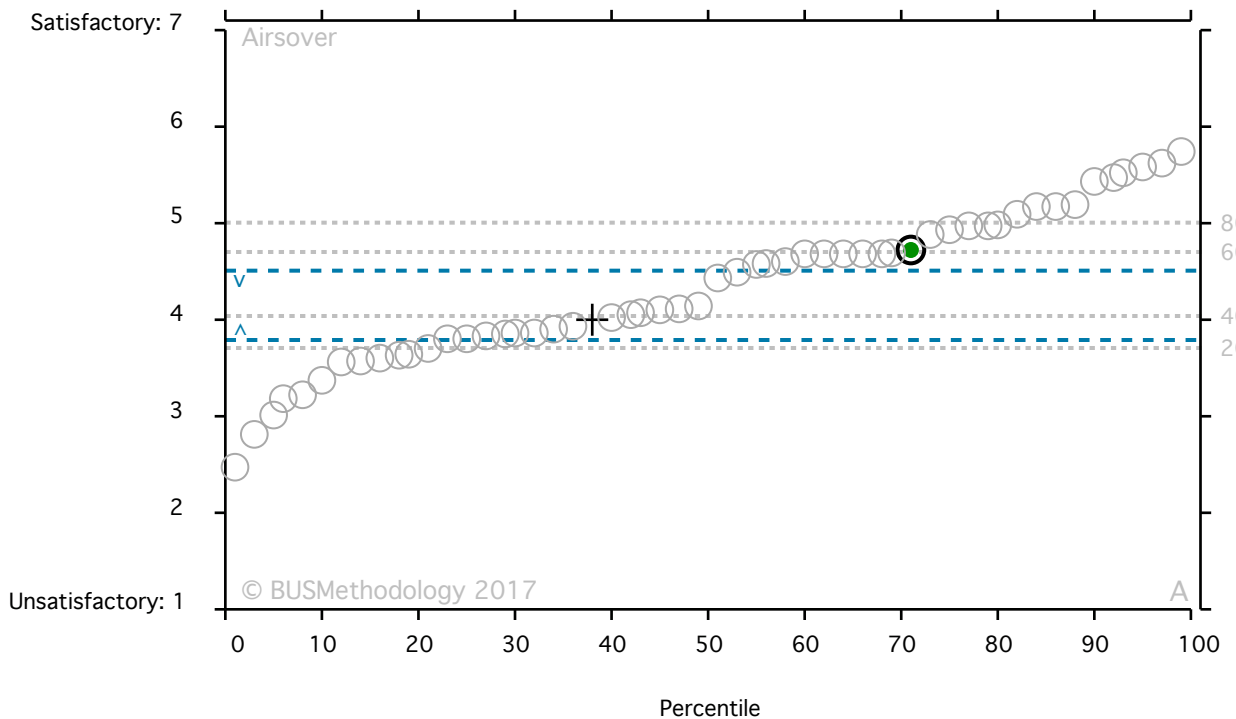
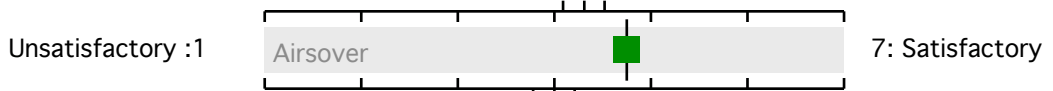
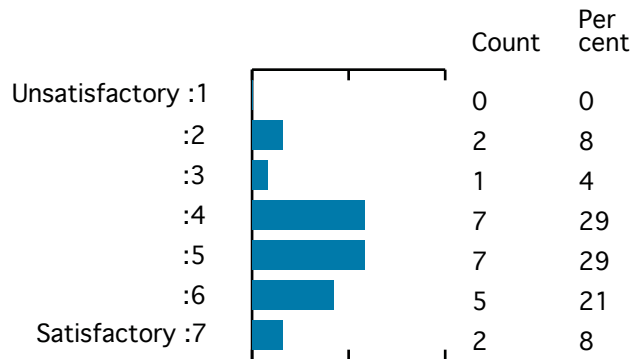
Study mean: 3.13 | Study building percentile: 36 | Quintile: 2
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Air in summer: overall

Score: 4.75			
	L	Mean	U
Benchmark	4.09	4.31	4.52
Scale midpoint	3.78	4	4.21
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	71		38
A Airsover			

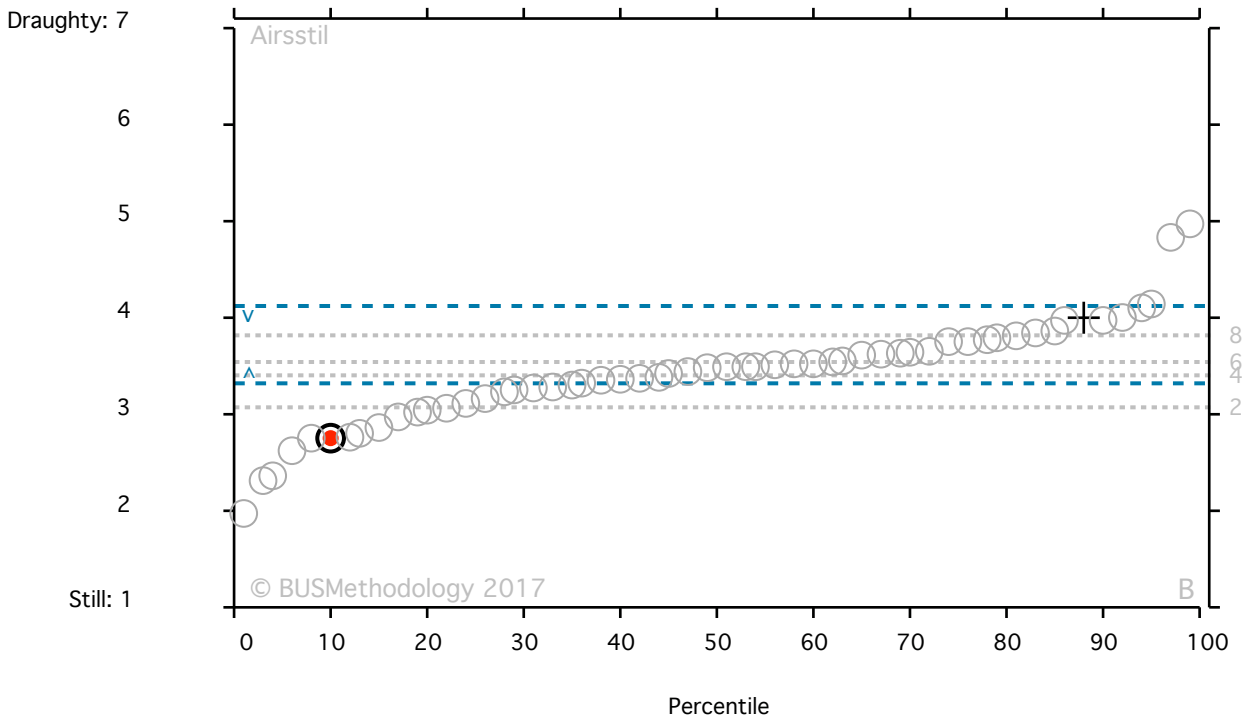
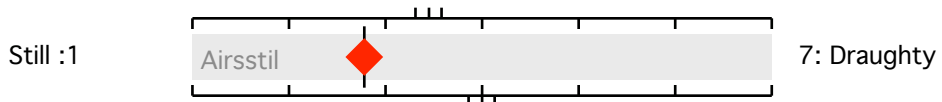
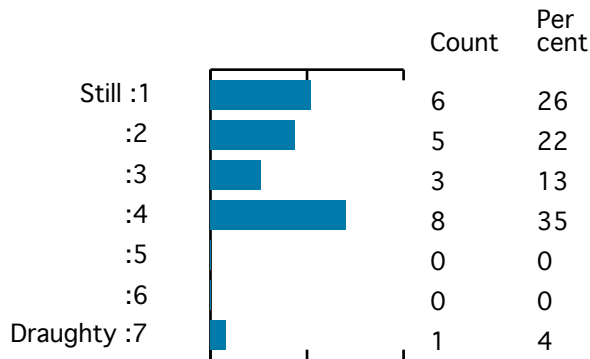
Study mean: 4.75 | Study building percentile: 71 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Air in summer: still/draughty

Score: 2.78			
	L	Mean	U
Benchmark	3.31	3.45	3.58
Scale midpoint	3.86	4	4.13
	Study mean		Scale midpoint
B Airsstil	Percentile	10	88

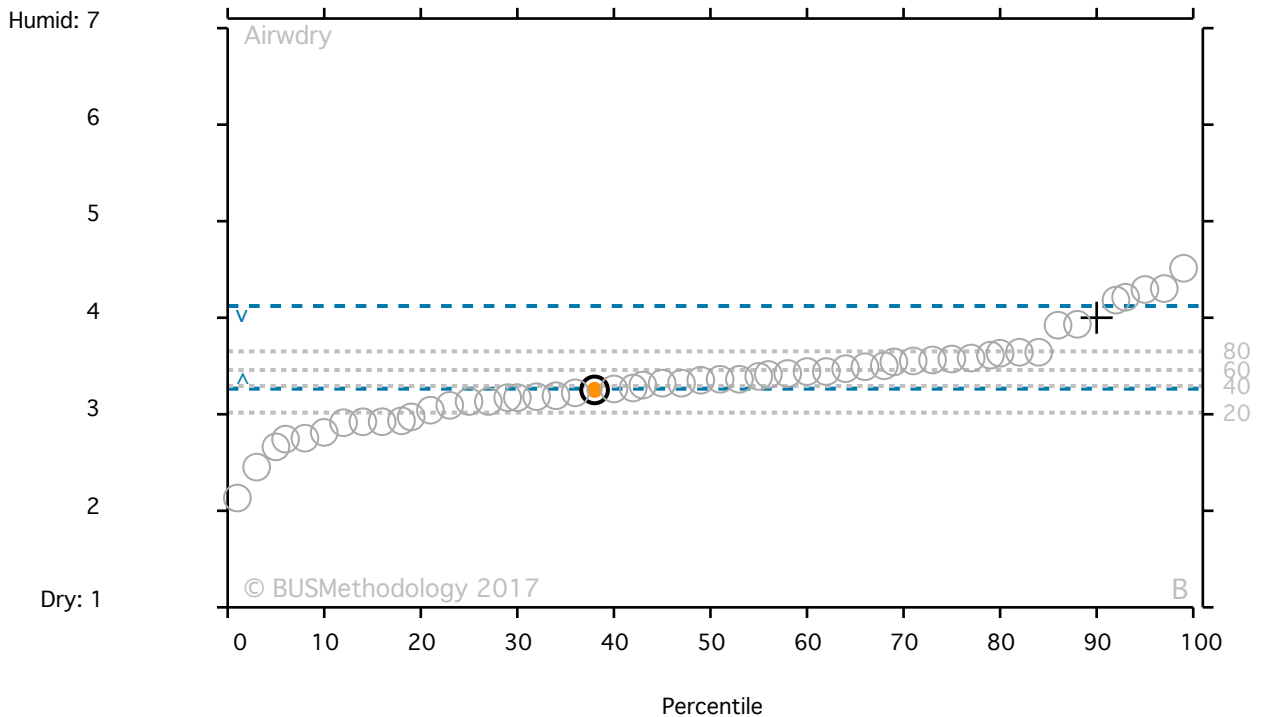
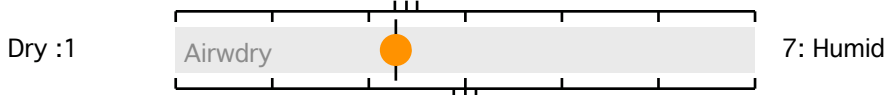
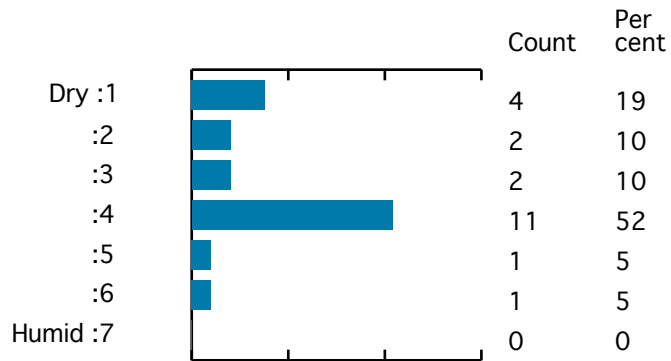
Study mean: 2.78 | Study building percentile: 10 | Quintile: 1
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Air in winter: dry/humid

Score: 3.28			
	L	Mean	U
Benchmark	3.27	3.39	3.5
Scale midpoint	3.88	4	4.11
	Study mean		Scale midpoint
B Airwdry	Percentile	38	90

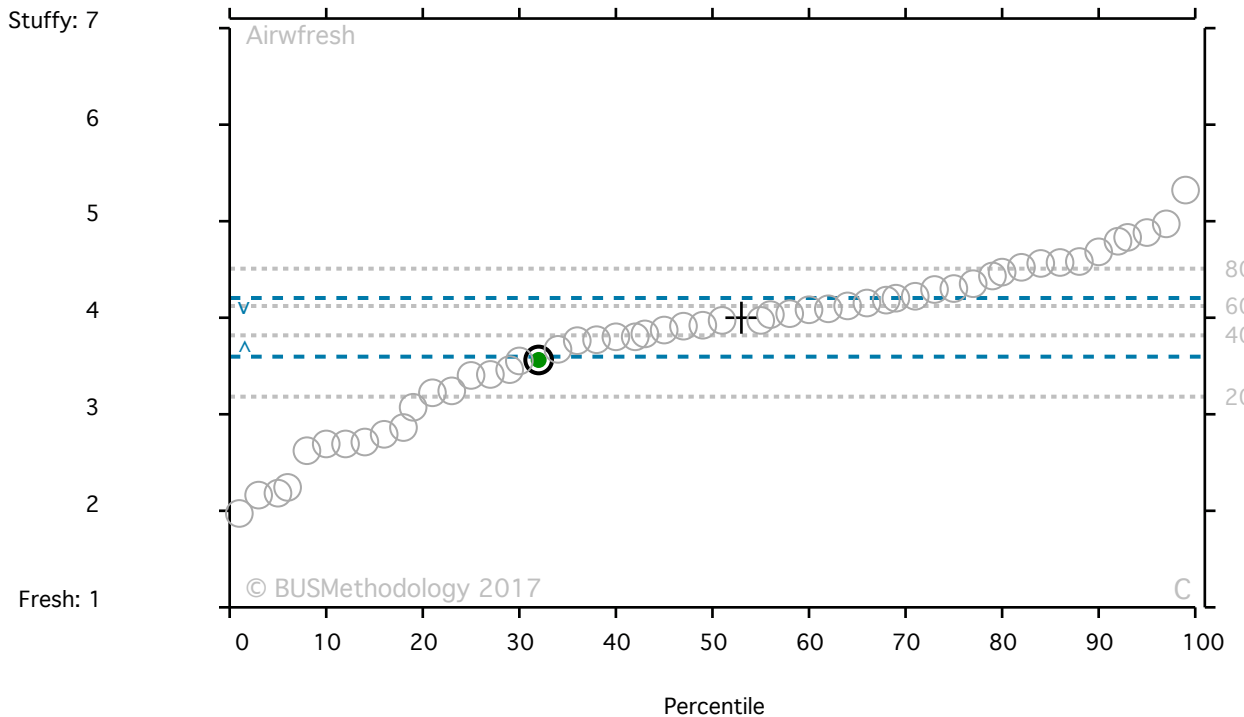
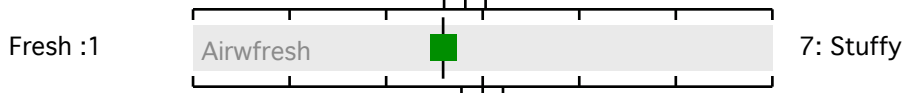
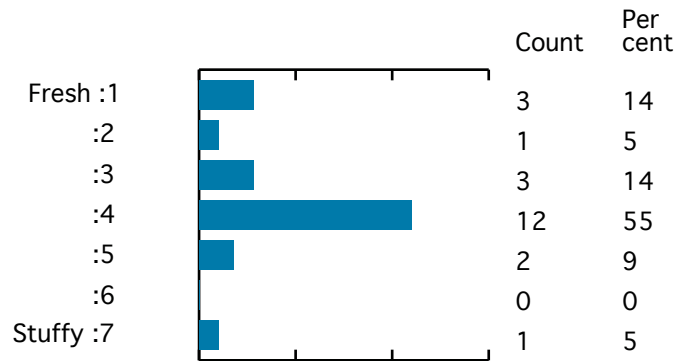
Study mean: 3.28 | Study building percentile: 38 | Quintile: 2
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Air in winter: fresh/stuffy

Score: 3.59			
	L	Mean	U
Benchmark	3.6	3.82	4.03
Scale midpoint	3.78	4	4.21
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	32		53
C Airwfresh			

Study mean: 3.59 | Study building percentile: 32 | Quintile: 2
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017

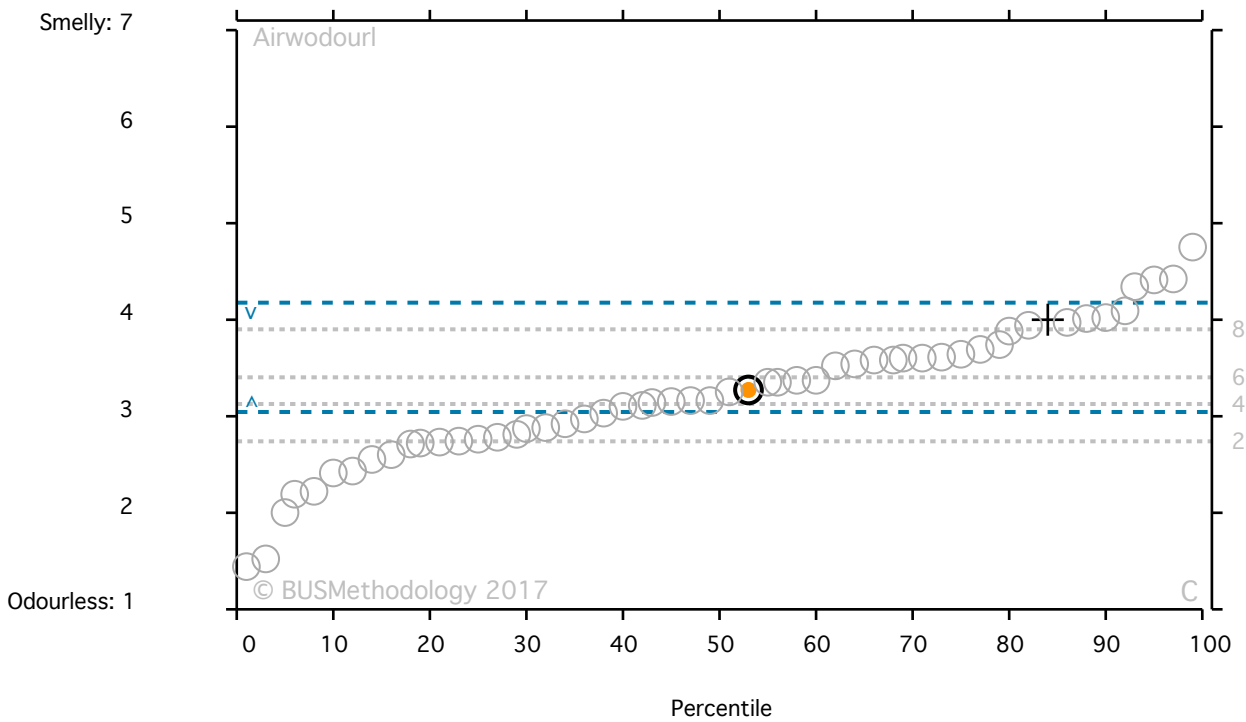
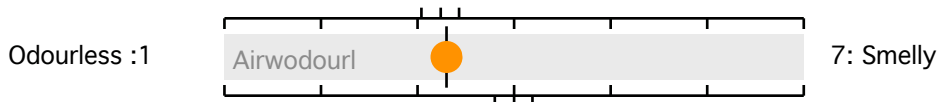


Air in winter: odourless/smelly

Score: 3.3			
	L	Mean	U
Benchmark	3.04	3.24	3.43
Scale midpoint	3.8	4	4.19
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	53		84
C Airwodourl			

Study mean: 3.3 | Study building percentile: 53 | Quintile: 3
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017

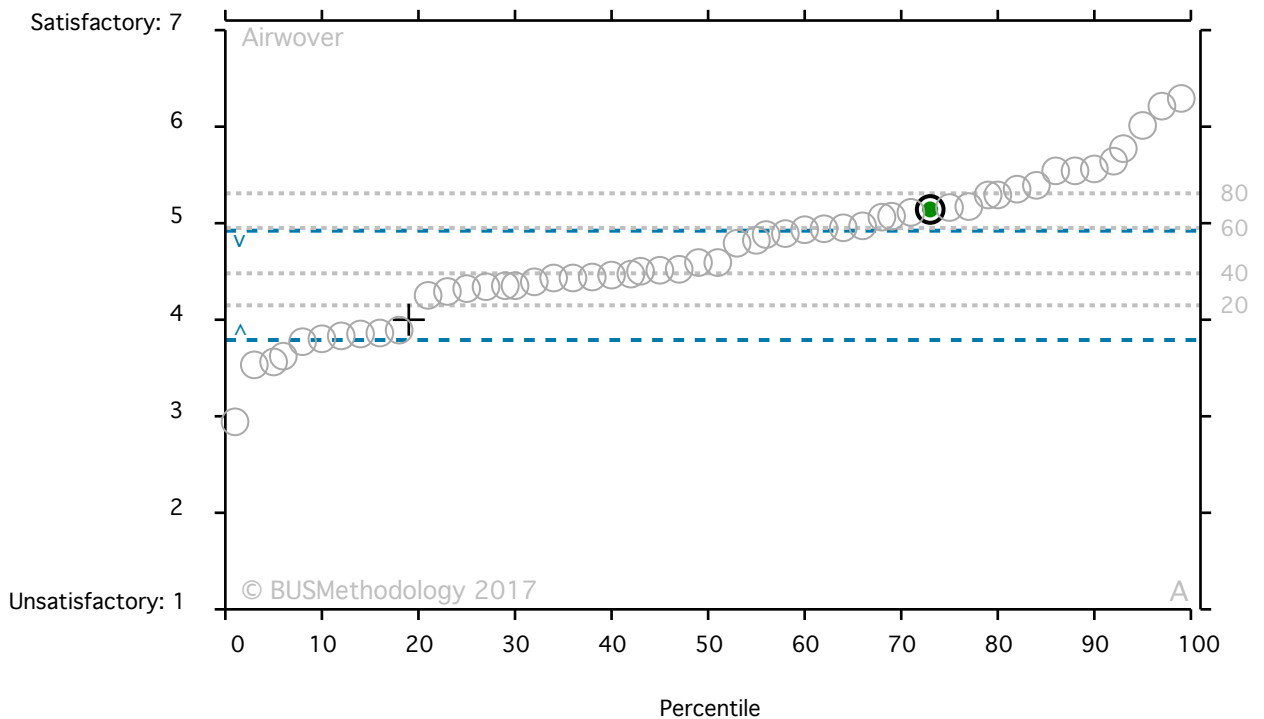
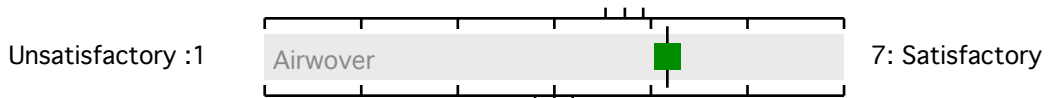
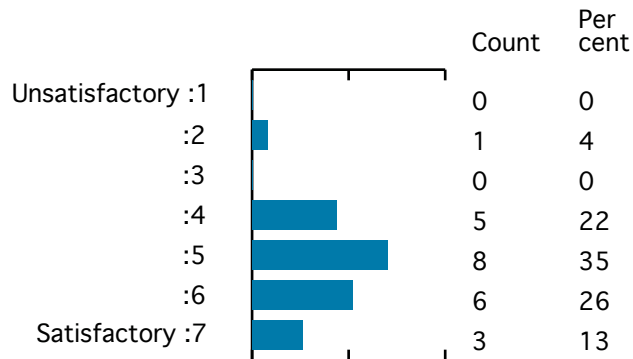
	Count	Per cent
Odourless :1	6	26
:2	3	13
:3	3	13
:4	4	17
:5	3	13
:6	4	17
Smelly :7	0	0



Air in winter overall

Score: 5.17			
	L	Mean	U
Benchmark	4.53	4.73	4.92
Scale midpoint	3.8	4	4.19
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	73		19
A Airover			

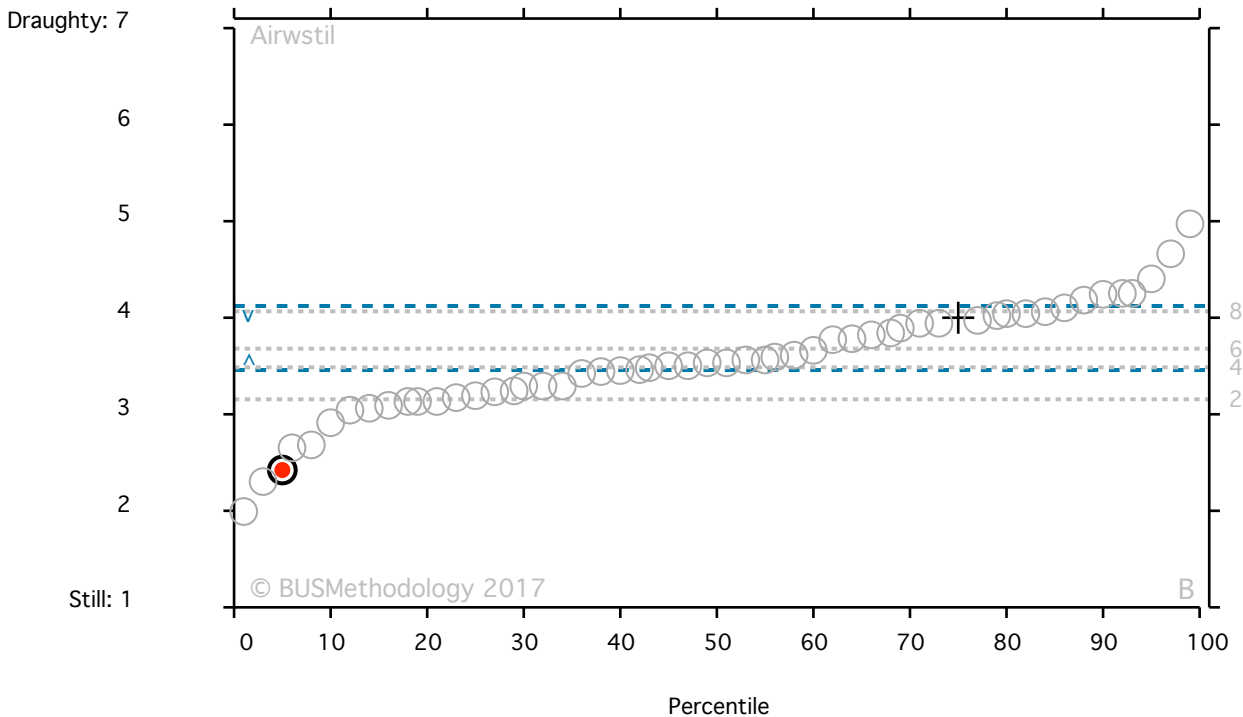
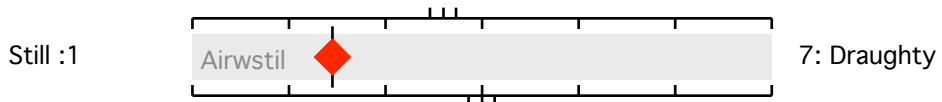
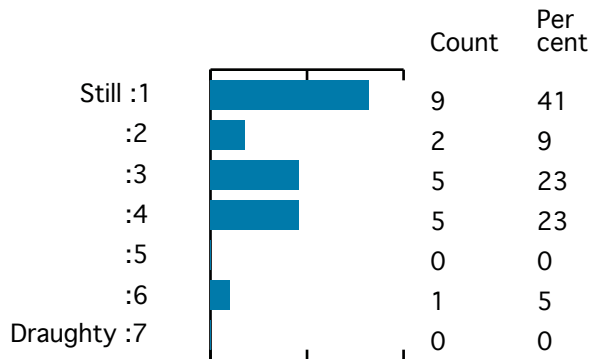
Study mean: 5.17 | Study building percentile: 73 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Air in winter: still/draughty

Score: 2.45			
	L	Mean	U
Benchmark	3.46	3.6	3.73
Scale midpoint	3.86	4	4.13
	Study mean		Scale midpoint
B Airwstil	Percentile	5	75

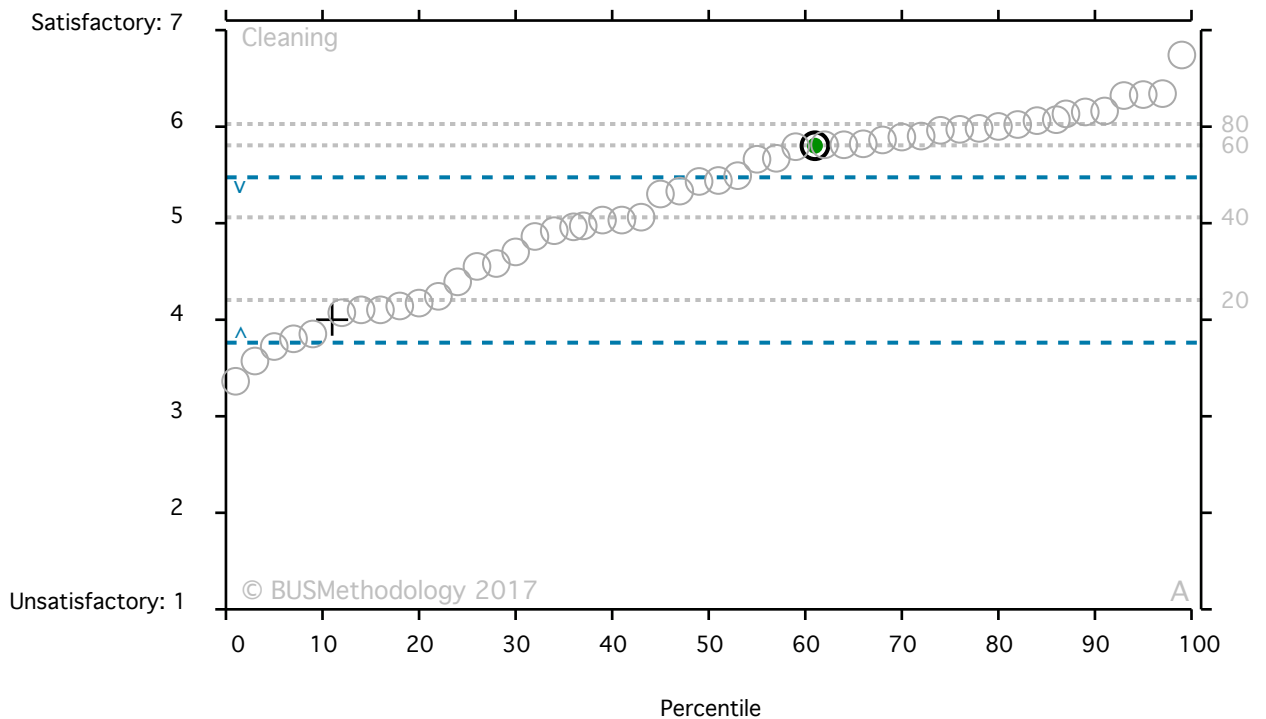
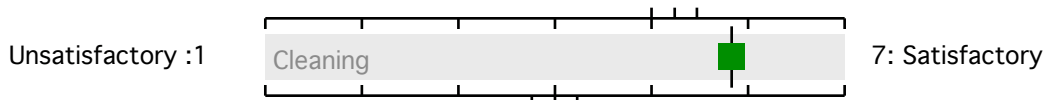
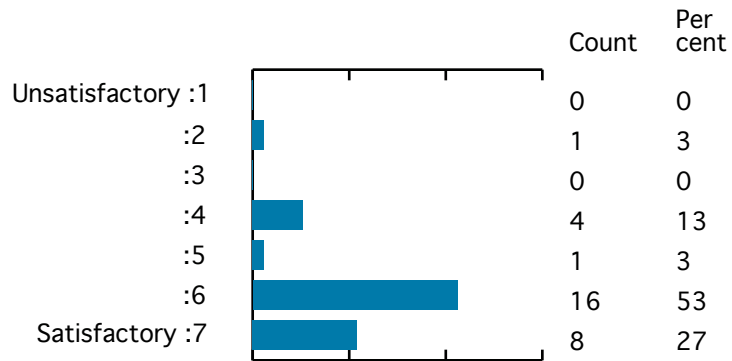
Study mean: 2.45 | Study building percentile: 5 | Quintile: 1
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Cleaning

Score: 5.83			
	L	Mean	U
Benchmark	5	5.24	5.47
Scale midpoint	3.76	4	4.23
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	61		11
A Cleaning			

Study mean: 5.83 | Study building percentile: 61 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



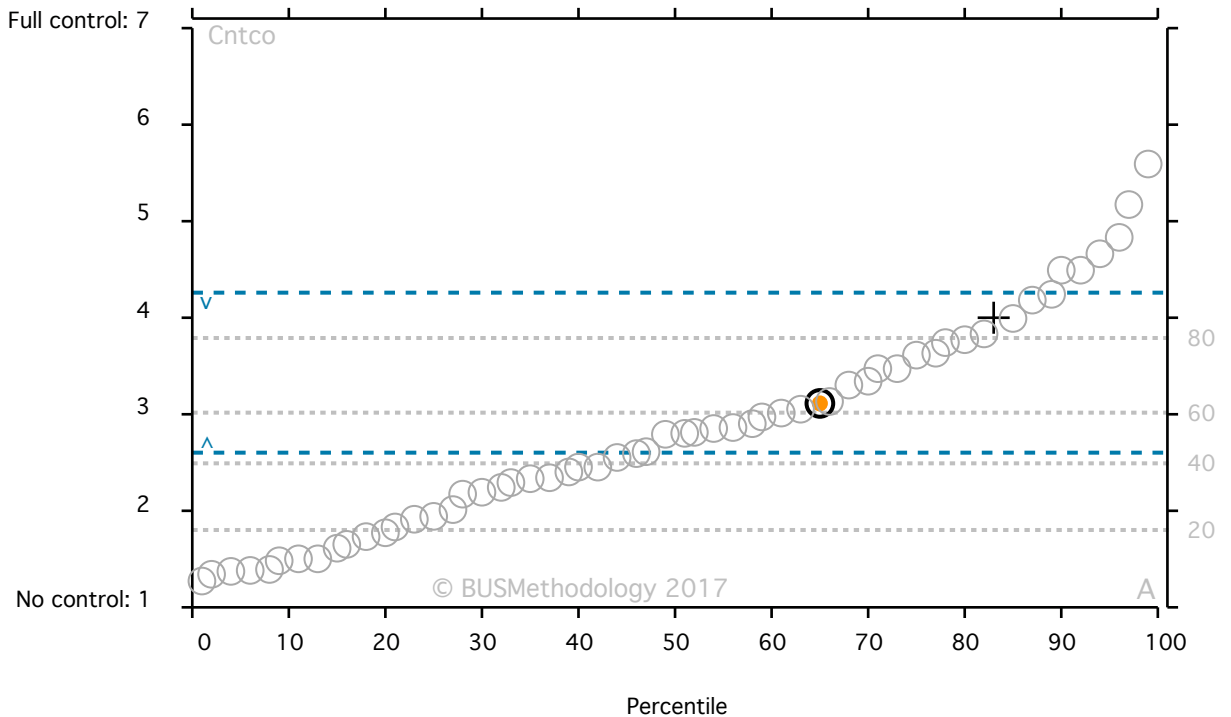
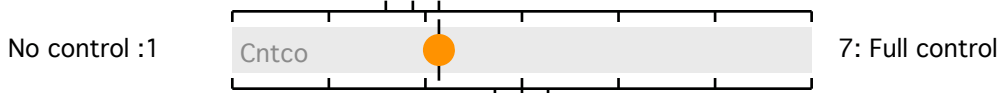
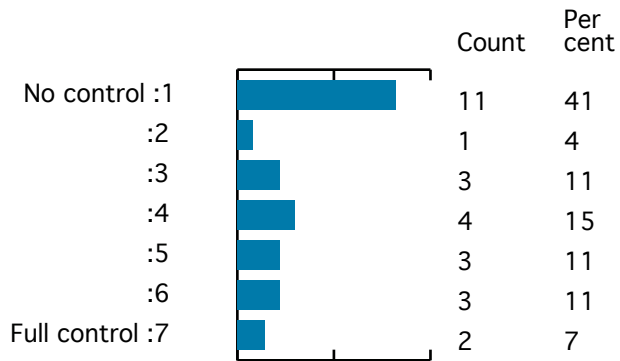
Control over cooling

Score: 3.14

	L	Mean	U
Benchmark	2.59	2.87	3.14
Scale midpoint	3.72	4	4.27
Study mean			
Percentile	65		83

A | Cntco

Study mean: 3.14 | Study building percentile: 65 | Quintile: 4
 Building code: 1462lnital | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017

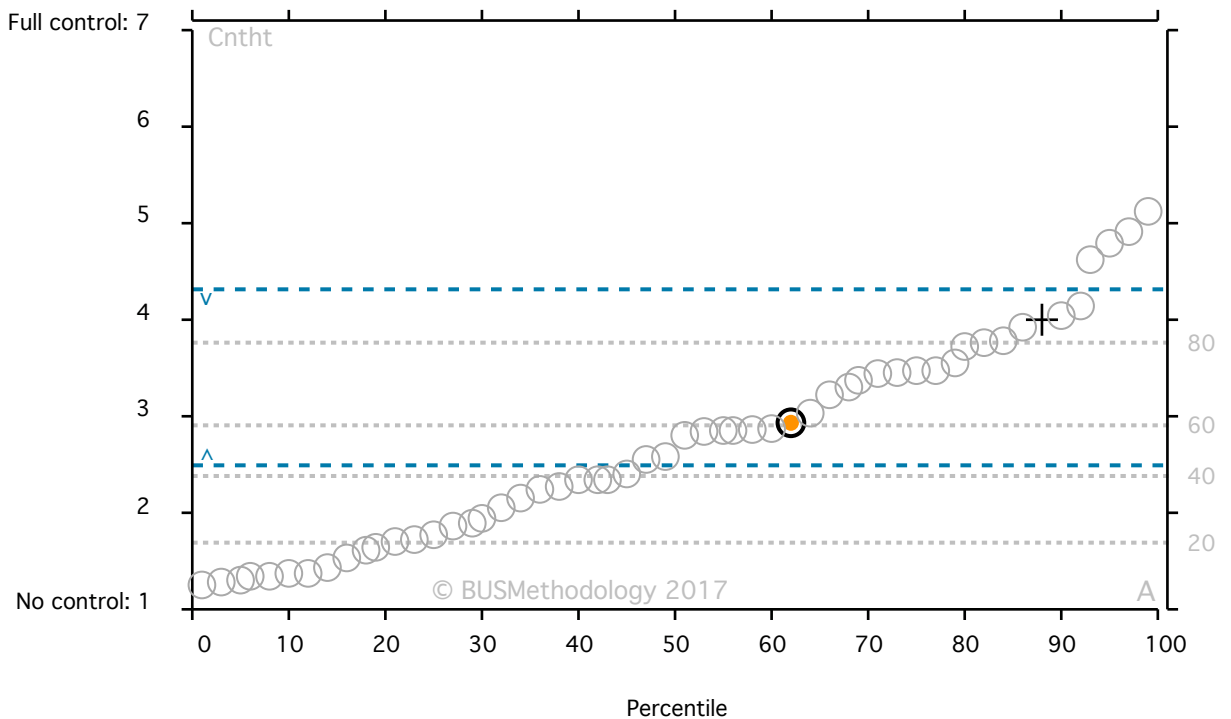
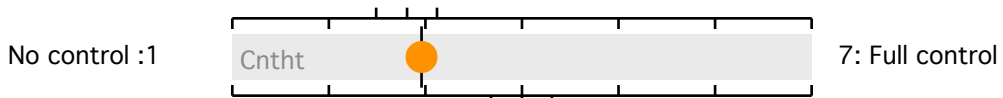


Control over heating

Score: 2.96			
	L	Mean	U
Benchmark	2.49	2.81	3.12
Scale midpoint	3.68	4	4.31
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	62		88
A Cnht			

Study mean: 2.96 | Study building percentile: 62 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017

	Count	Per cent
No control :1	12	46
:2	1	4
:3	3	12
:4	3	12
:5	2	8
:6	3	12
Full control :7	2	8



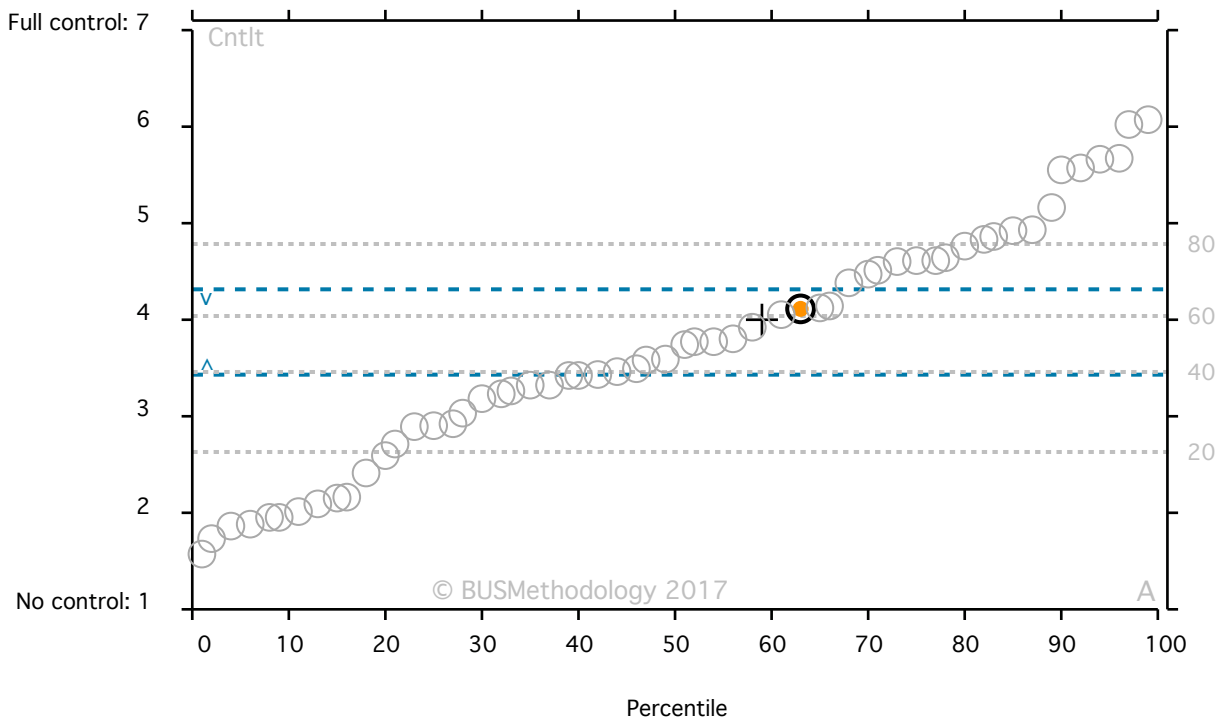
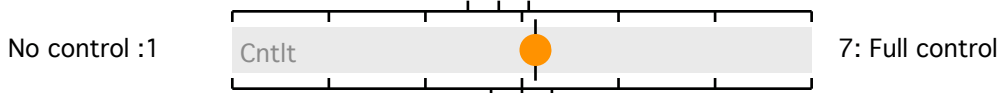
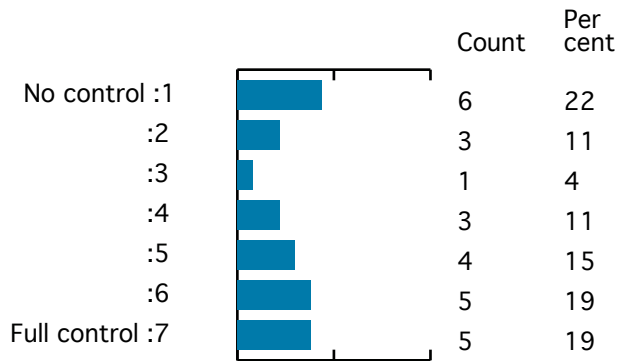
Control over lighting

Score: 4.14

	L	Mean	U
Benchmark	3.44	3.76	4.07
Scale midpoint	3.68	4	4.31
Study mean			Scale midpoint
Percentile	63		59

A | Cntl

Study mean: 4.14 | Study building percentile: 63 | Quintile: 4
 Building code: 1462lnital | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



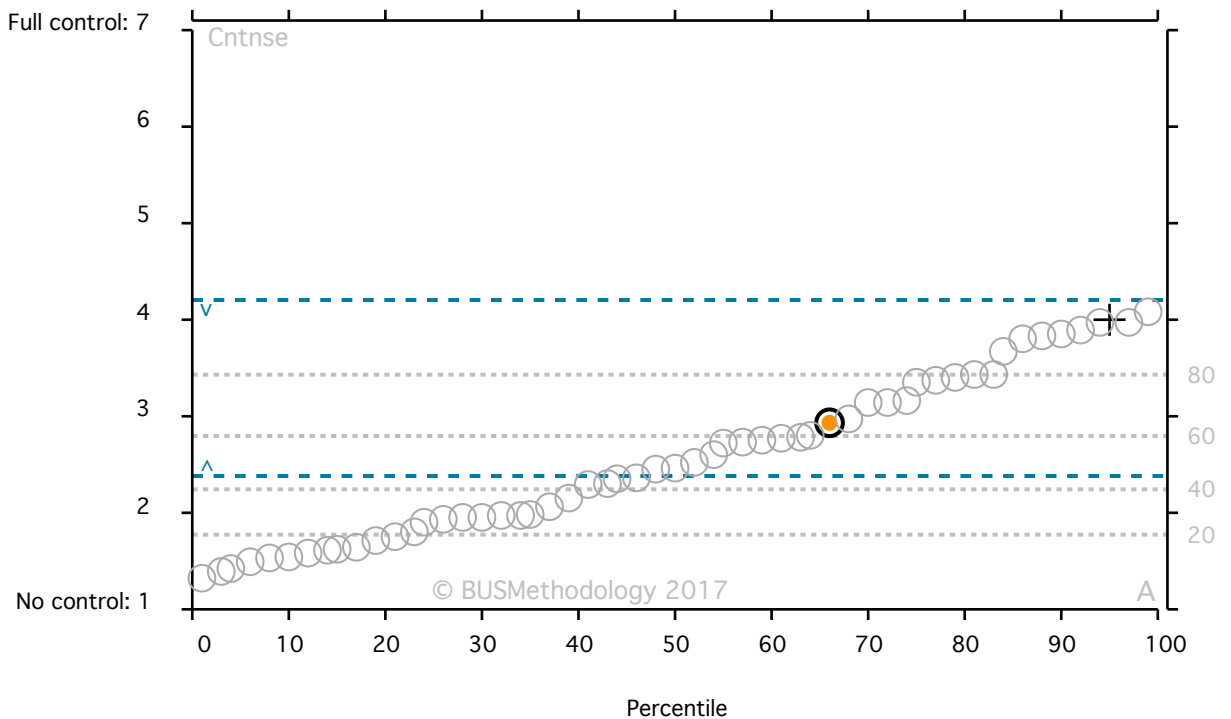
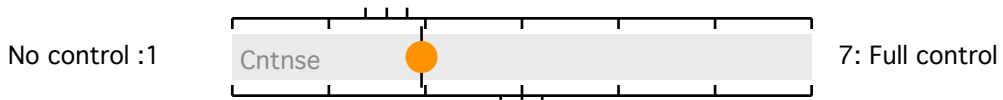
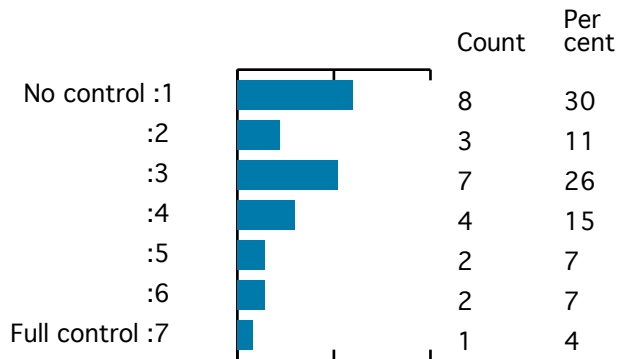
Control over noise

Score: 2.96

	L	Mean	U
Benchmark	2.38	2.6	2.81
Scale midpoint	3.78	4	4.21
Study mean			Scale midpoint
Percentile	66		95

A | Cntnse

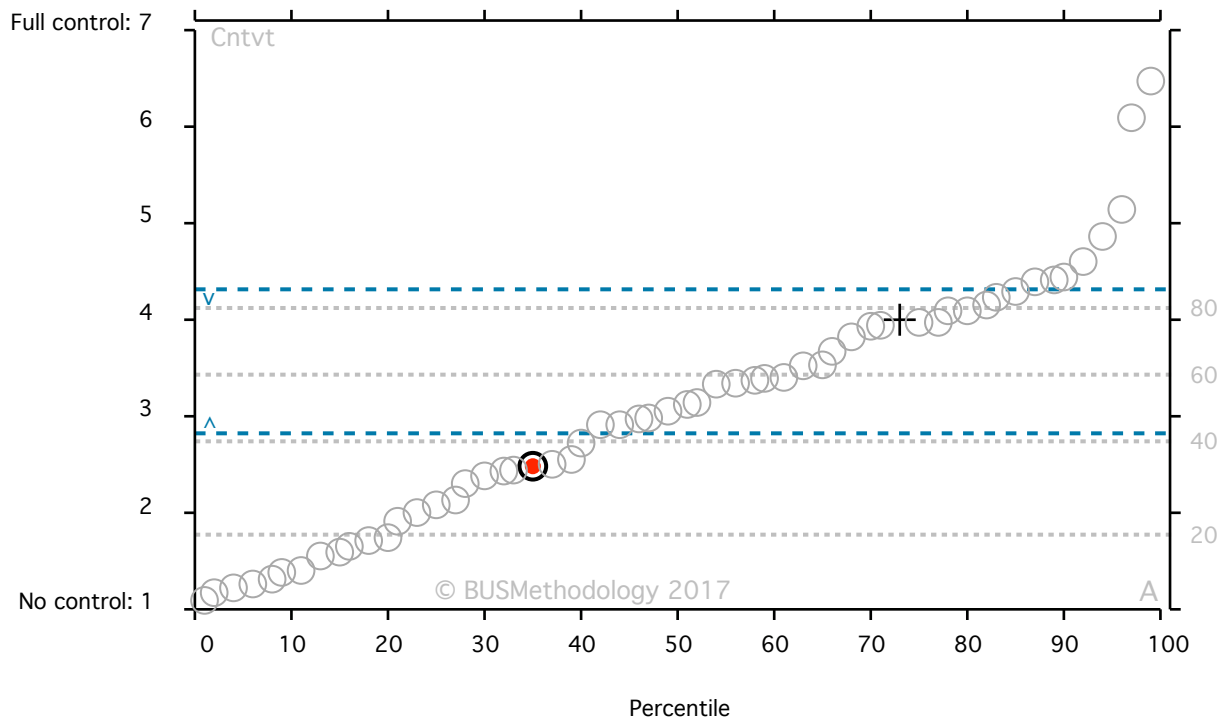
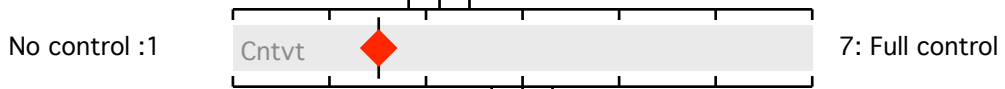
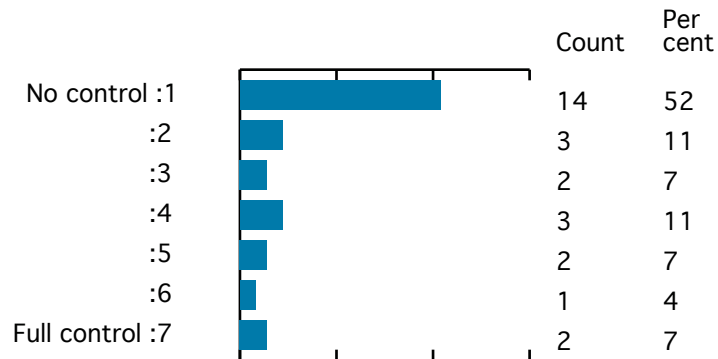
Study mean: 2.96 | Study building percentile: 66 | Quintile: 4
 Building code: 1462lnitial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Control over ventilation

Score: 2.51			
	L	Mean	U
Benchmark	2.82	3.14	3.45
Scale midpoint	3.68	4	4.31
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	35		73
A Cntvt			

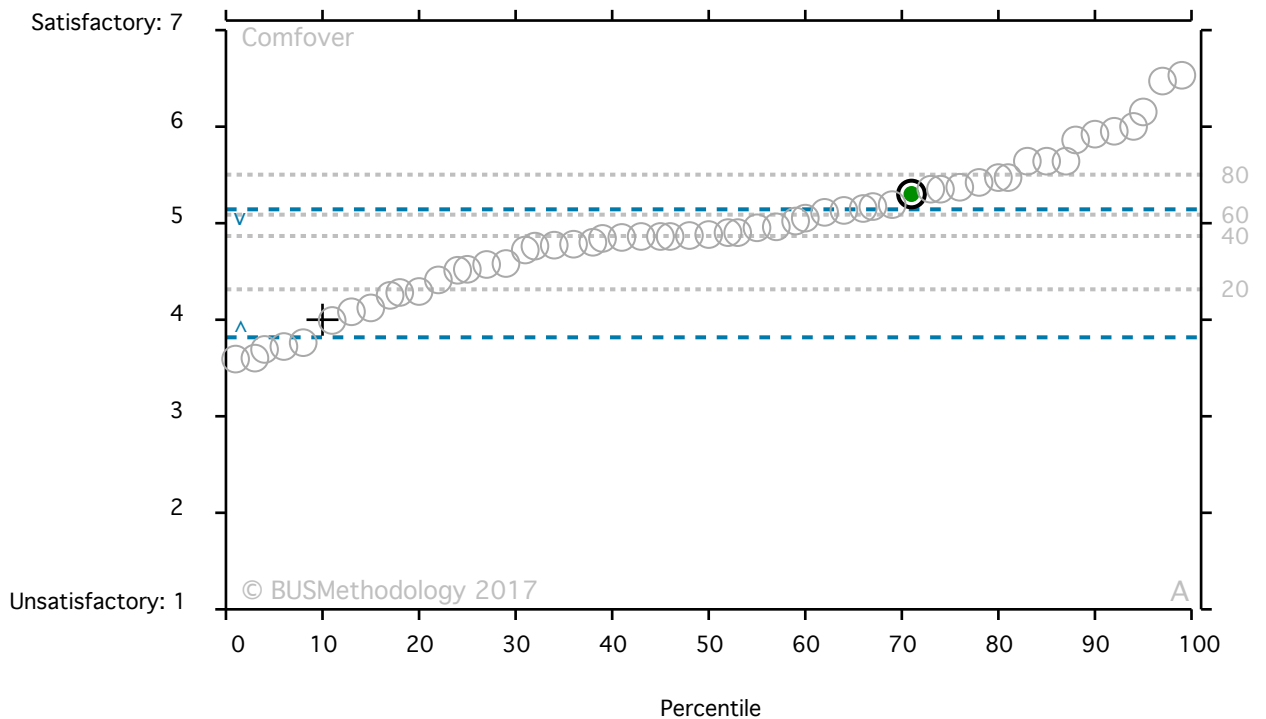
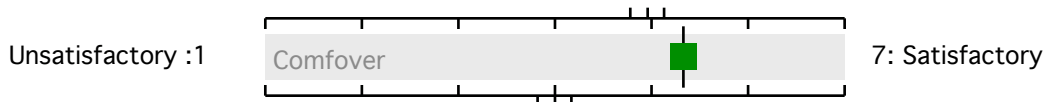
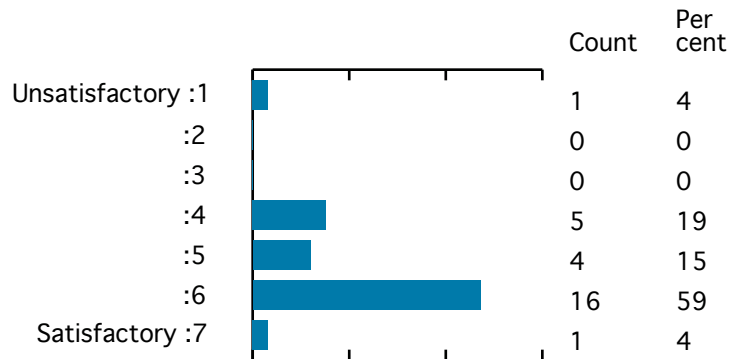
Study mean: 2.51 | Study building percentile: 35 | Quintile: 2
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Comfort: overall

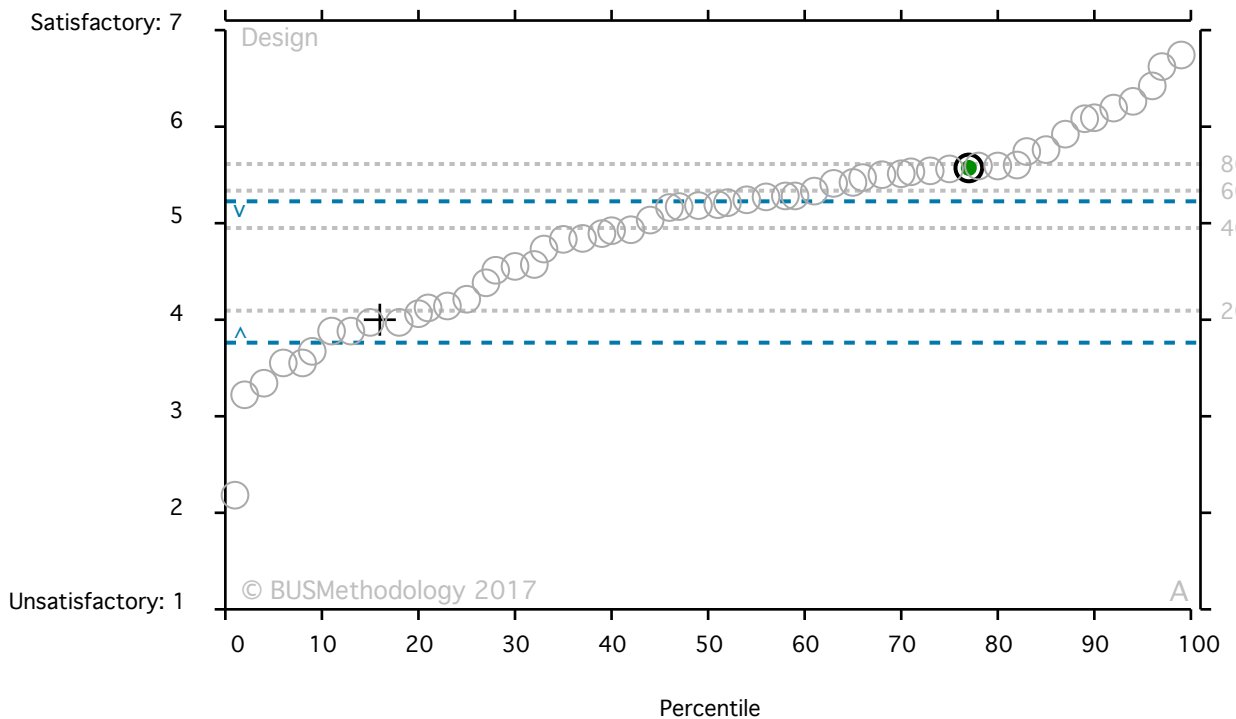
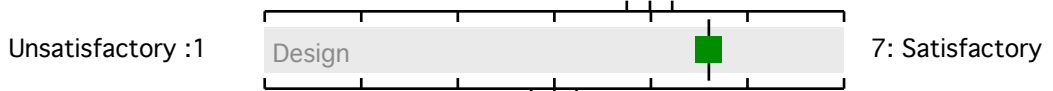
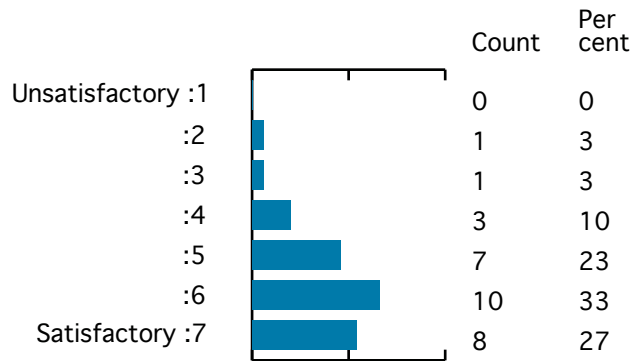
Score: 5.33			
	L	Mean	U
Benchmark	4.78	4.96	5.13
Scale midpoint	3.82	4	4.17
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	71		10
A Comfover			

Study mean: 5.33 | Study building percentile: 71 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Score: 5.6			
	L	Mean	U
Benchmark	4.75	4.99	5.22
Scale midpoint	3.76	4	4.23
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	77		16
A Design			

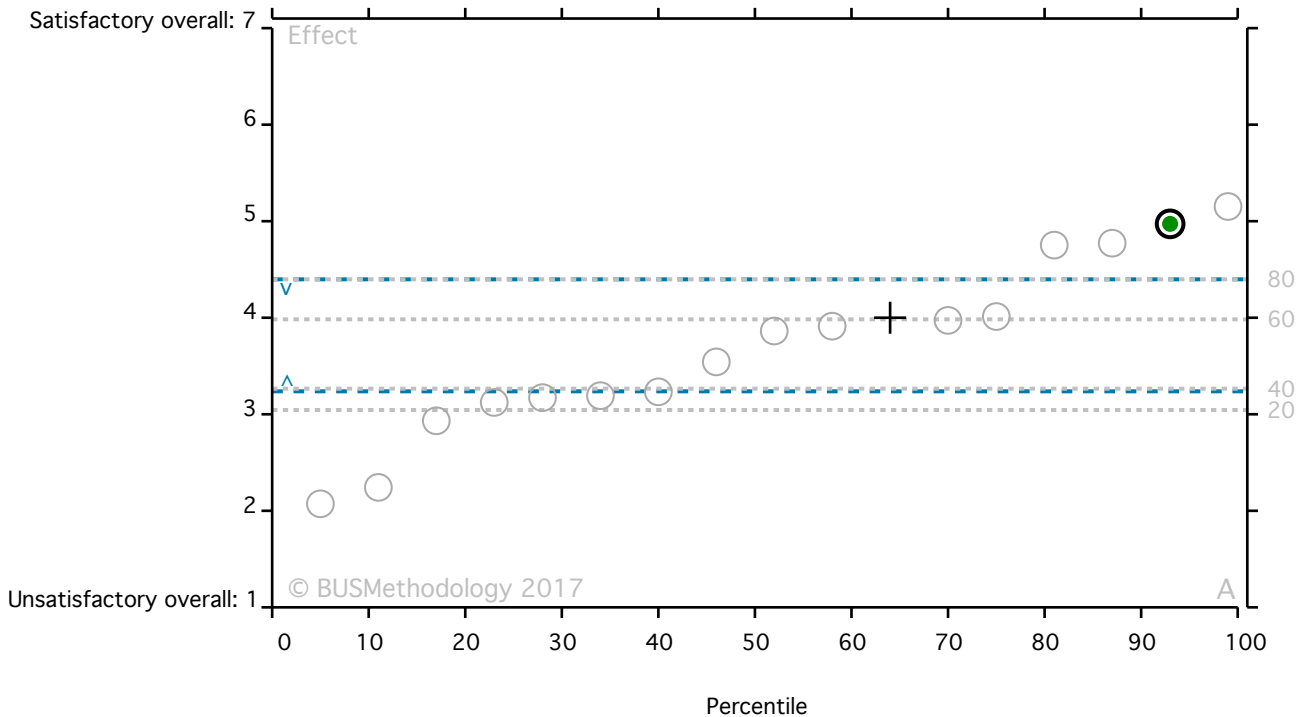
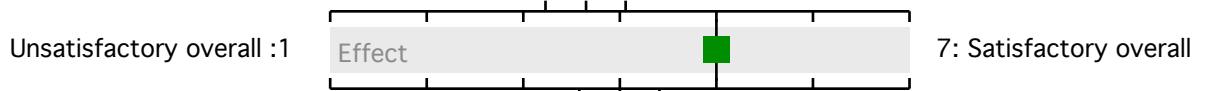
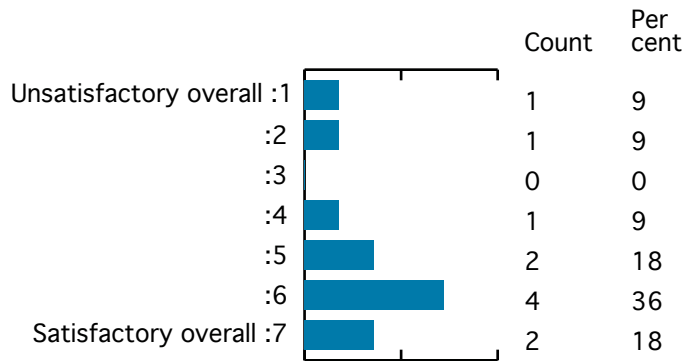
Study mean: 5.6 | Study building percentile: 77 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Effectiveness of response to requests for changes

Score: 5			
	L	Mean	U
Benchmark	3.23	3.65	4.06
Scale midpoint	3.58	4	4.41
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	93		64
A Effect			

Study mean: 5 | Study building percentile: 93 | Quintile: 5
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



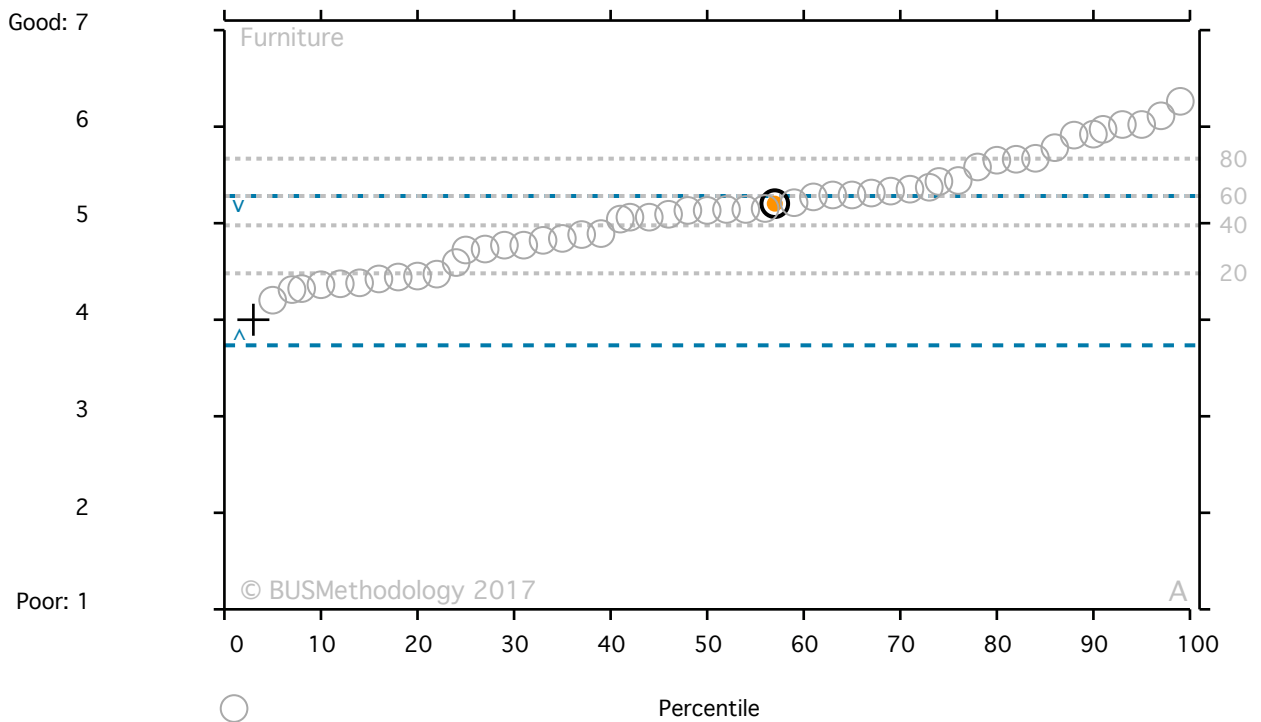
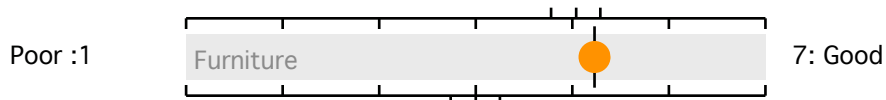
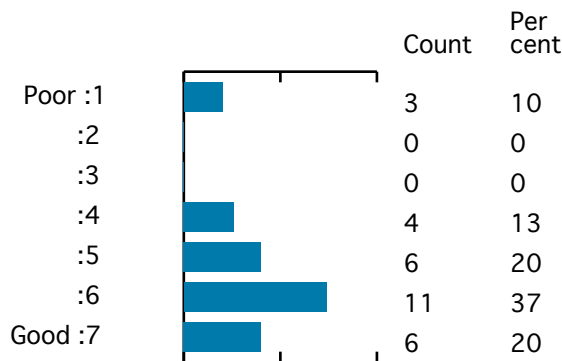
Furniture

Score: 5.23

	L	Mean	U
Benchmark	4.78	5.04	5.29
Scale midpoint	3.74	4	4.25
Study mean			
Percentile	57		3

A | Furniture

Study mean: 5.23 | Study building percentile: 57 | Quintile: 3
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Health (perceived)

Score: 4.88			
	L	Mean	U
Benchmark	3.98	4.2	4.41
Scale midpoint	3.78	4	4.21
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	80		43
A Health			

Study mean: 4.88 | Study building percentile: 80 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017

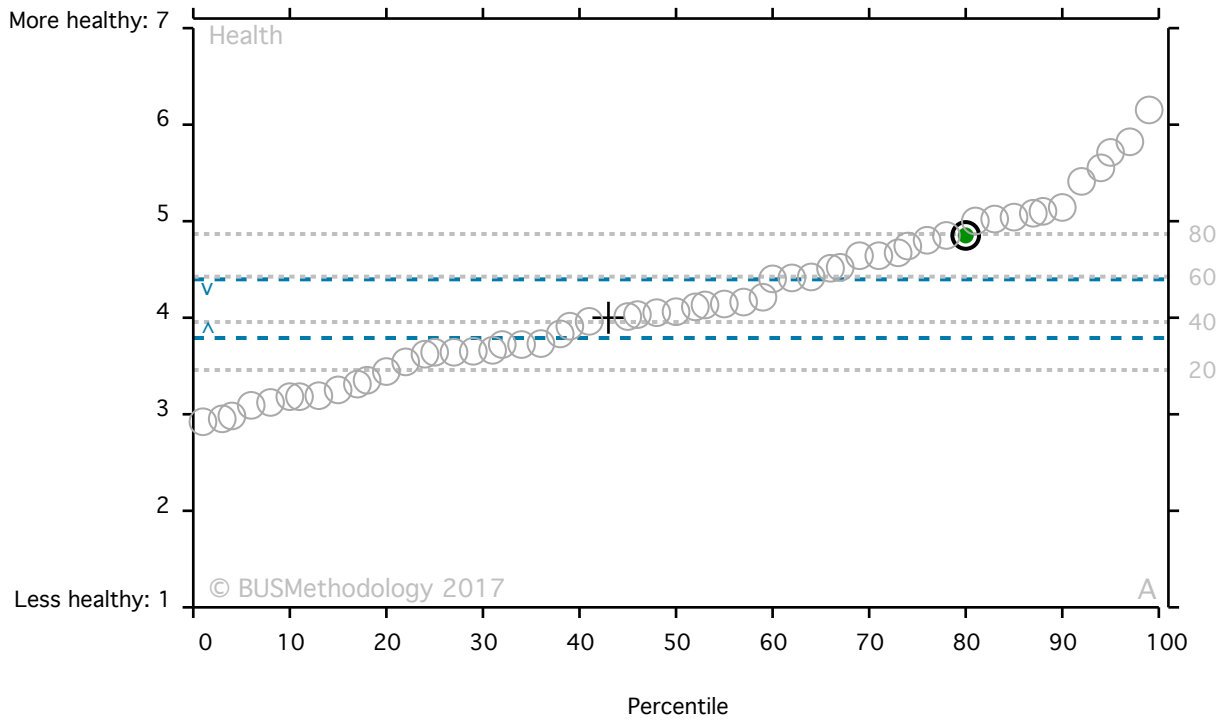
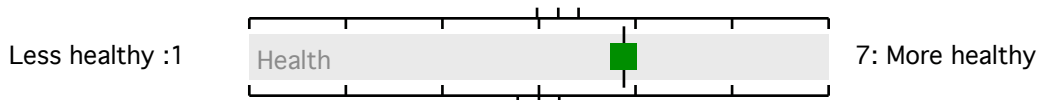
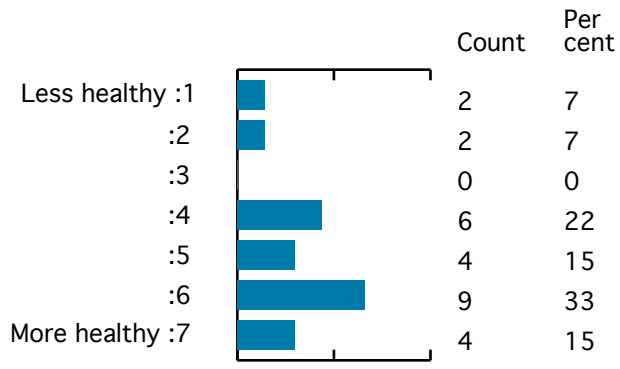
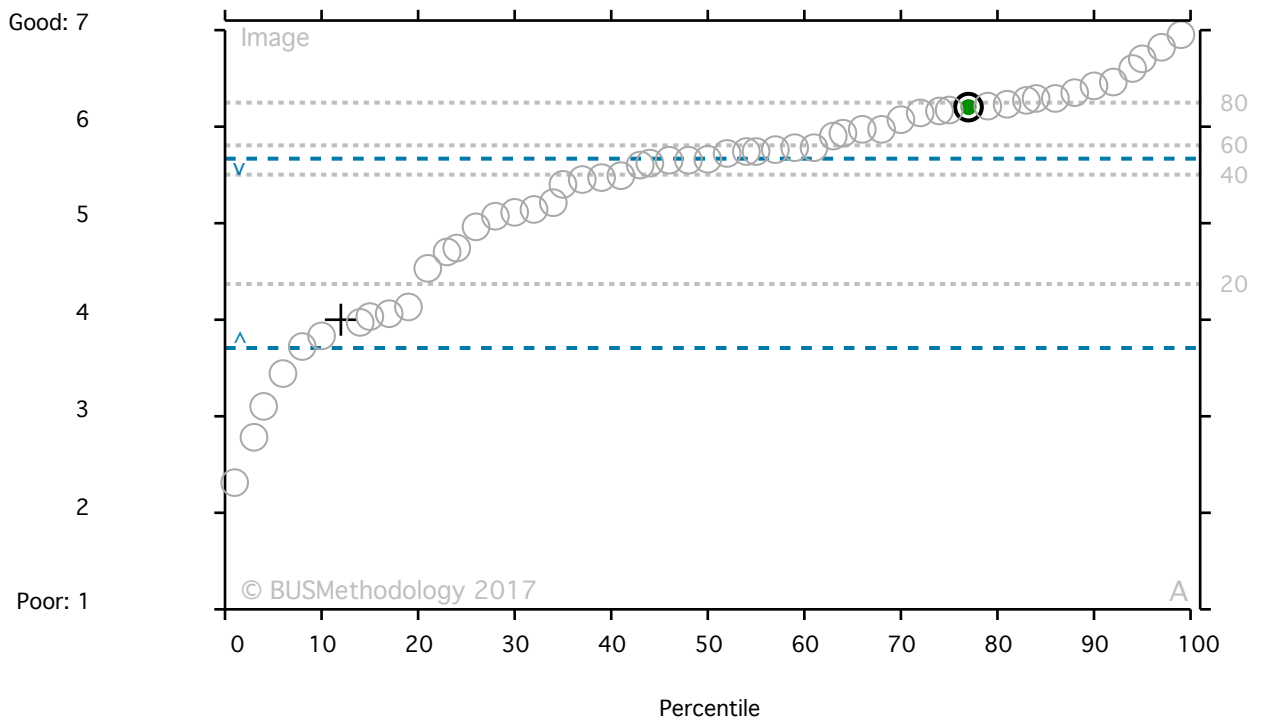
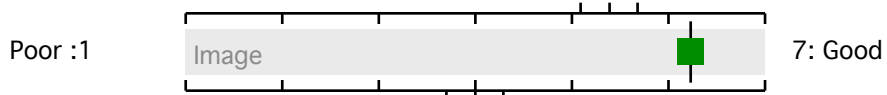
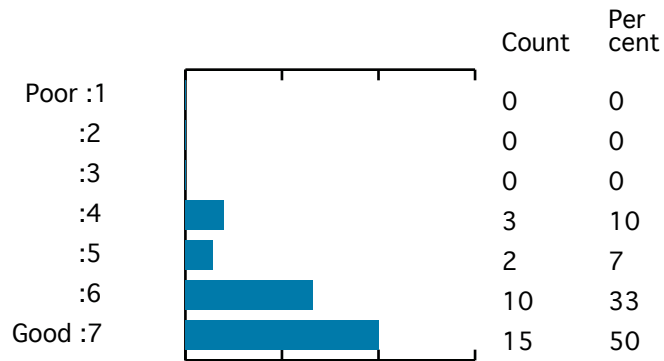


Image to visitors

Score: 6.23			
	L	Mean	U
Benchmark	5.09	5.39	5.68
Scale midpoint	3.7	4	4.29
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	77		12
A Image			

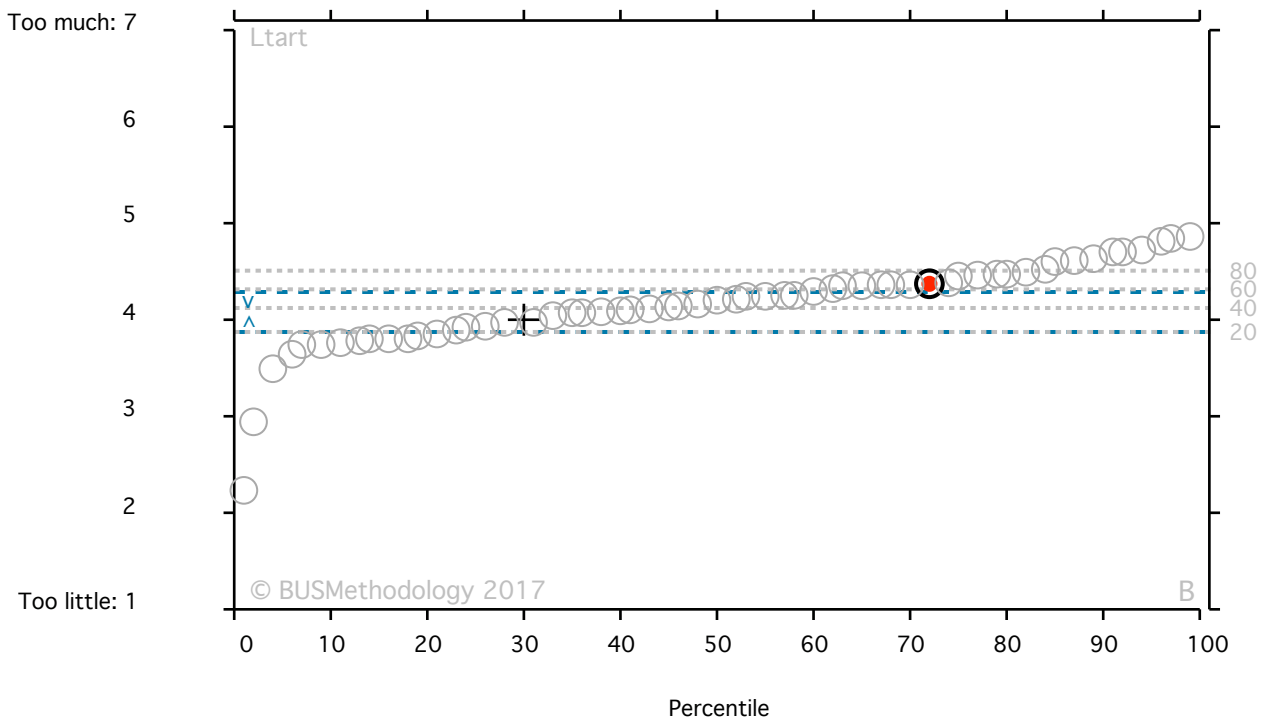
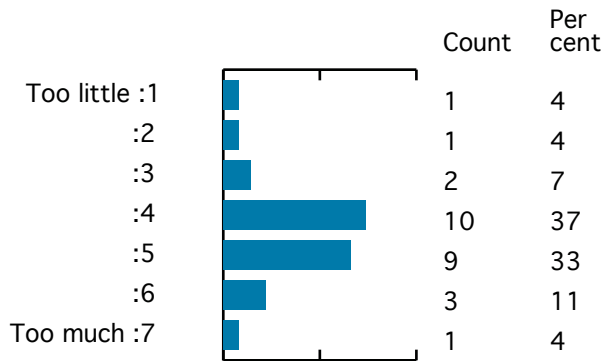
Study mean: 6.23 | Study building percentile: 77 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Lighting: artificial light

Score: 4.4			
	L	Mean	U
Benchmark	4.05	4.17	4.28
Scale midpoint	3.88	4	4.11
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	72		30
B Ltart			

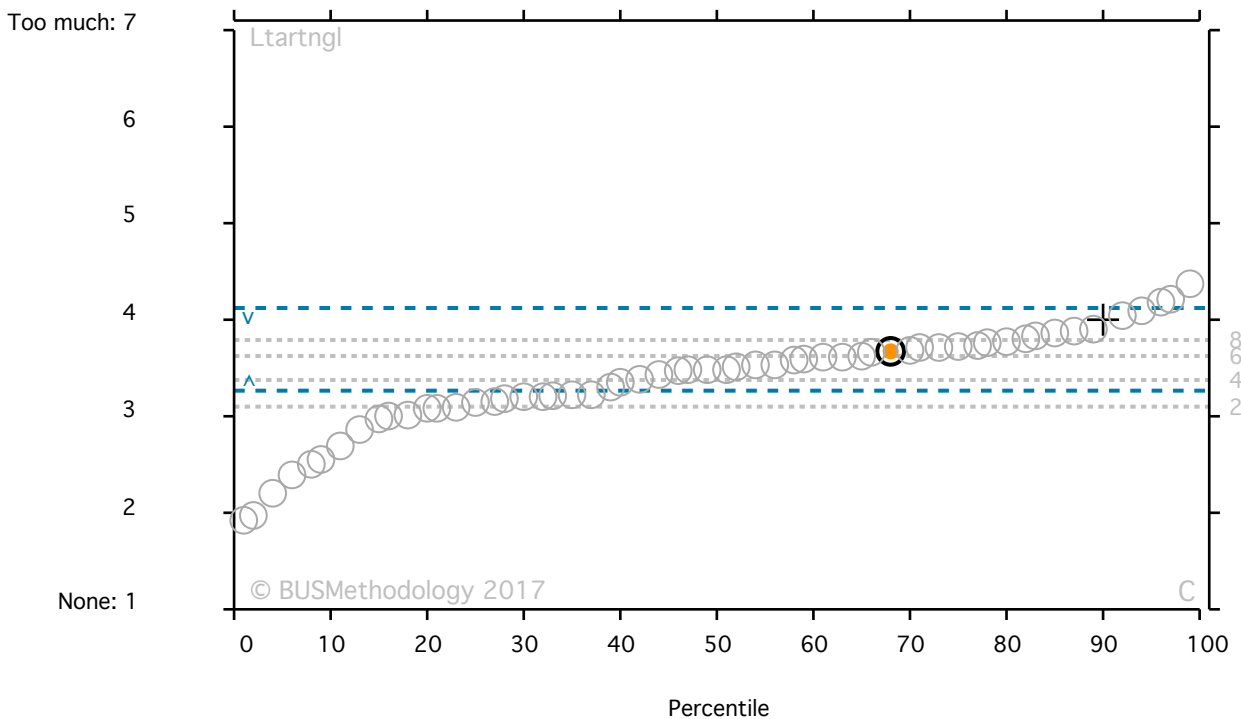
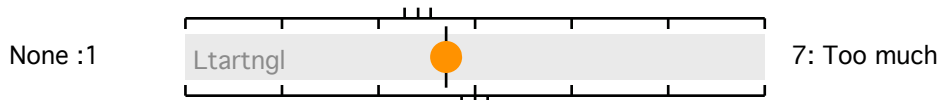
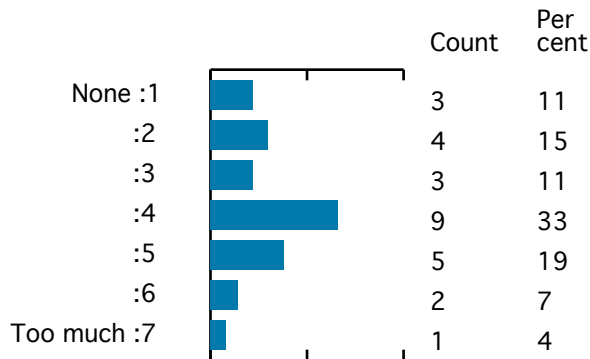
Study mean: 4.4 | Study building percentile: 72 | Quintile: 4
 Building code: 1462lnital | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Lighting: glare from lights

Score: 3.7			
	L	Mean	U
Benchmark	3.27	3.41	3.54
Scale midpoint	3.86	4	4.13
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	68		90
C Ltartngl			

Study mean: 3.7 | Study building percentile: 68 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017

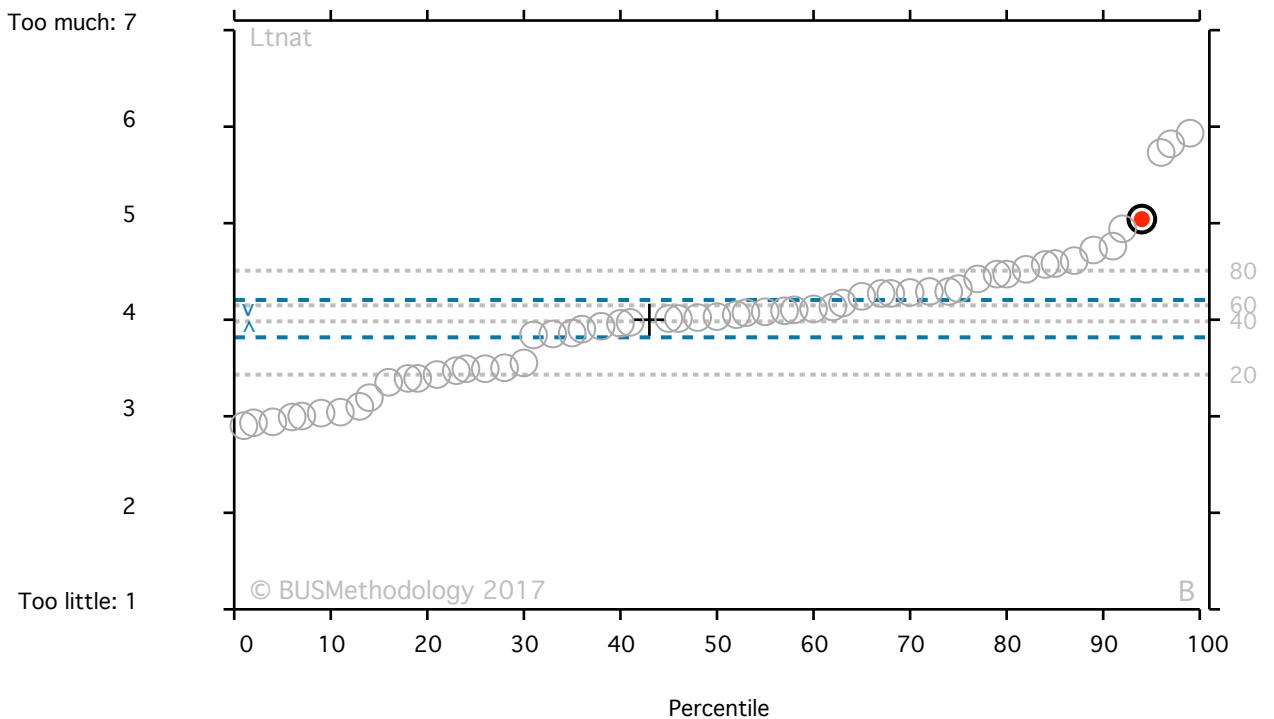
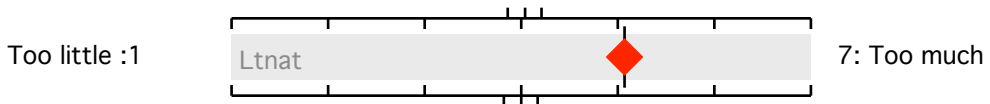


Lighting: natural light

Score: 5.07			
	L	Mean	U
Benchmark	3.86	4.04	4.21
Scale midpoint	3.82	4	4.17
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	94		43
B Ltnat			

Study mean: 5.07 | Study building percentile: 94 | Quintile: 5
 Building code: 1462lnital | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017

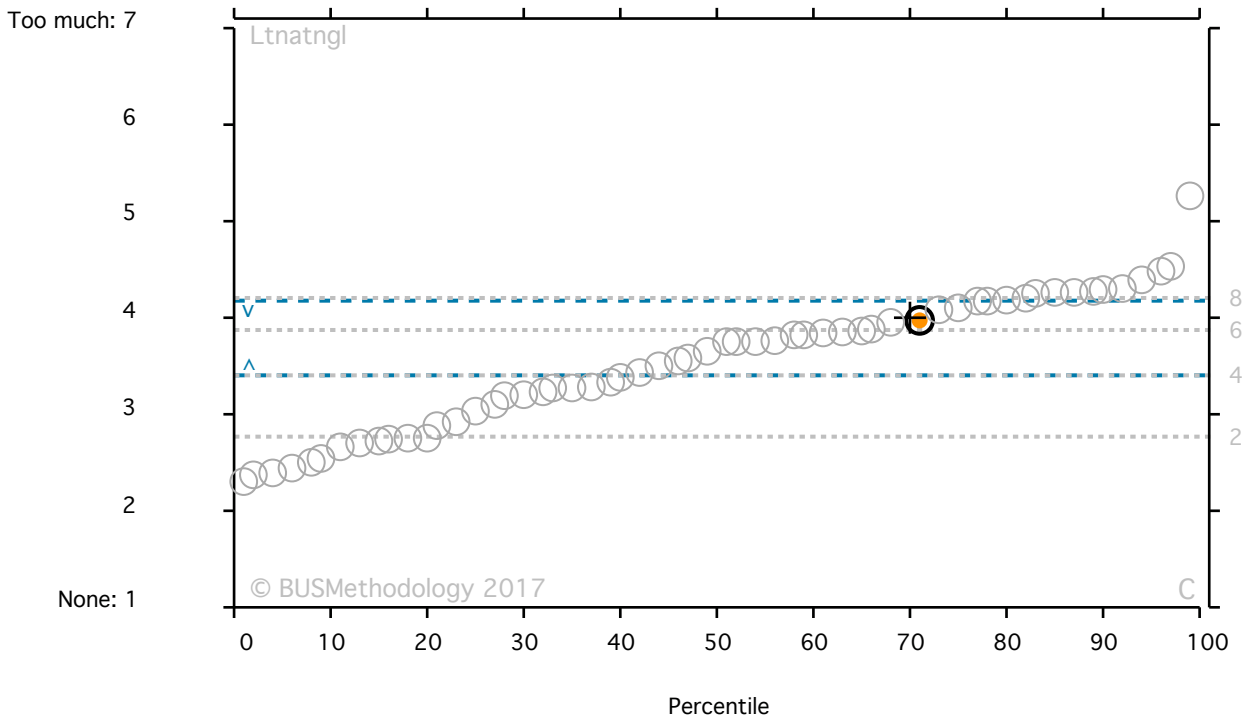
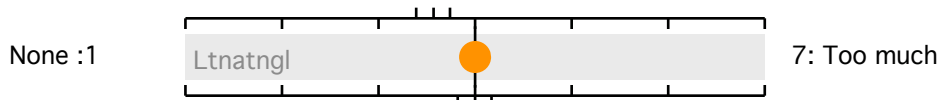
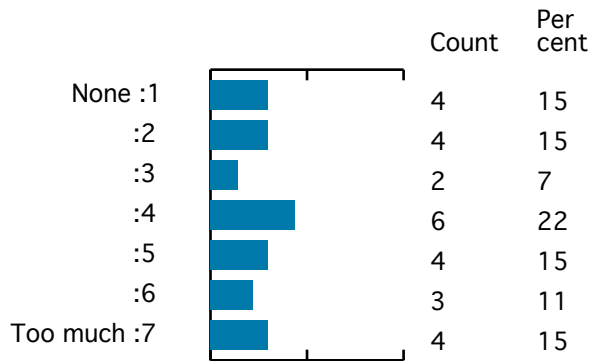
	Count	Per cent
Too little :1	3	11
:2	1	4
:3	0	0
:4	3	11
:5	6	22
:6	8	30
Too much :7	6	22



Lighting: glare from sun and sky

Score: 4			
	L	Mean	U
Benchmark	3.39	3.57	3.74
Scale midpoint	3.82	4	4.17
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	71		70
C Lt natngl			

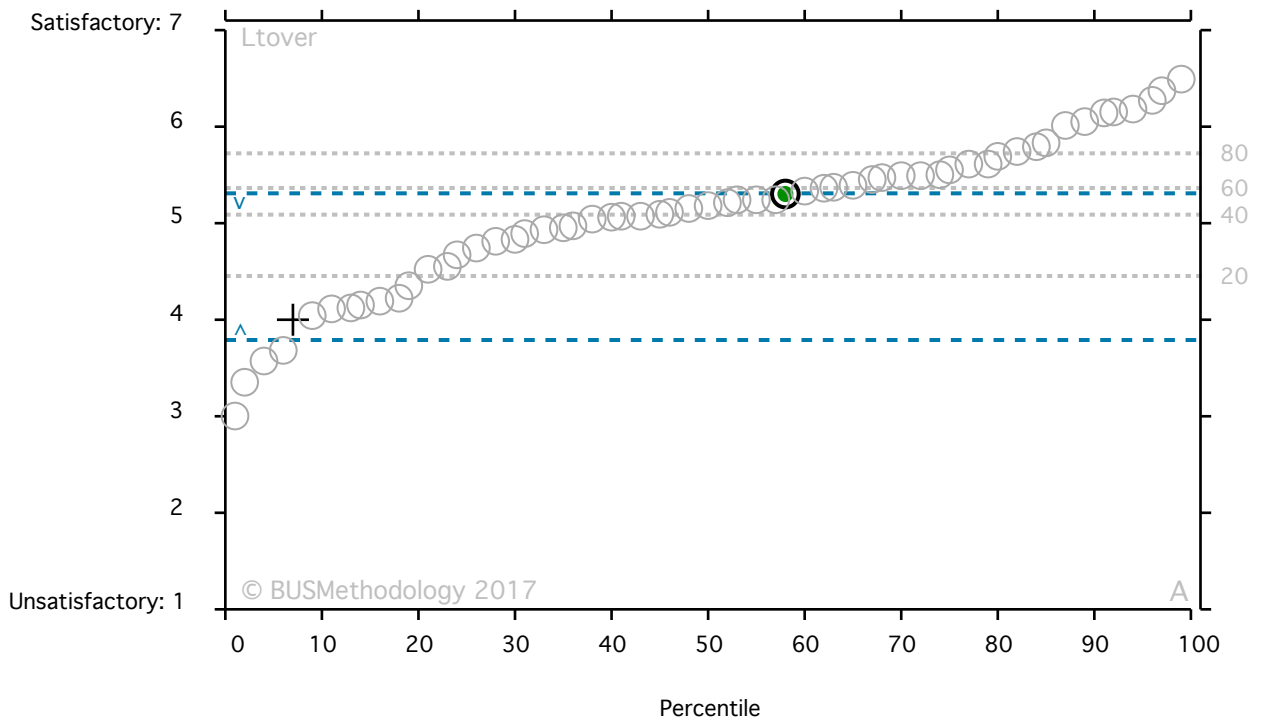
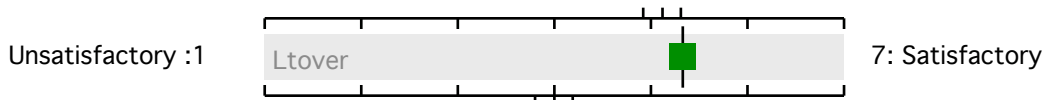
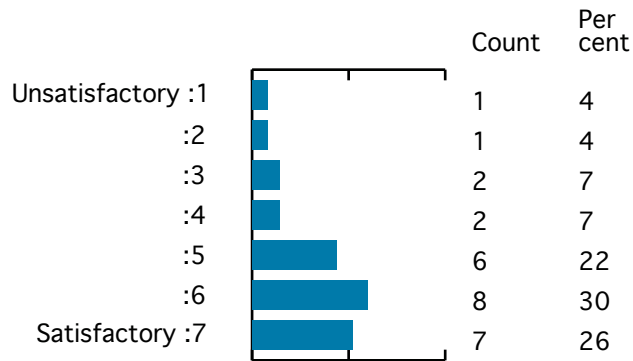
Study mean: 4 | Study building percentile: 71 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Lighting: overall

Score: 5.33			
	L	Mean	U
Benchmark	4.92	5.12	5.31
Scale midpoint	3.8	4	4.19
	Study mean		Scale midpoint
A Ltover	Percentile	58	7

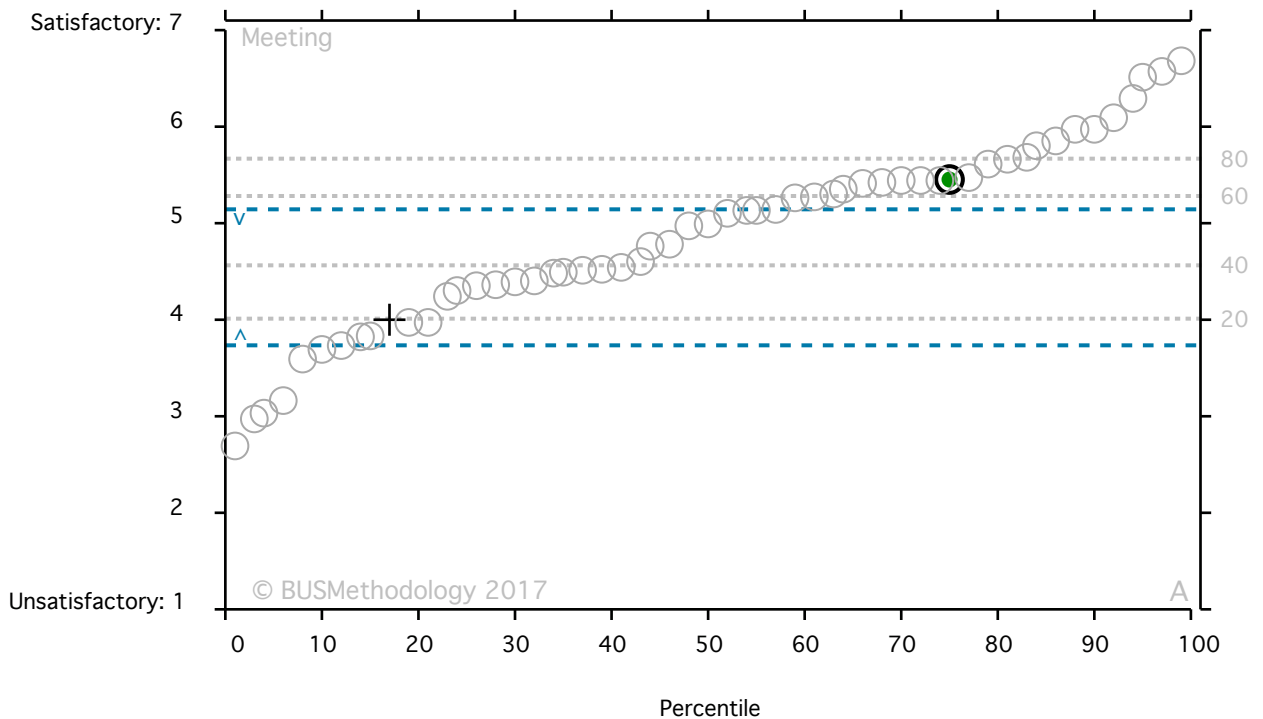
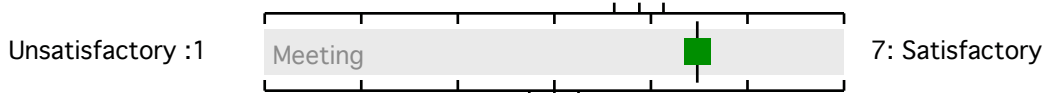
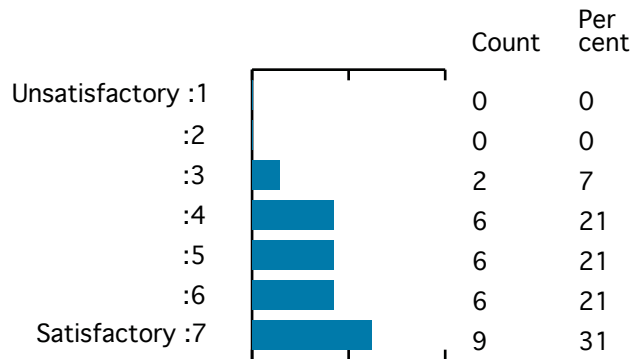
Study mean: 5.33 | Study building percentile: 58 | Quintile: 3
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Meeting rooms: overall

Score: 5.48			
	L	Mean	U
Benchmark	4.62	4.88	5.13
Scale midpoint	3.74	4	4.25
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	75		17
A Meeting			

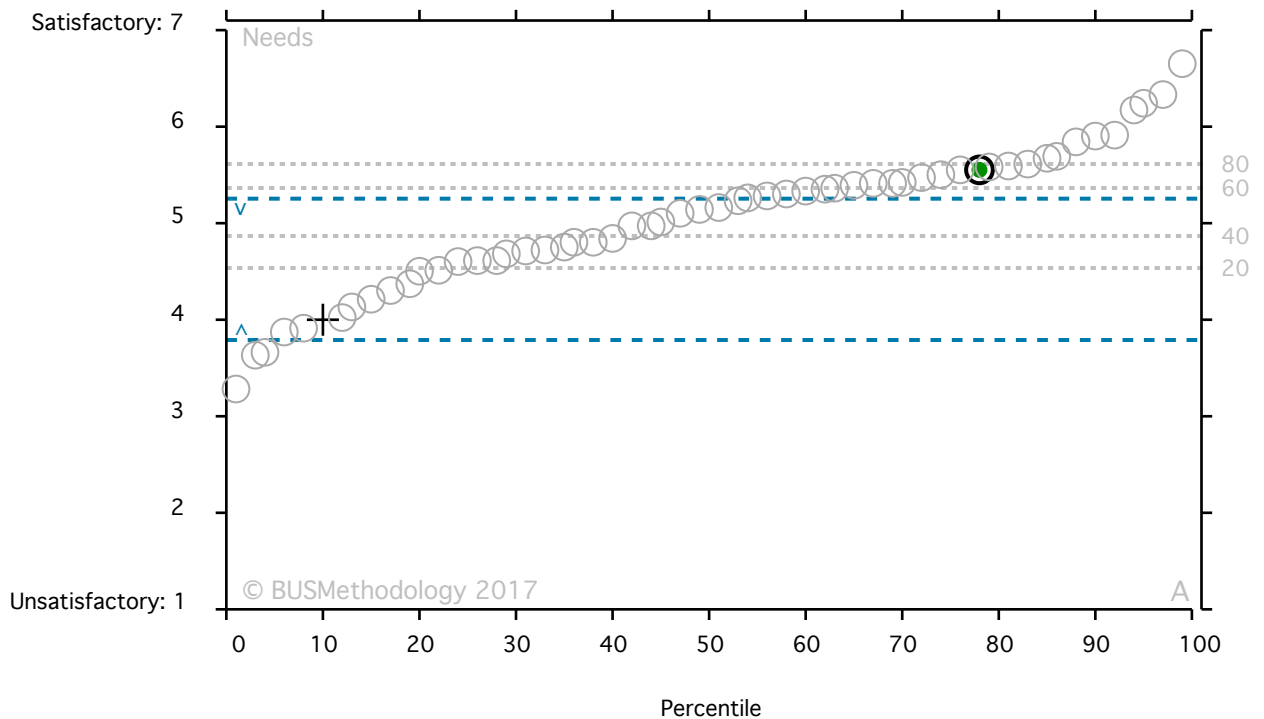
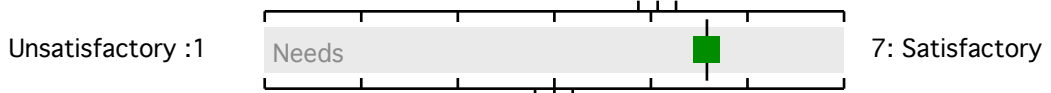
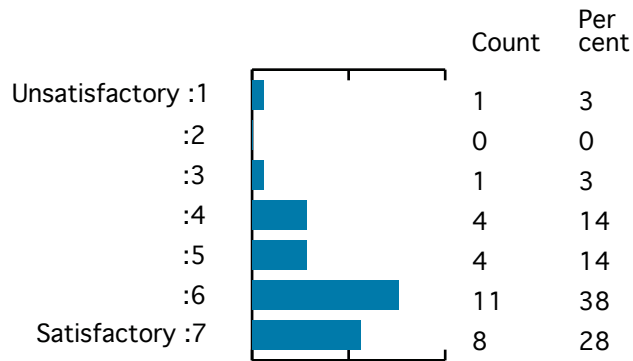
Study mean: 5.48 | Study building percentile: 75 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Needs

Score: 5.58			
	L	Mean	U
Benchmark	4.87	5.07	5.26
Scale midpoint	3.8	4	4.19
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	78		10
A Needs			

Study mean: 5.58 | Study building percentile: 78 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017

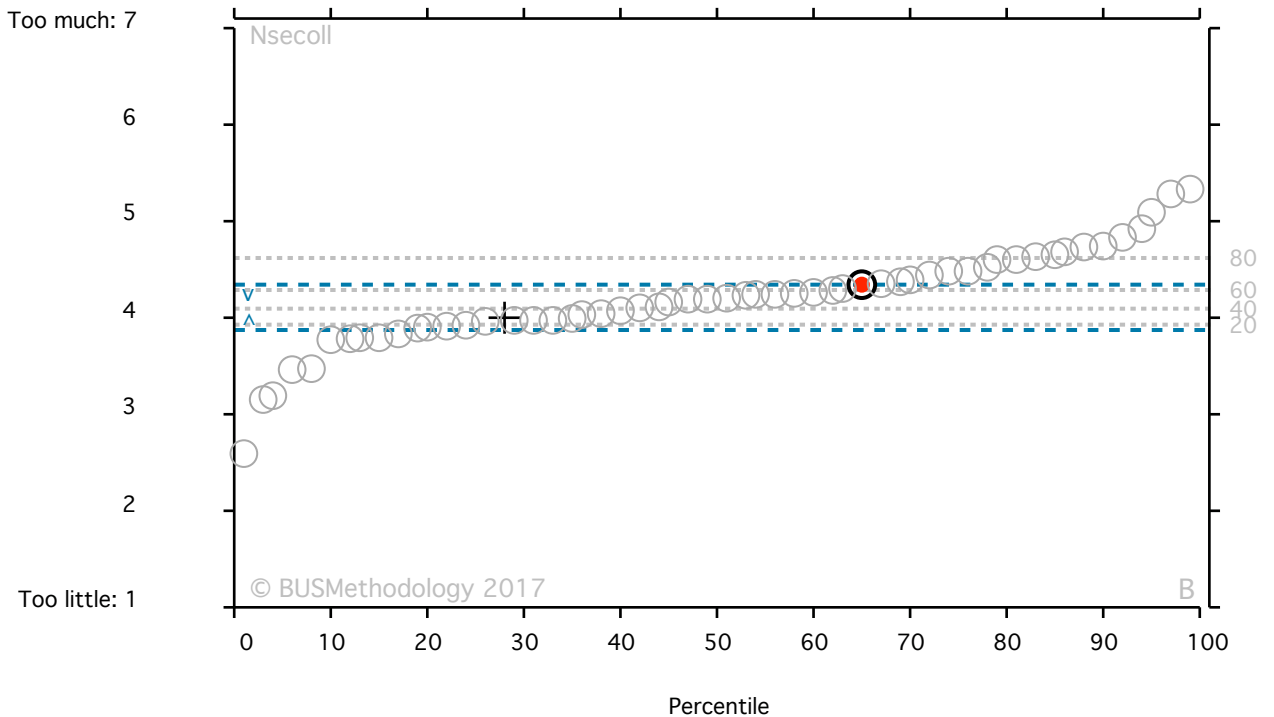


Noise: noise from colleagues

Score: 4.37			
	L	Mean	U
Benchmark	4.08	4.22	4.35
Scale midpoint	3.86	4	4.13
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	65		28
B Nsecoll			

Study mean: 4.37 | Study building percentile: 65 | Quintile: 4
 Building code: 1462lnital | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017

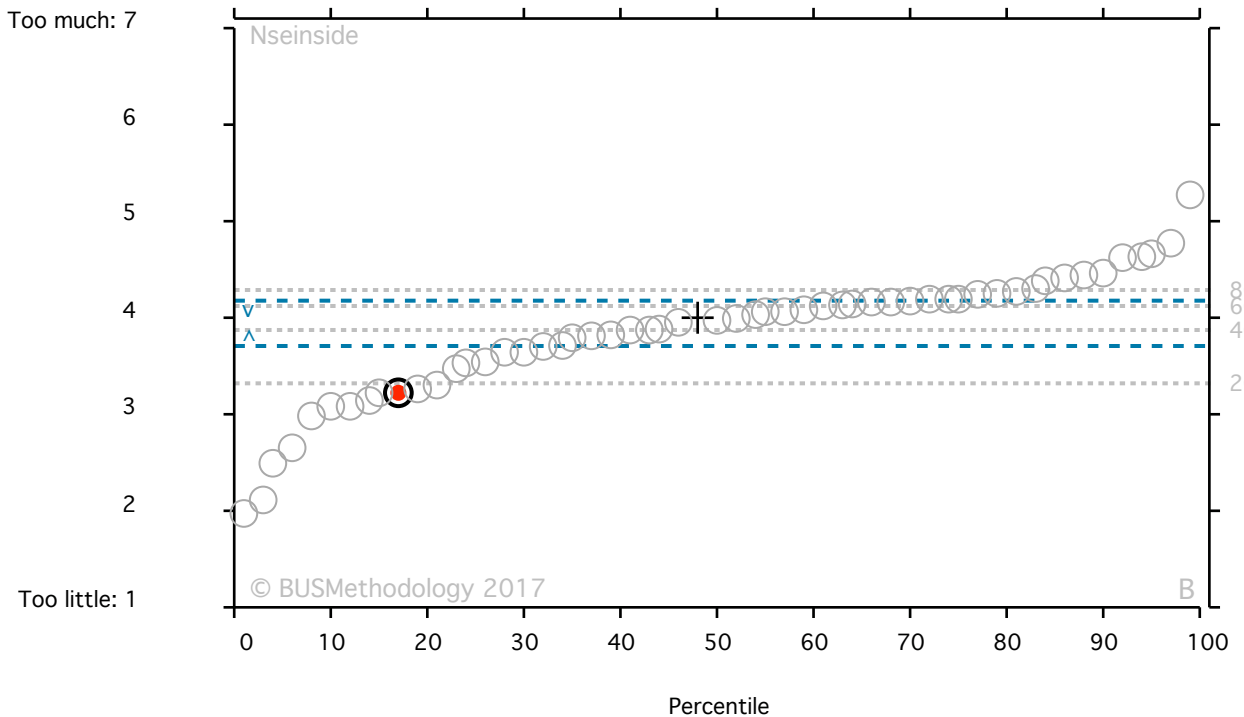
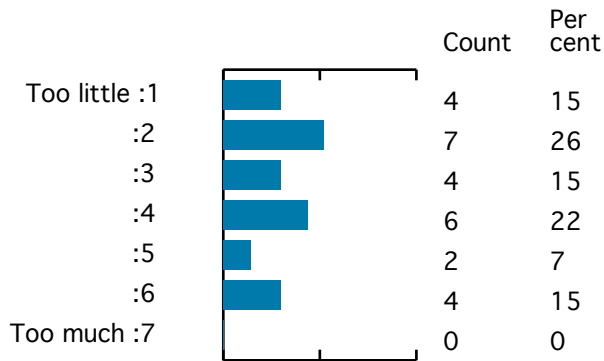
	Count	Per cent
Too little :1	0	0
:2	2	7
:3	7	26
:4	3	11
:5	10	37
:6	4	15
Too much :7	1	4



Noise: other noise from inside

Score: 3.25			
	L	Mean	U
Benchmark	3.7	3.88	4.05
Scale midpoint	3.82	4	4.17
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	17		48
B Nseinside			

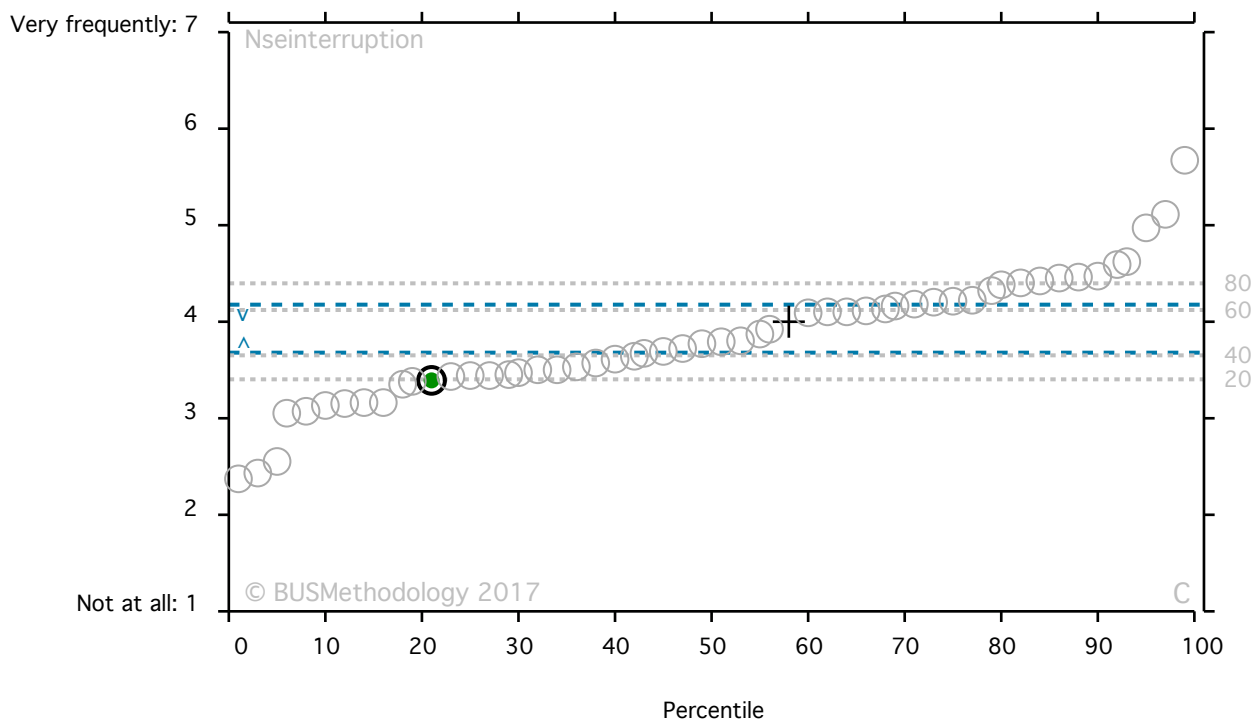
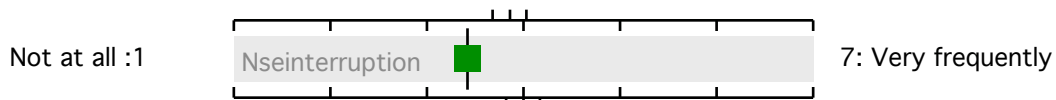
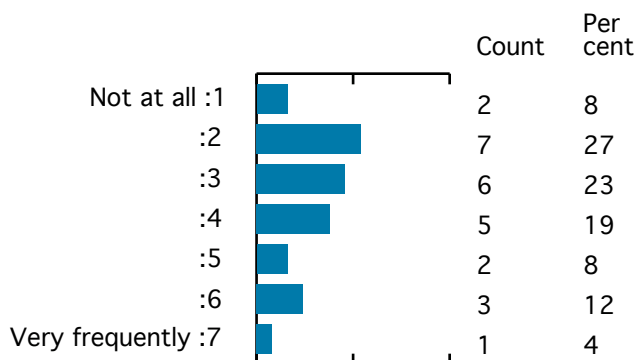
Study mean: 3.25 | Study building percentile: 17 | Quintile: 1
 Building code: 1462lnital | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Noise: unwanted interruptions

Score: 3.42			
	L	Mean	U
Benchmark	3.68	3.86	4.03
Scale midpoint	3.82	4	4.17
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	21		58
C Nseinterruption			

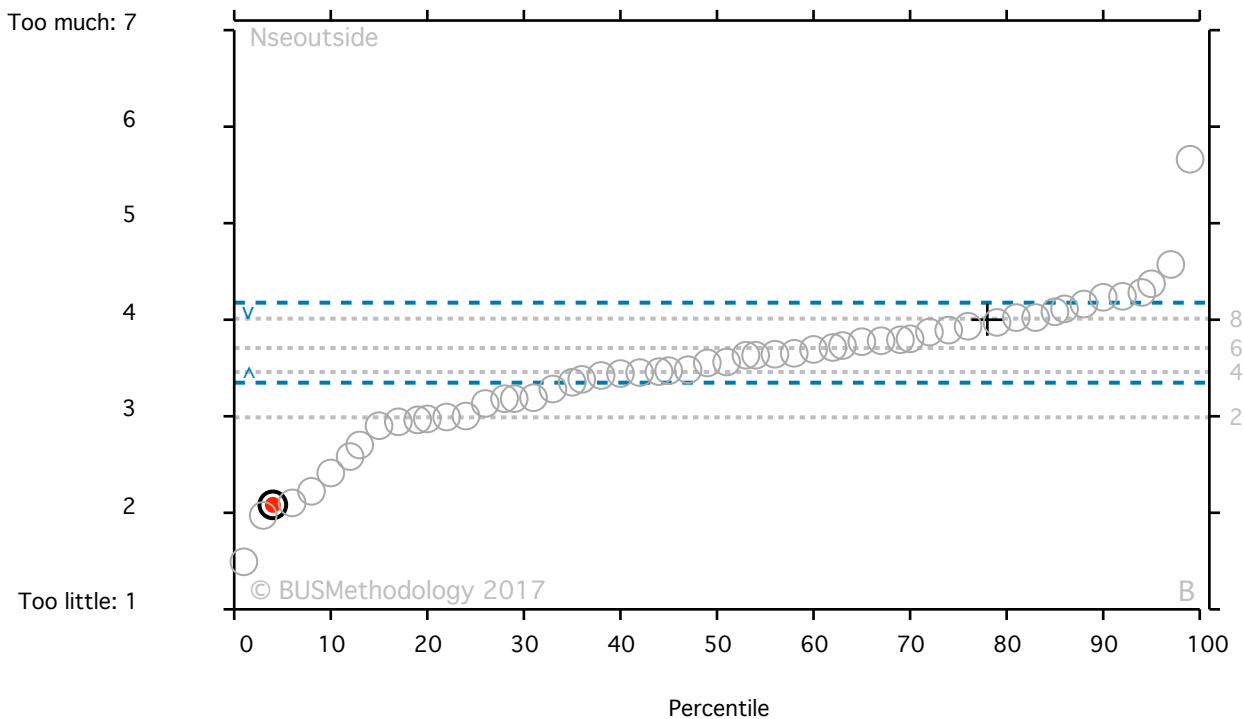
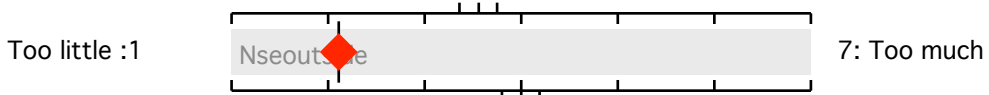
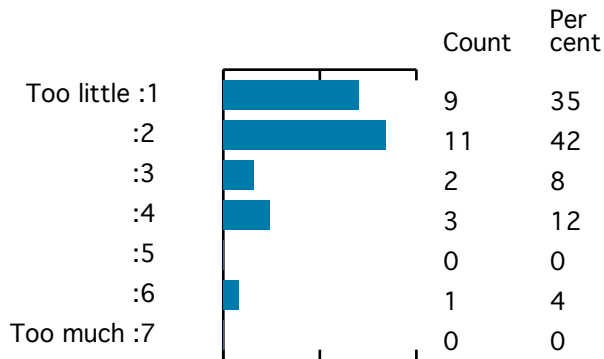
Study mean: 3.42 | Study building percentile: 21 | Quintile: 2
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Noise: noise from outside

Score: 2.11			
	L	Mean	U
Benchmark	3.36	3.56	3.75
Scale midpoint	3.8	4	4.19
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	4		78
B Nseoutside			

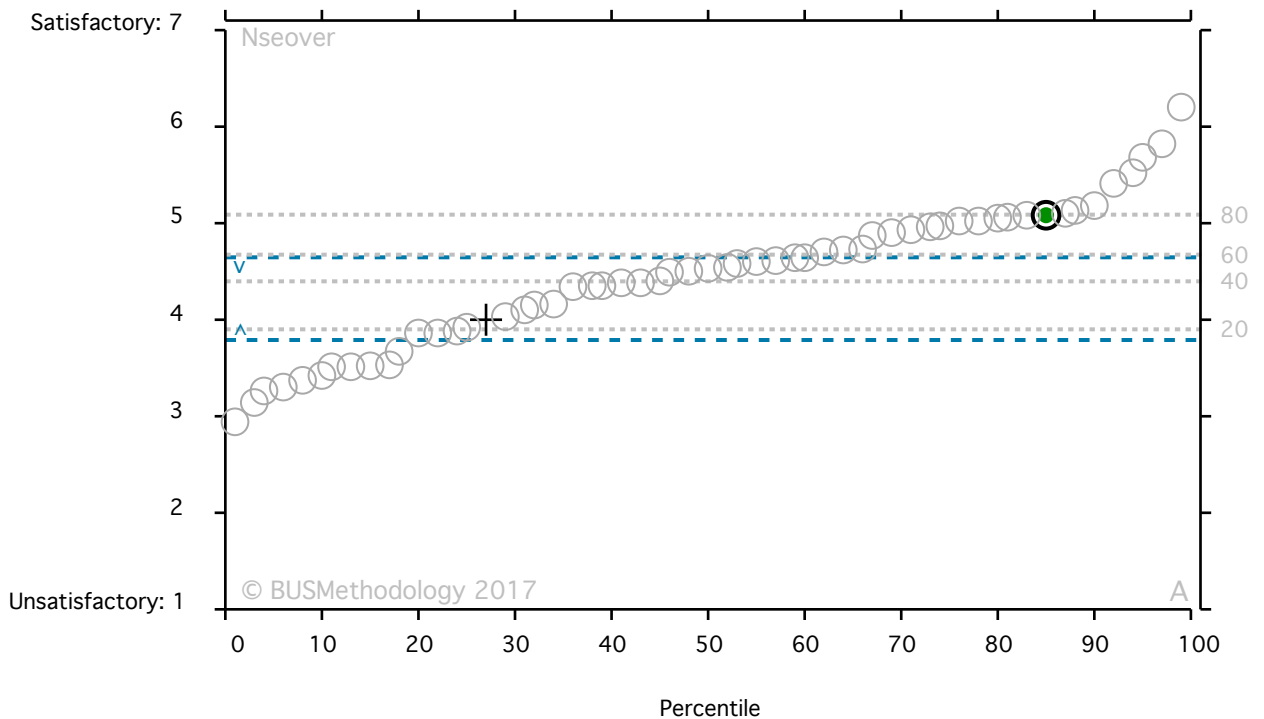
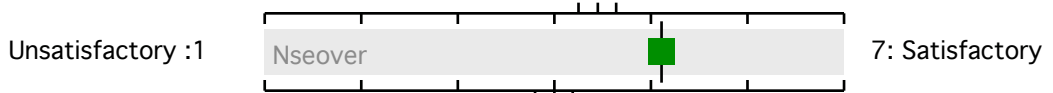
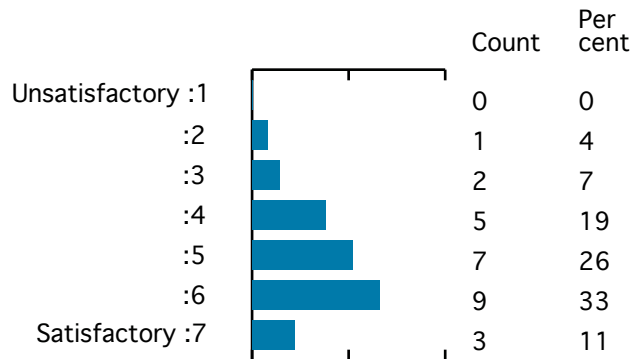
Study mean: 2.11 | Study building percentile: 4 | Quintile: 1
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Noise: overall

Score: 5.11			
	L	Mean	U
Benchmark	4.25	4.45	4.64
Scale midpoint	3.8	4	4.19
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	85		27
A Nseover			

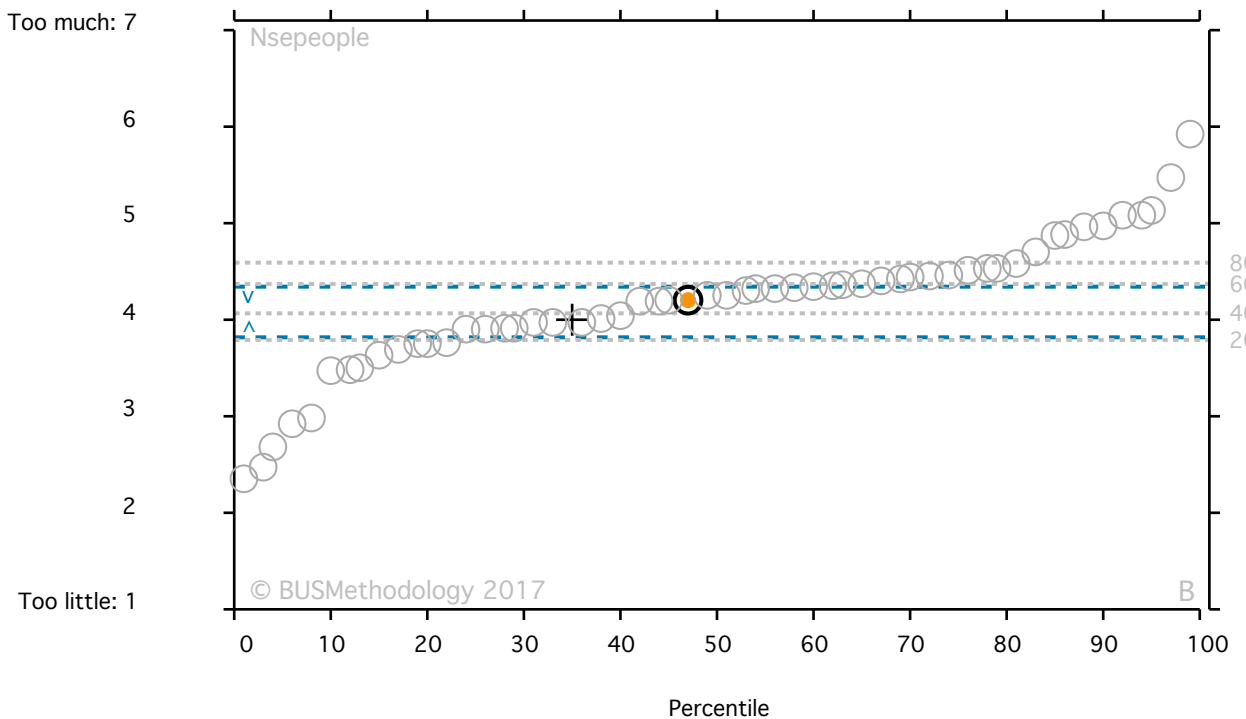
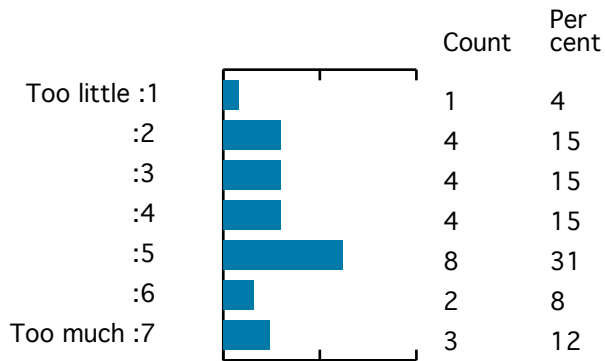
Study mean: 5.11 | Study building percentile: 85 | Quintile: 5
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Noise: noise from other people

Score: 4.23			
	L	Mean	U
Benchmark	4	4.18	4.35
Scale midpoint	3.82	4	4.17
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	47		35
B Nsepeople			

Study mean: 4.23 | Study building percentile: 47 | Quintile: 3
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017

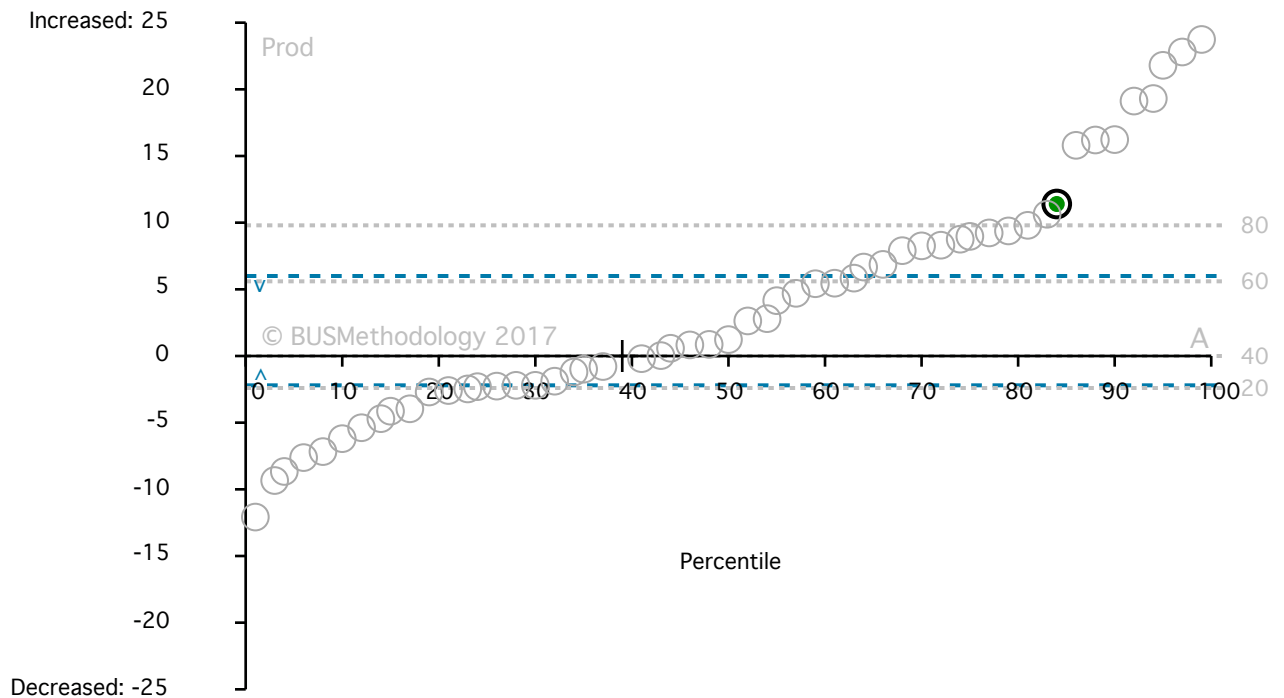
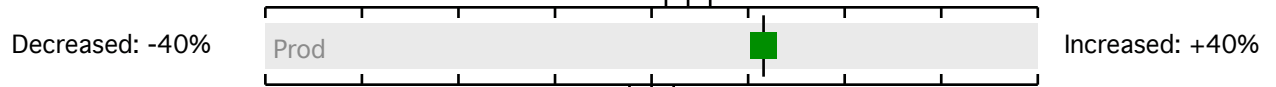


Productivity (perceived)

Score: 11.6			
	L	Mean	U
Benchmark	1.49	3.78	6.07
Scale midpoint	-2.29	0	2.29
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	84		39
A Prod			

Study mean: 11.6 | Study building percentile: 84 | Quintile: 5
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017

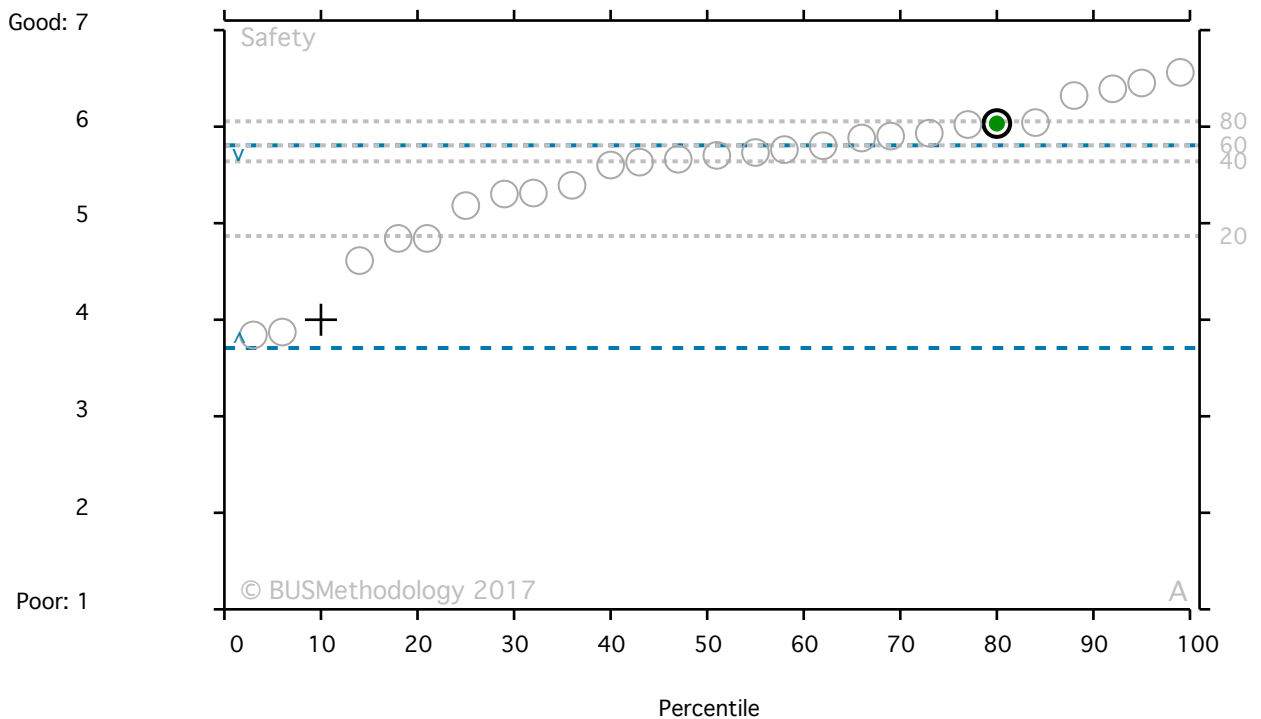
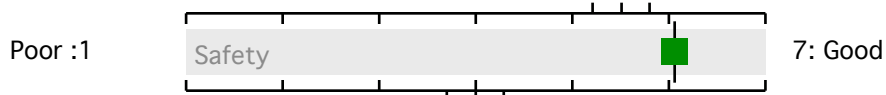
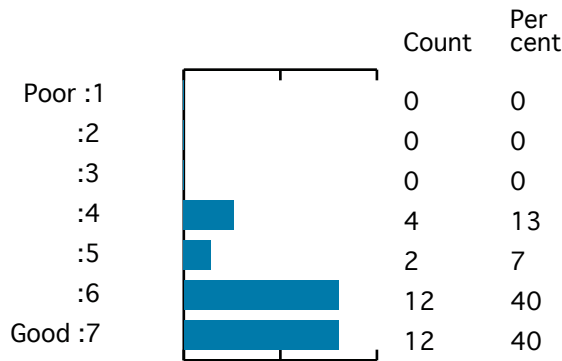
	Count	Per cent
-40% or less	0	0
-30%	1	4
-20%	0	0
-10%	3	12
0%	6	24
+10%	4	16
+20%	4	16
+30%	5	20
+40% or more	2	8



Personal safety in building and its vicinity

Score: 6.06			
	L	Mean	U
Benchmark	5.21	5.51	5.8
Scale midpoint	3.7	4	4.29
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	80		10
A Safety			

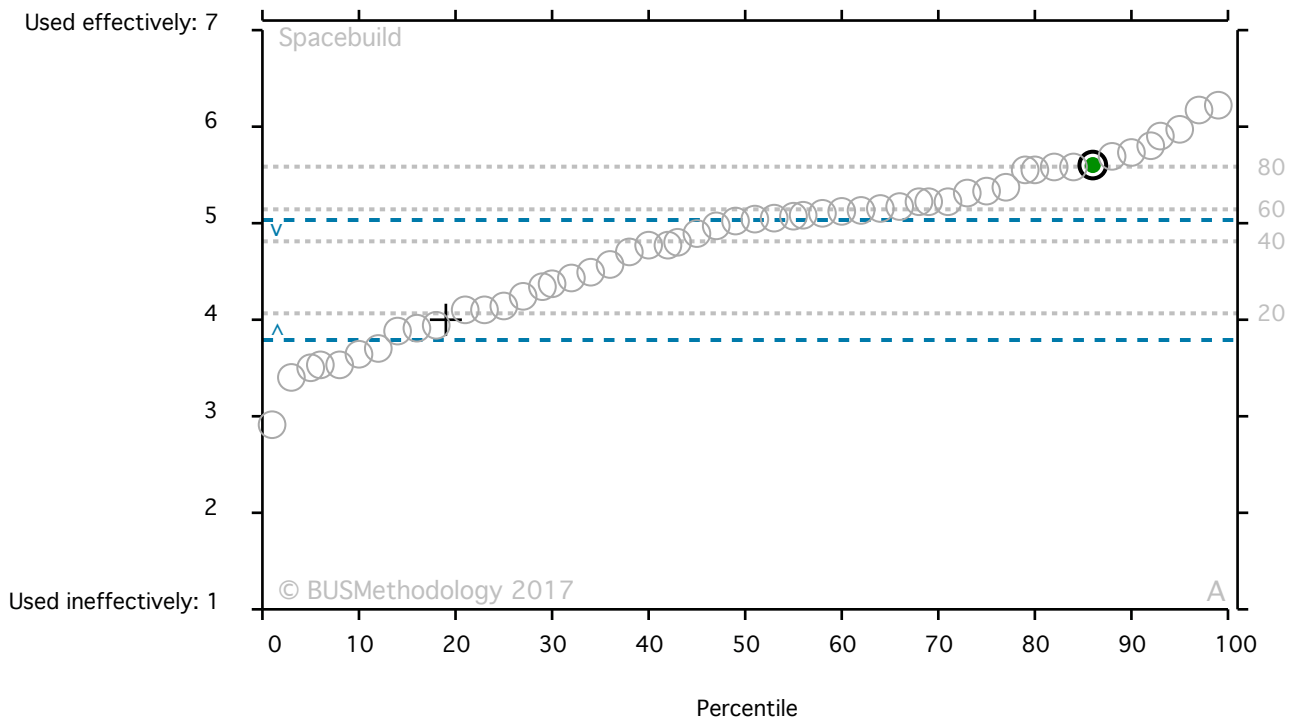
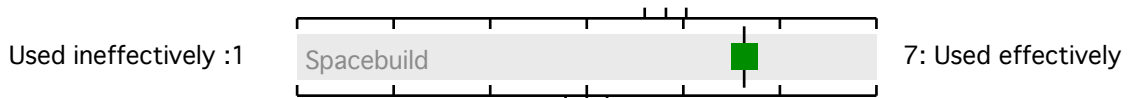
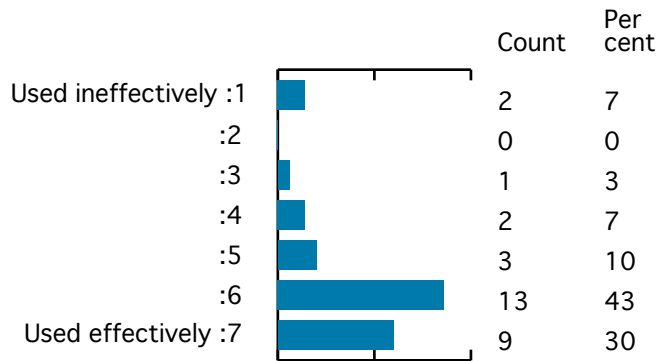
Study mean: 6.06 | Study building percentile: 80 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Space in the building

Score: 5.63			
	L	Mean	U
Benchmark	4.6	4.82	5.03
Scale midpoint	3.78	4	4.21
	Study mean	Scale midpoint	
Percentile	86	19	
A Spacebuild			

Study mean: 5.63 | Study building percentile: 86 | Quintile: 5
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017

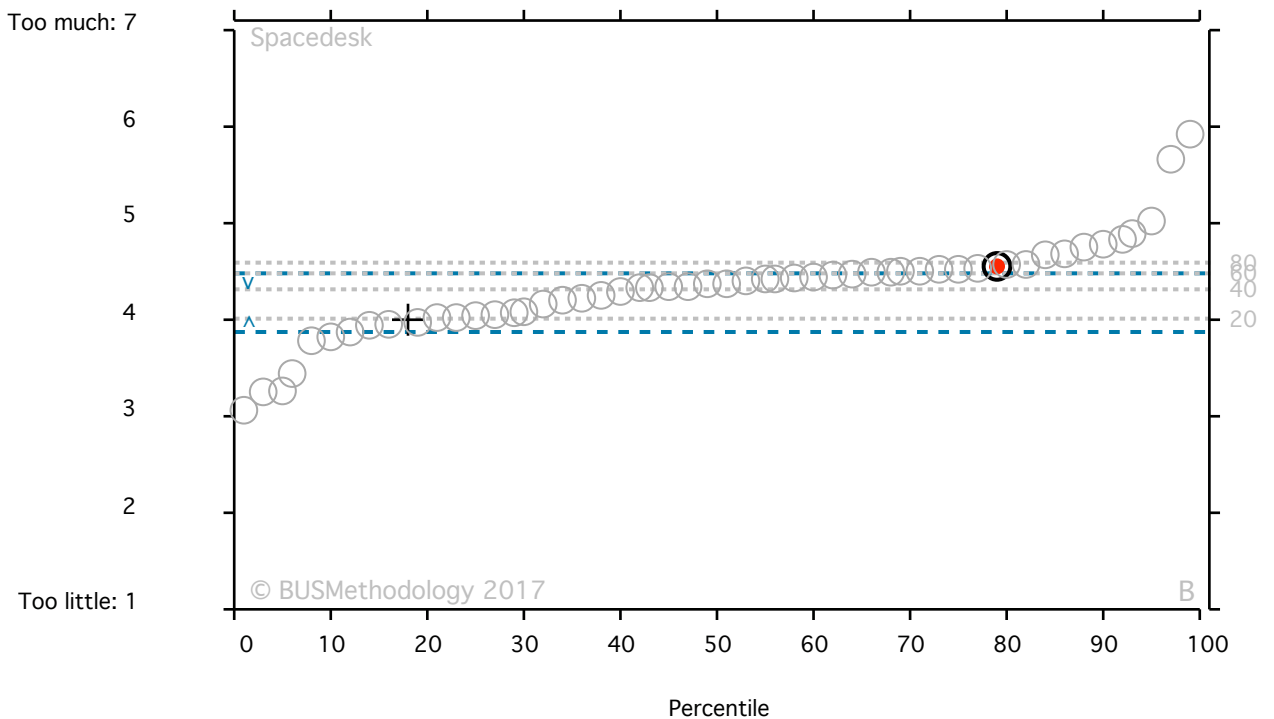
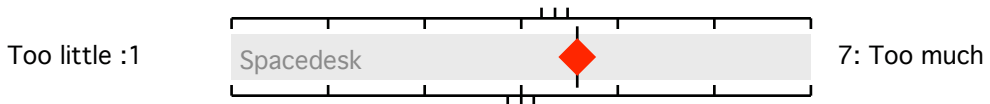


Space at desk

Score: 4.58			
	L	Mean	U
Benchmark	4.21	4.35	4.48
Scale midpoint	3.86	4	4.13
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	79		18
B Spacedesk			

Study mean: 4.58 | Study building percentile: 79 | Quintile: 4
 Building code: 1462lnital | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017

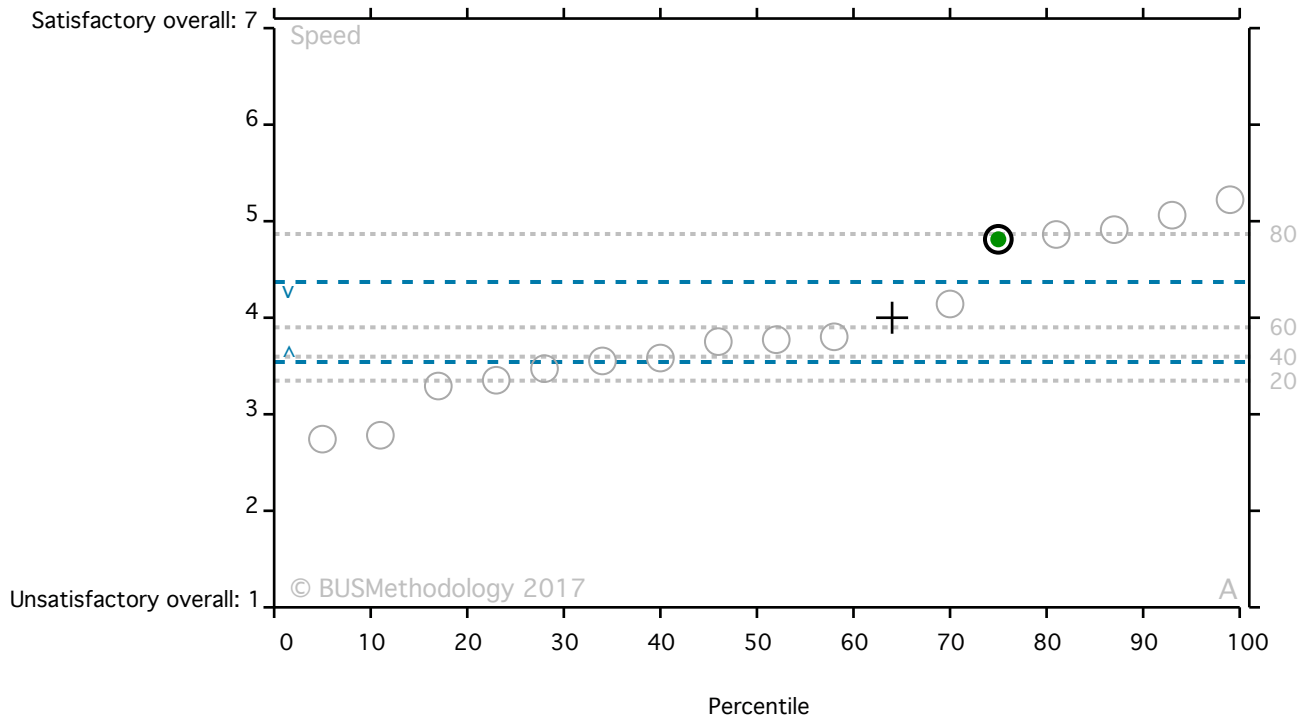
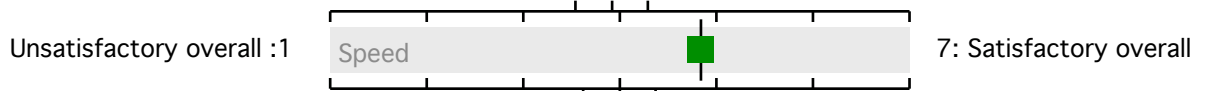
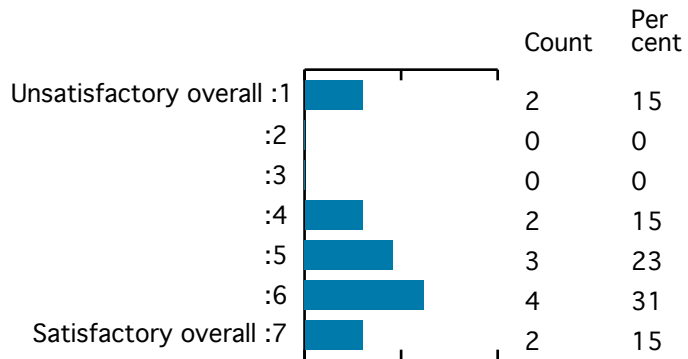
	Count	Per cent
Too little :1	4	14
:2	0	0
:3	4	14
:4	4	14
:5	5	17
:6	8	28
Too much :7	4	14



Speed of response to requests for changes

Score: 4.84			
	L	Mean	U
Benchmark	3.54	3.92	4.29
Scale midpoint	3.62	4	4.37
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	75		64
A Speed			

Study mean: 4.84 | Study building percentile: 75 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017

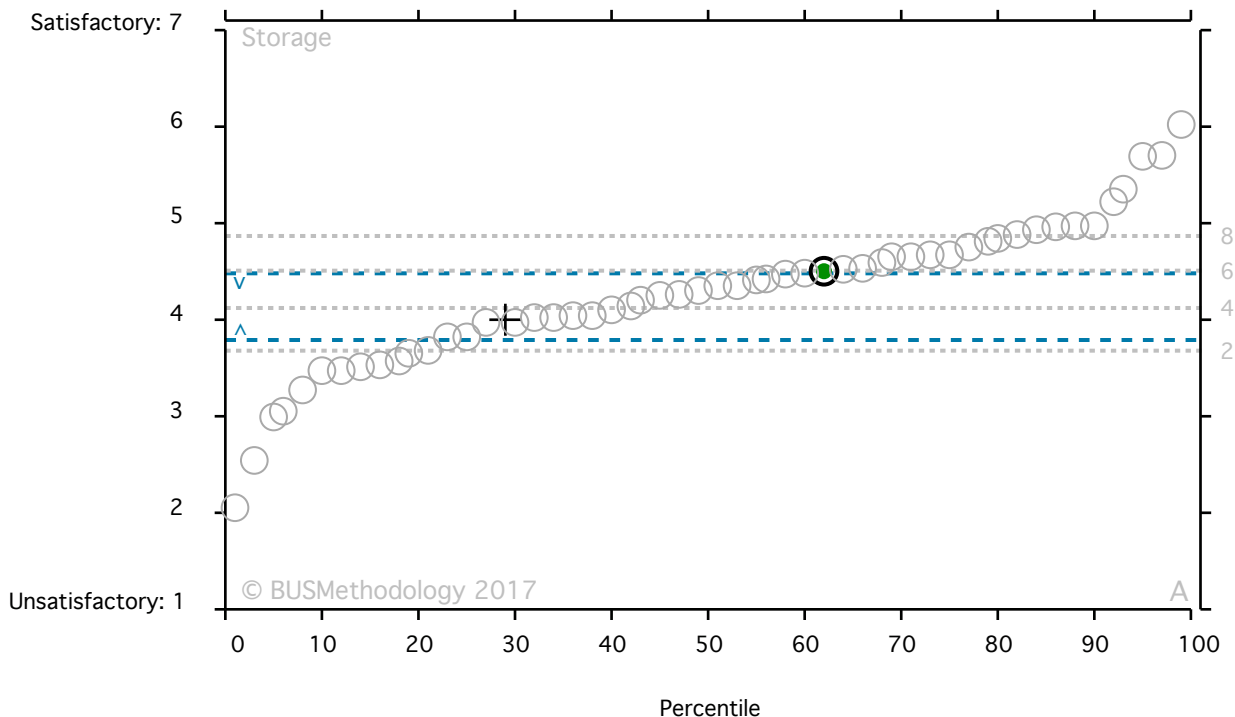
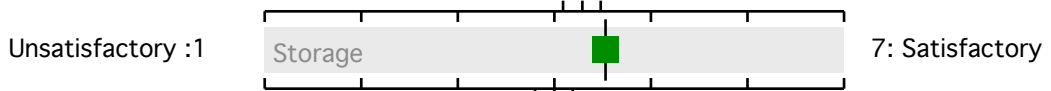
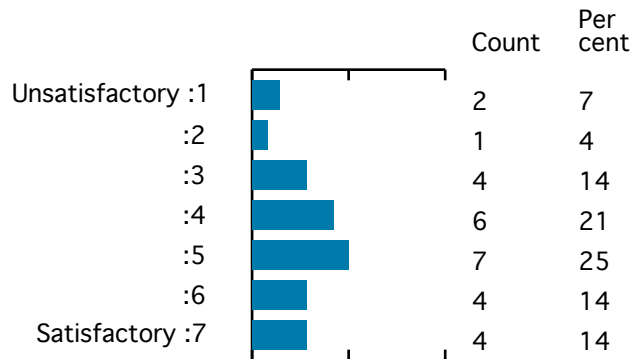


Storage space: overall

Score: 4.53			
	L	Mean	U
Benchmark	4.09	4.29	4.48
Scale midpoint	3.8	4	4.19
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	62		29

A | Storage

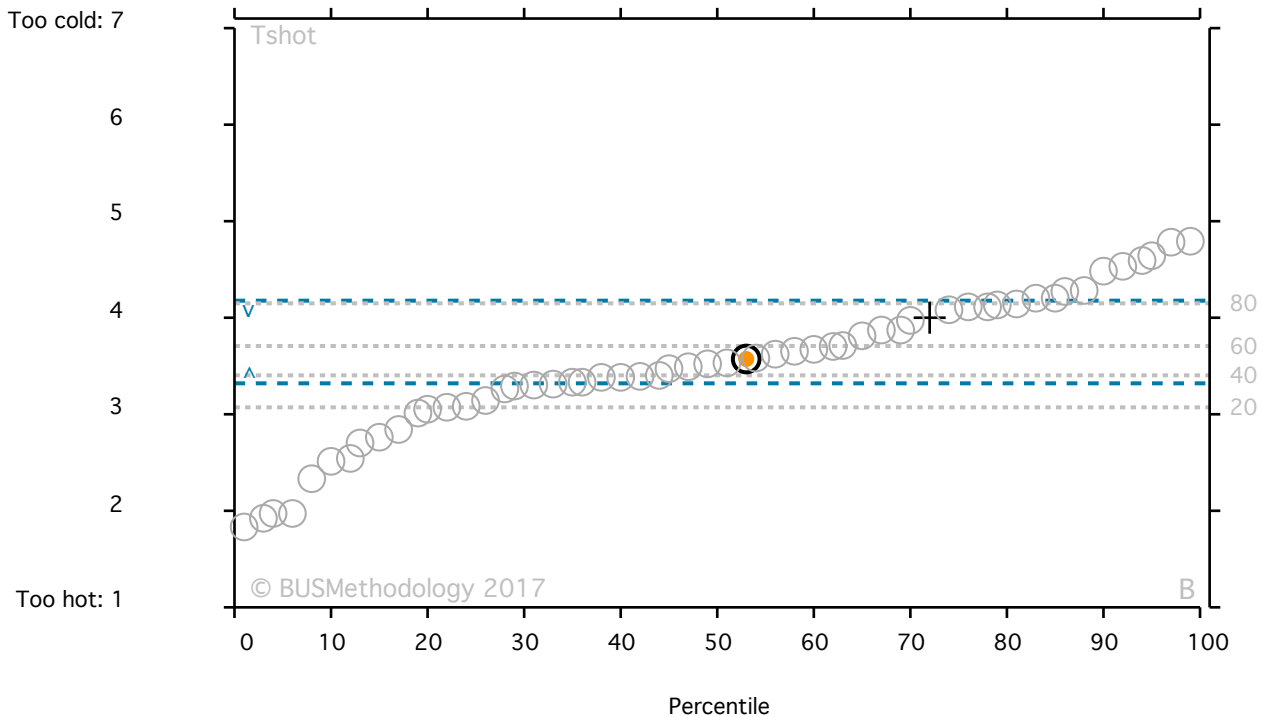
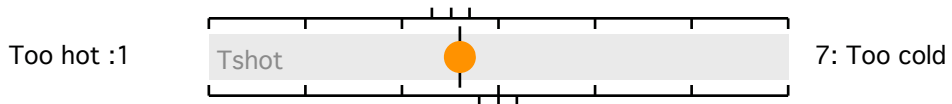
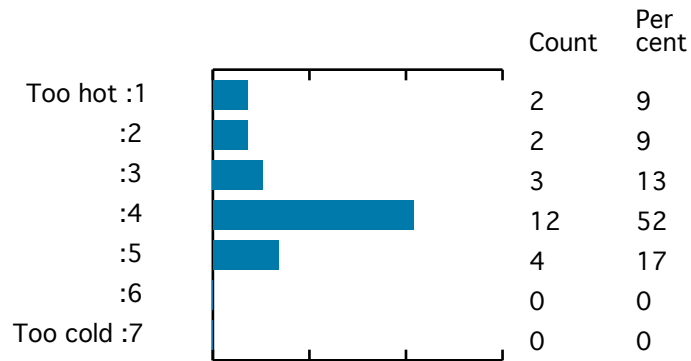
Study mean: 4.53 | Study building percentile: 62 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Temperature in summer: hot/cold

Score: 3.6			
	L	Mean	U
Benchmark	3.31	3.51	3.7
Scale midpoint	3.8	4	4.19
	Study mean		Scale midpoint
B Tshot	Percentile	53	72

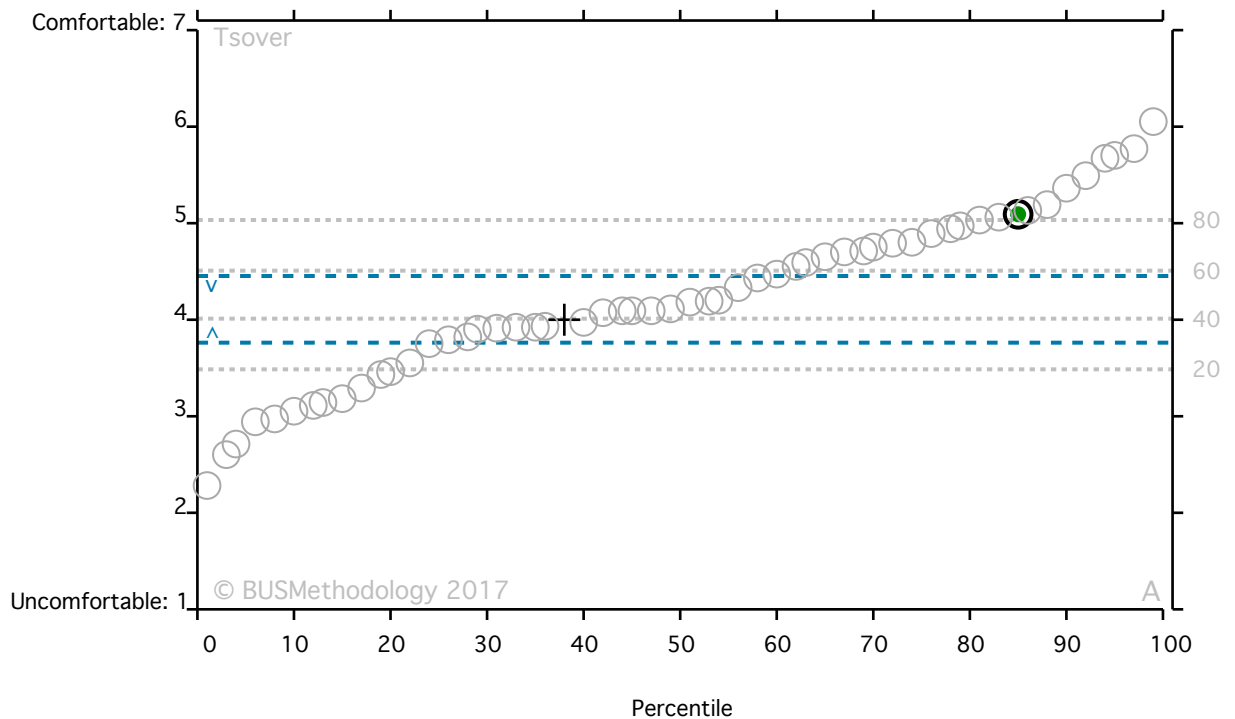
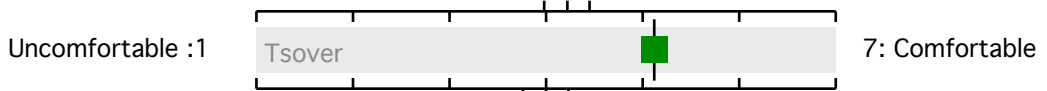
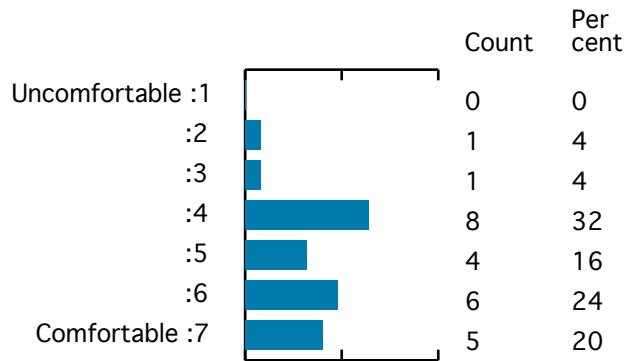
Study mean: 3.6 | Study building percentile: 53 | Quintile: 3
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Temperature in summer: overall

Score: 5.12			
	L	Mean	U
Benchmark	3.98	4.22	4.45
Scale midpoint	3.76	4	4.23
	Study mean		Scale midpoint
A Tsover	Percentile	85	38

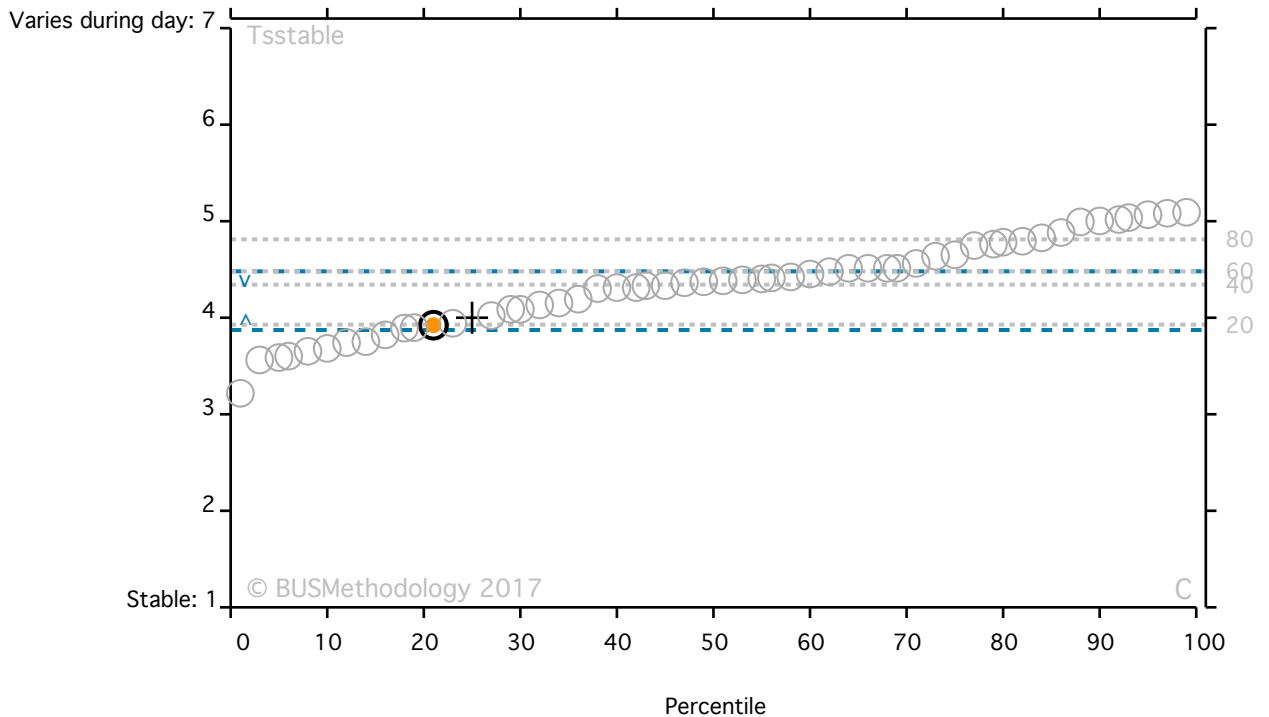
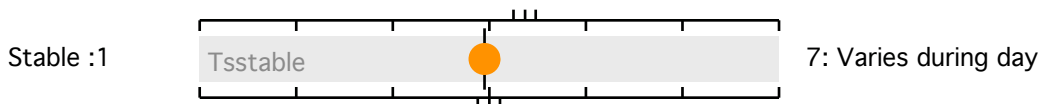
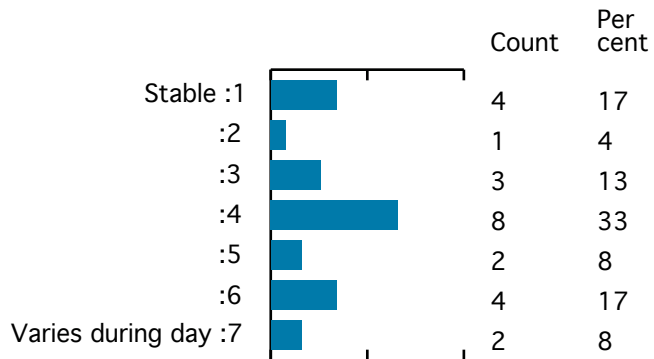
Study mean: 5.12 | Study building percentile: 85 | Quintile: 5
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Temperature in summer: stable/varies

Score: 3.95			
	L	Mean	U
Benchmark	4.25	4.37	4.48
Scale midpoint	3.88	4	4.11
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	21		25
C Tsstable			

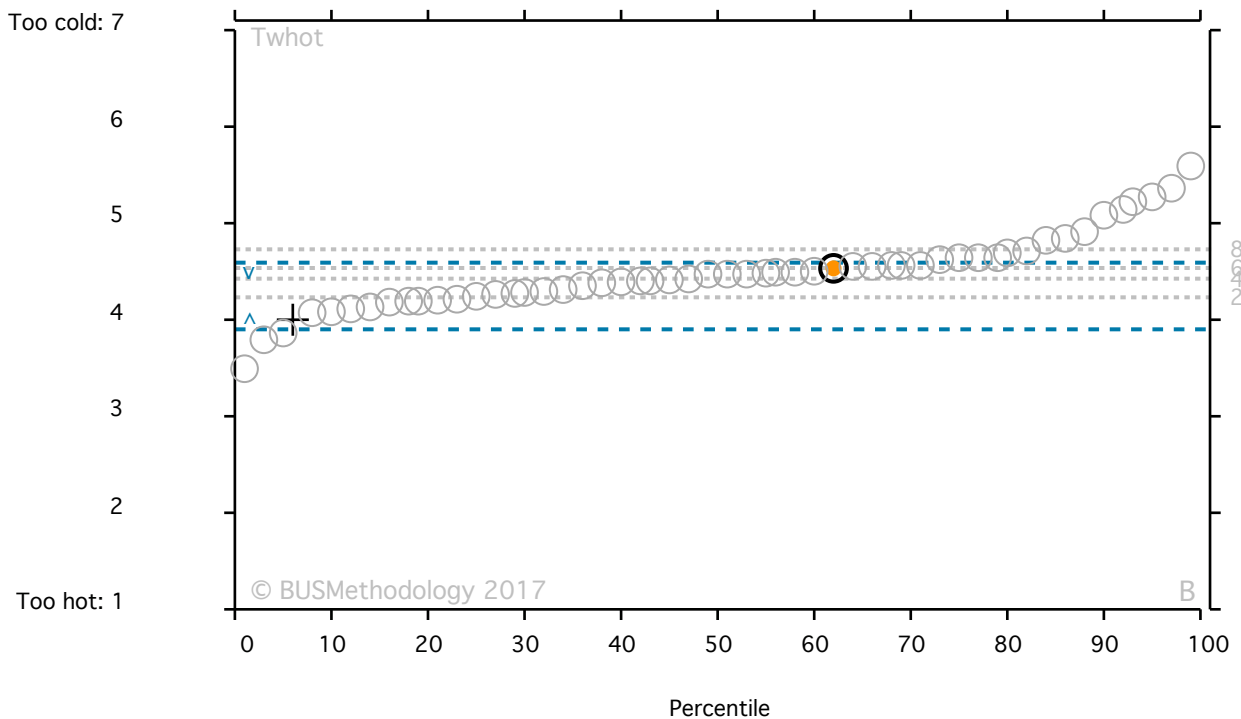
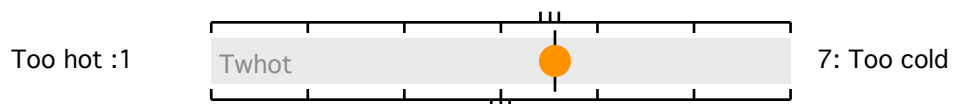
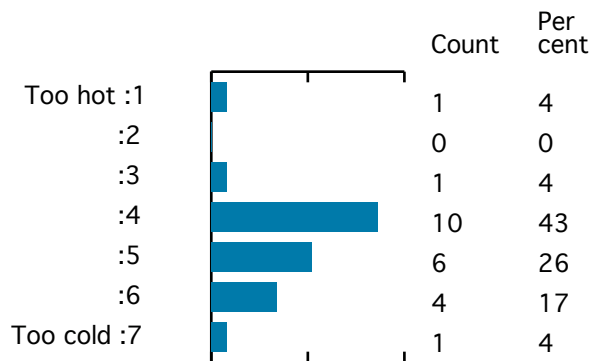
Study mean: 3.95 | Study building percentile: 21 | Quintile: 2
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Temperature in winter: hot/cold

Score: 4.56			
	L	Mean	U
Benchmark	4.41	4.51	4.6
Scale midpoint	3.9	4	4.09
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	62		6
B Twhot			

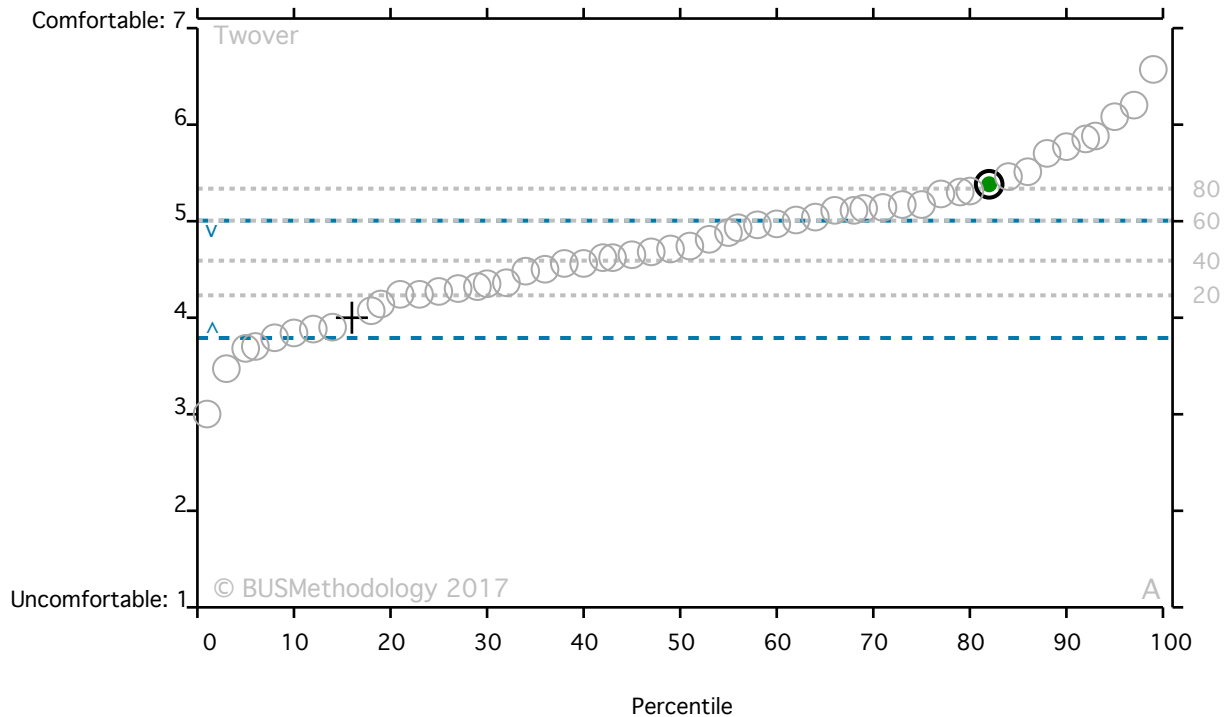
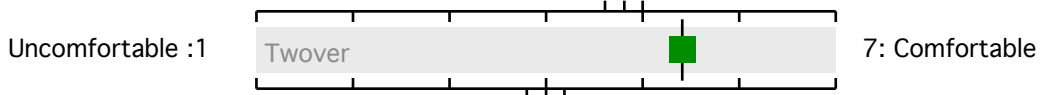
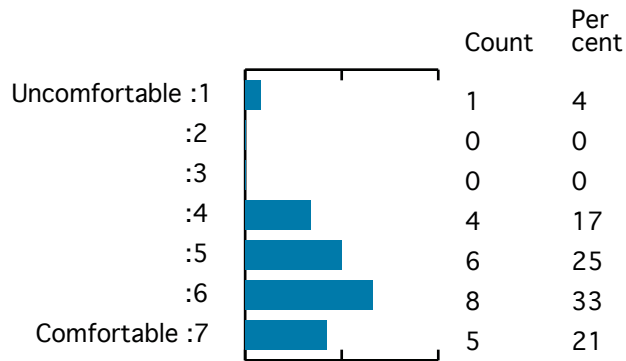
Study mean: 4.56 | Study building percentile: 62 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Temperature in winter: overall

Score: 5.41			
	L	Mean	U
Benchmark	4.61	4.81	5
Scale midpoint	3.8	4	4.19
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	82		16
A Twover			

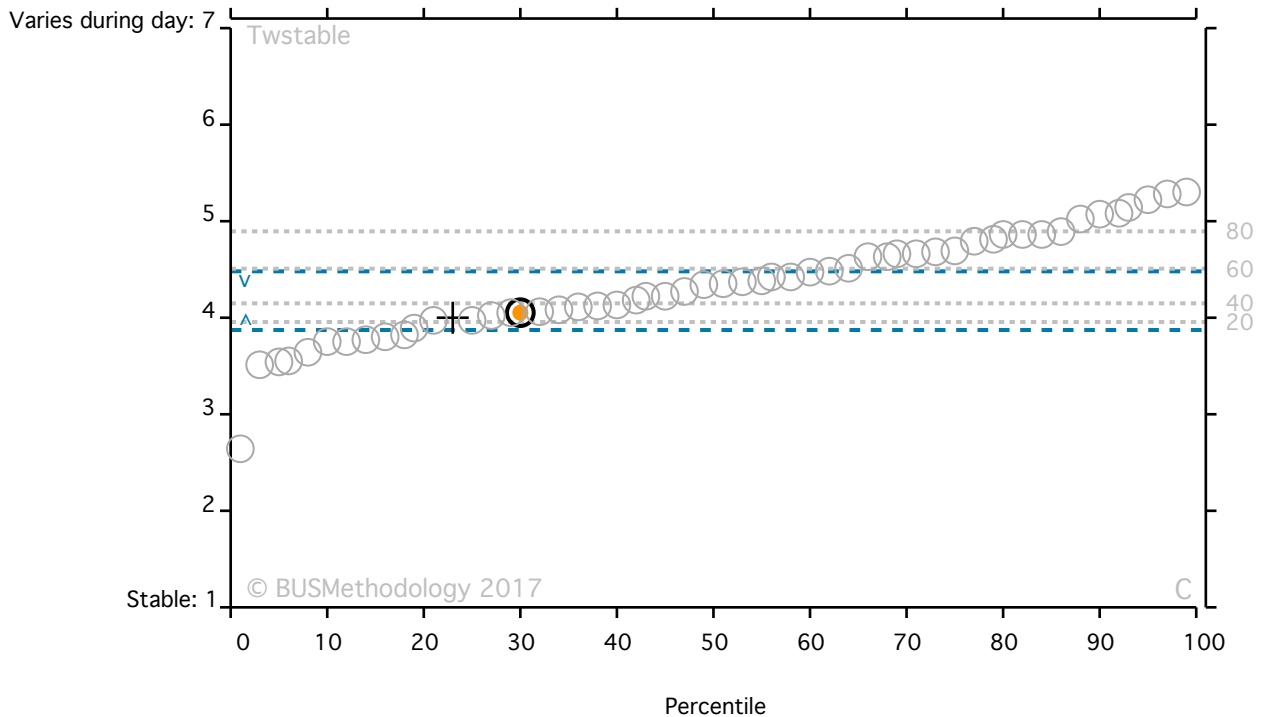
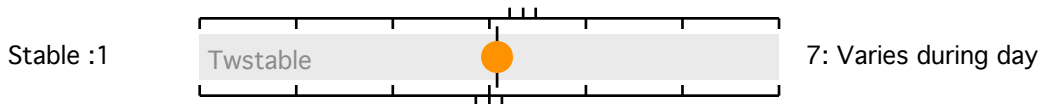
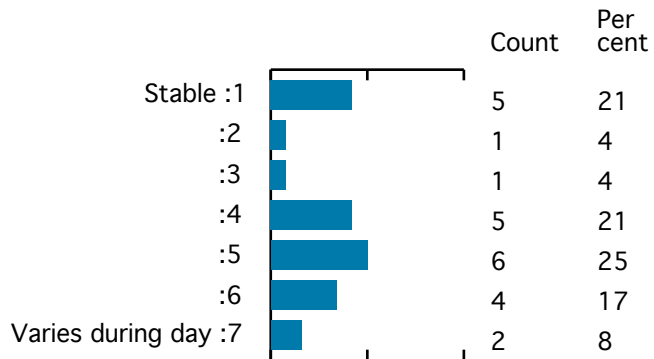
Study mean: 5.41 | Study building percentile: 82 | Quintile: 5
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



Temperature in winter: stable/varies

Score: 4.08			
	L	Mean	U
Benchmark	4.21	4.35	4.48
Scale midpoint	3.86	4	4.13
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	30		23
C Twstable			

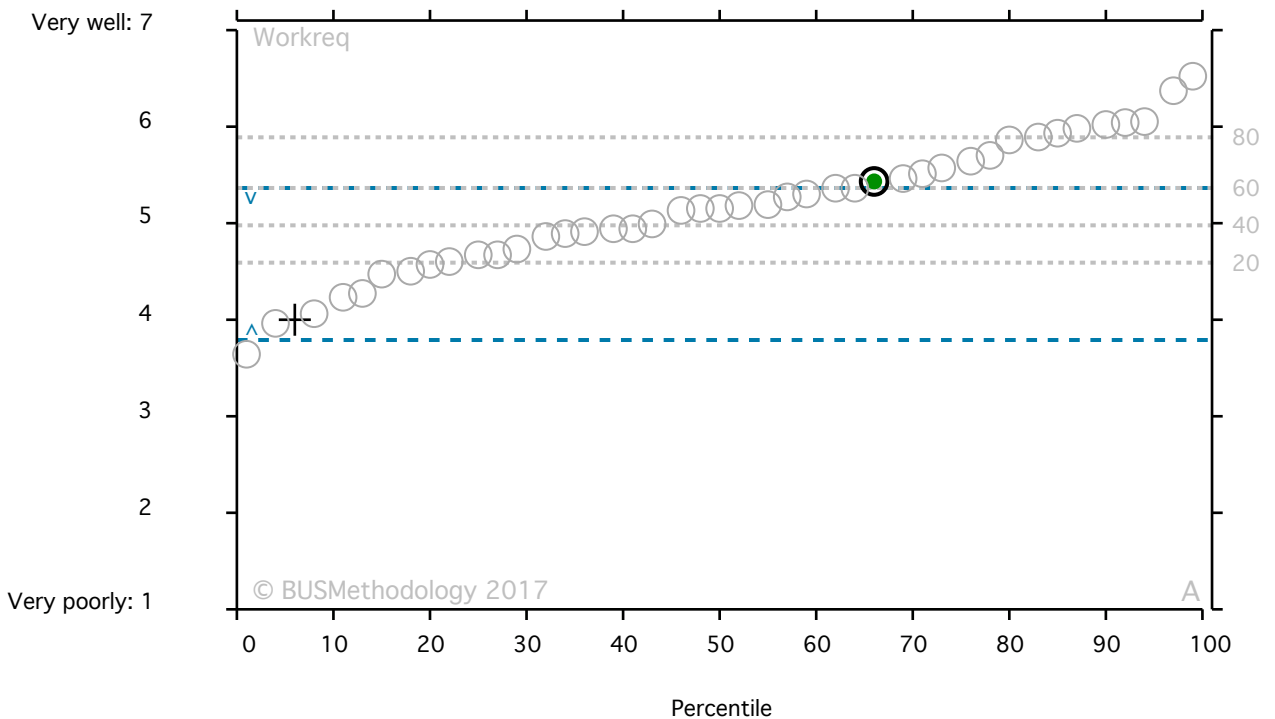
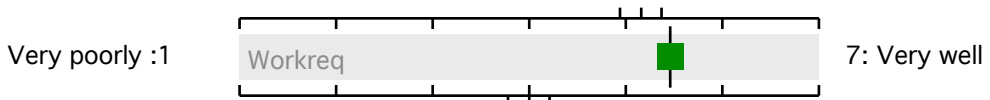
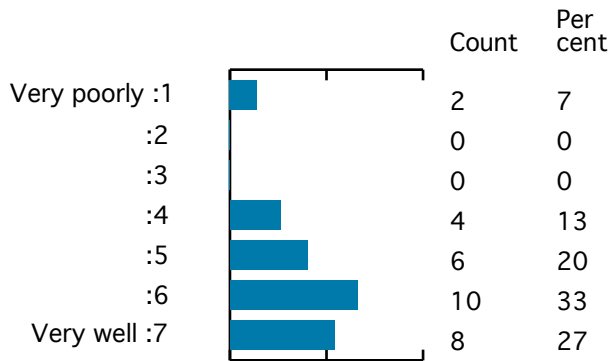
Study mean: 4.08 | Study building percentile: 30 | Quintile: 2
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017



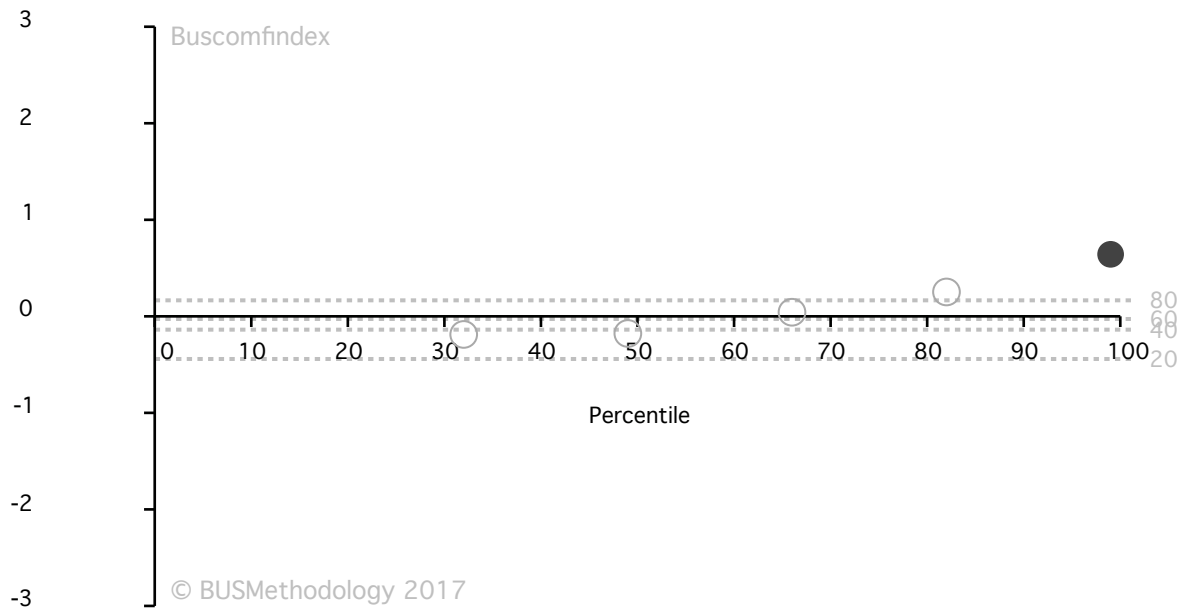
Do facilities meet needs?

Score: 5.46			
	L	Mean	U
Benchmark	4.94	5.16	5.37
Scale midpoint	3.78	4	4.21
	Study mean		Scale midpoint
Percentile	66		6
A Workreq			

Study mean: 5.46 | Study building percentile: 66 | Quintile: 4
 Building code: 1462Initial | Benchmarks: BUS 2014 International benchmark
 Web content © BUSMethodology 2017

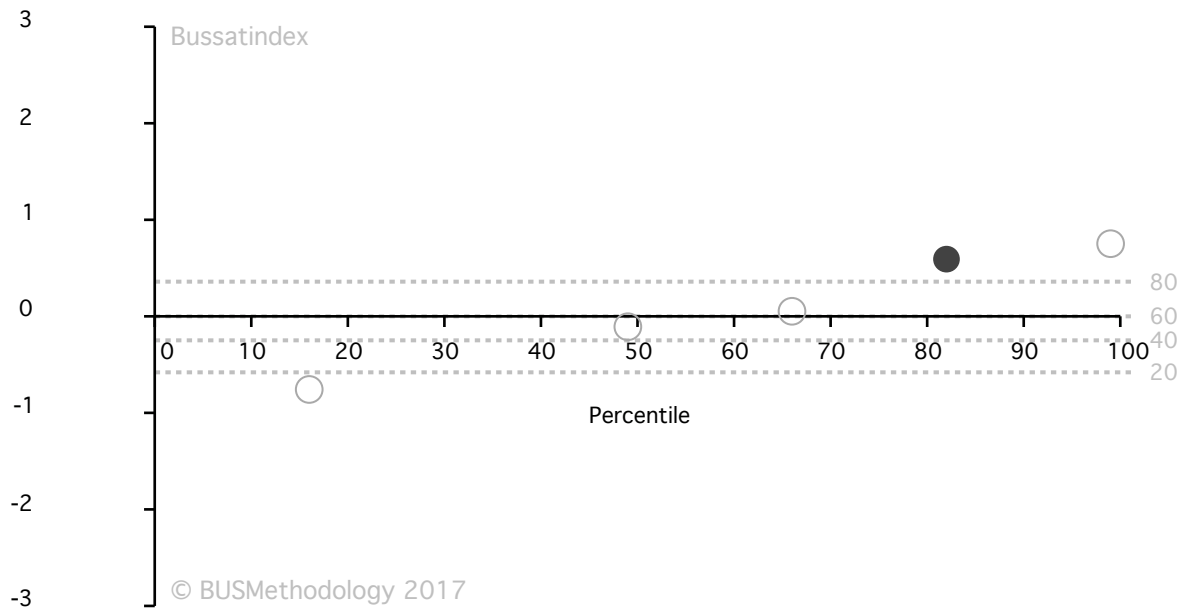


BUS Comfort Index



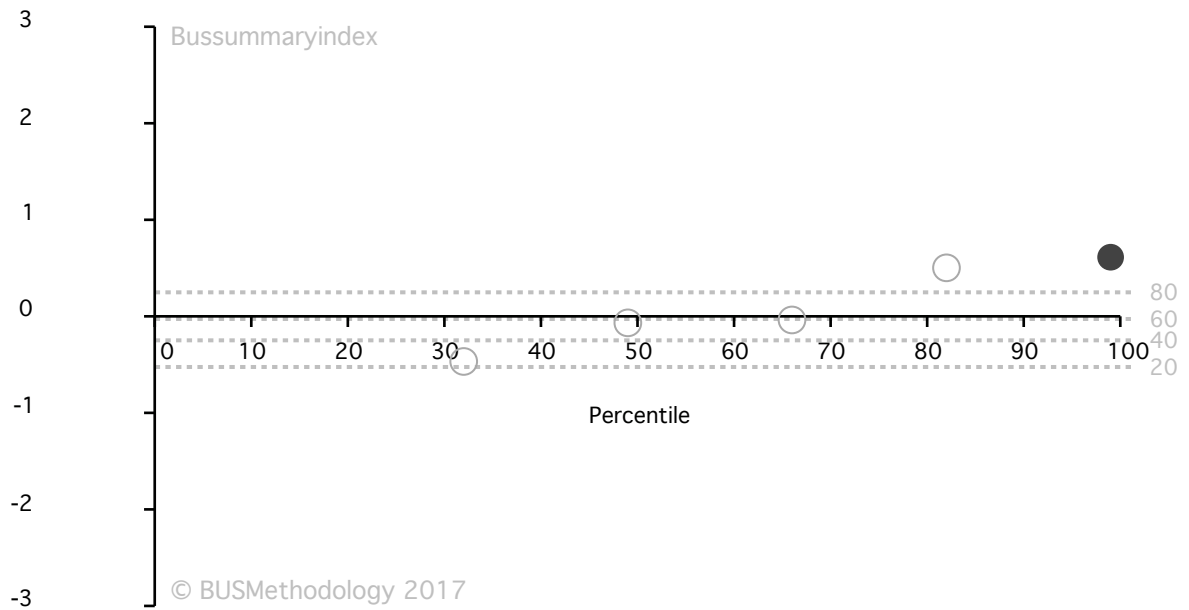
Study mean: 0.67 | Study building percentile: 99 | Quintile: 5
Building code: 1462Initial
Web content © BUSMethodology 2017

BUS Satisfaction Index



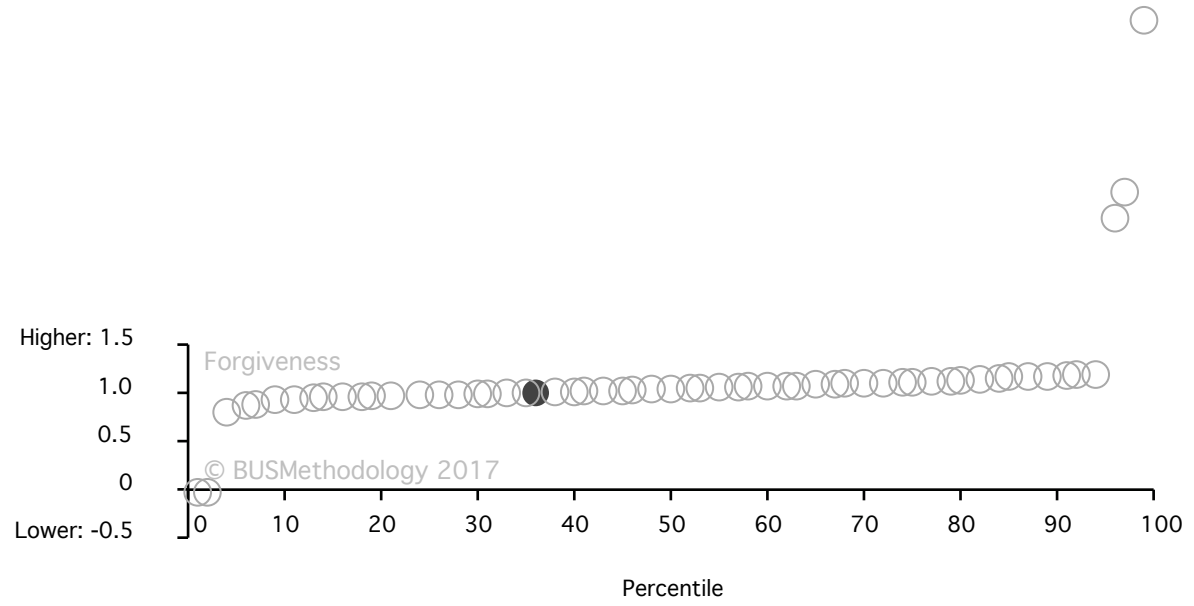
Study mean: 0.62 | Study building percentile: 82 | Quintile: 5
Building code: 1462Initial
Web content © BUSMethodology 2017

BUS Summary Index



Study mean: 0.64 | Study building percentile: 99 | Quintile: 5
Building code: 1462Initial
Web content © BUSMethodology 2017

Forgiveness Index



Study mean: 1.03 | Study building percentile: 36 | Quintile: 2
Building code: 1462Initial
Web content © BUSMethodology 2017

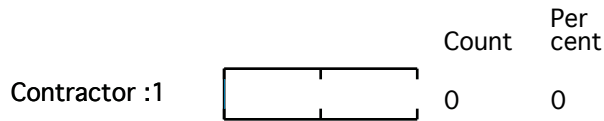
Age



Do you change your behaviour because of conditions in the building ...'



Contractor: outside contractor



Normal work base



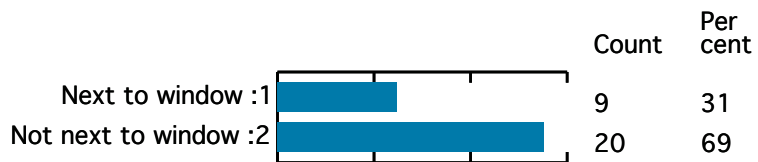
Requests for changes to heating, lighting, ventilation etc.



Sex



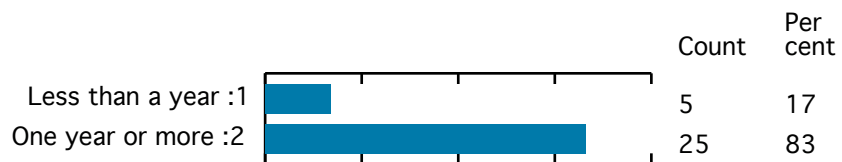
Window seat



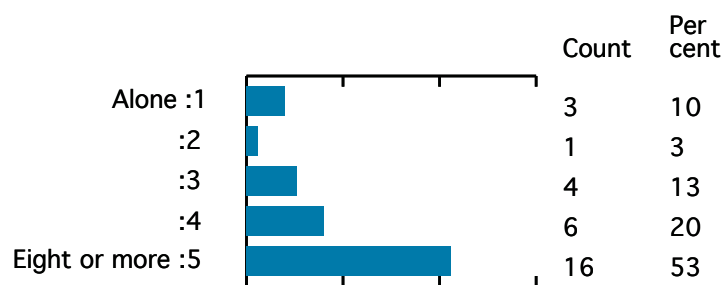
Worked at present desk/work area



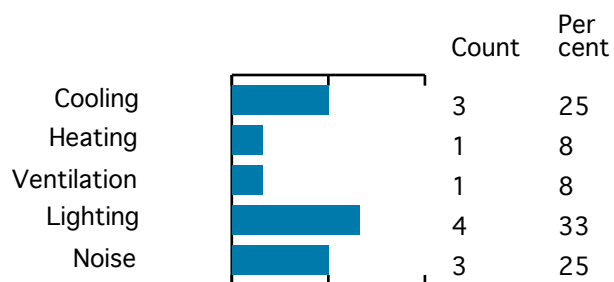
Worked in building



Work area/group occupancy

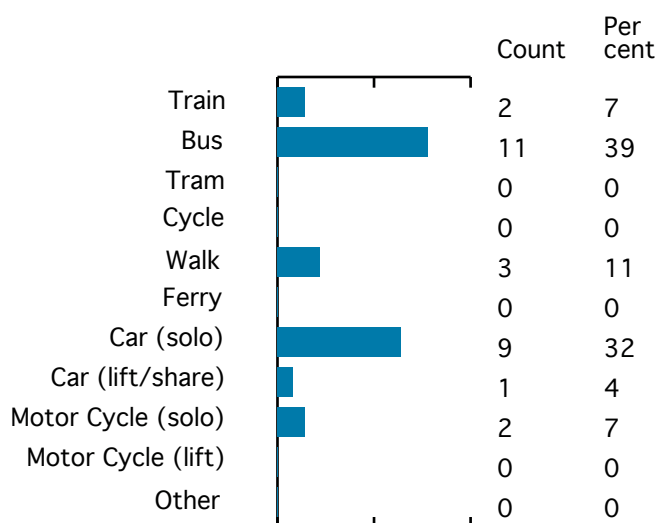


Importance of heating, cooling etc



Items are individual variables so percentages do not add up 100.

Journey to work



Basic data for benchmarked variables

* Standard test uses standard error of benchmark for scale midpoint critical region.

§ More cautious test uses standard error of study building mean for scale midpoint critical region. Use with small samples

	Score	Bmk value	Pcntle	Scale type	% Dissat	Result *	Result (cautious) §
Airdry	3	3.6	12	B	32	Red	Red
Airsfresh	3.43	3.99	20	C	8	Green	Green
Airsodourl	3.13	3.35	36	C	26	Green	Green
Airsover	4.75	4.31	71	A	12	Green	Green
Airsstil	2.78	3.45	10	B	52	Red	Red
Airwdry	3.28	3.39	38	B	34	Amber	Amber
Airwfresh	3.59	3.82	32	C	14	Green	Amber
Airwodourl	3.3	3.24	53	C	30	Amber	Amber
Airwover	5.17	4.73	73	A	4	Green	Green
Airwstil	2.45	3.6	5	B	55	Red	Red
Cleaning	5.83	5.24	61	A	3	Green	Green
Cntco	3.14	2.87	65	A	56	Amber	Amber
Cntht	2.96	2.81	62	A	62	Amber	Amber
Cntlt	4.14	3.76	63	A	37	Amber	Amber
Cntnse	2.96	2.6	66	A	67	Amber	Amber
Cntvt	2.51	3.14	35	A	70	Red	Red
Comfover	5.33	4.96	71	A	4	Green	Green
Design	5.6	4.99	77	A	6	Green	Green
Effect	5	3.65	93	A	18	Green	Amber
Furniture	5.23	5.04	57	A	10	Amber	Amber
Health	4.88	4.2	80	A	14	Green	Green
Image	6.23	5.39	77	A	0	Green	Green
Ltart	4.4	4.17	72	B	23	Red	Amber
Ltartngl	3.7	3.41	68	C	30	Amber	Amber
Ltnat	5.07	4.04	94	B	67	Red	Red
Ltnatngl	4	3.57	71	C	41	Amber	Amber
Ltover	5.33	5.12	58	A	15	Green	Green
Meeting	5.48	4.88	75	A	7	Green	Green
Needs	5.58	5.07	78	A	6	Green	Green
Nsecoll	4.37	4.22	65	B	26	Red	Amber
Nseinside	3.25	3.88	17	B	56	Red	Red
Nseinterruption	3.42	3.86	21	C	24	Green	Amber
Nseoutside	2.11	3.56	4	B	81	Red	Red
Nseover	5.11	4.45	85	A	11	Green	Green
Nsepeople	4.23	4.18	47	B	39	Amber	Amber
Prod	11.6	3.78	84	A	16	Green	Green
Safety	6.06	5.51	80	A	0	Green	Green
Spacebuild	5.63	4.82	86	A	10	Green	Green
Spacedesk	4.58	4.35	79	B	56	Red	Amber
Speed	4.84	3.92	75	A	15	Green	Amber
Storage	4.53	4.29	62	A	25	Green	Amber
Tshot	3.6	3.51	53	B	18	Amber	Amber
Tsover	5.12	4.22	85	A	8	Green	Green
Tsstable	3.95	4.37	21	C	33	Amber	Amber
Twhot	4.56	4.51	62	B	25	Amber	Amber
Twover	5.41	4.81	82	A	4	Green	Green
Twstable	4.08	4.35	30	C	50	Amber	Amber
Workreq	5.46	5.16	66	A	7	Green	Green

Variables by red/amber/green class

Amber: Air In Winter: Dry/Humid
Amber: Air In Winter: Odourless/Smelly
Amber: Control Over Cooling
Amber: Control Over Heating
Amber: Control Over Lighting
Amber: Control Over Noise
Amber: Furniture
Amber: Lighting: Glare From Lights
Amber: Lighting: Glare From Sun And Sky
Amber: Noise: Noise From Other People
Amber: Temperature In Summer: Hot/Cold
Amber: Temperature In Summer: Stable/Varies
Amber: Temperature In Winter: Hot/Cold
Amber: Temperature In Winter: Stable/Varies
Green: Air In Summer: Fresh/Stuffy
Green: Air In Summer: Odourless/Smelly
Green: Air In Summer: Overall
Green: Air In Winter Overall
Green: Air In Winter: Fresh/Stuffy
Green: Cleaning
Green: Comfort: Overall
Green: Design
Green: Do Facilities Meet Needs?
Green: Effectiveness Of Response To Requests For Changes
Green: Health (Perceived)
Green: Image To Visitors
Green: Lighting: Overall
Green: Meeting Rooms: Overall
Green: Needs
Green: Noise: Overall
Green: Noise: Unwanted Interruptions
Green: Personal Safety In Building And Its Vicinity
Green: Productivity (Perceived)
Green: Space In The Building
Green: Speed Of Response To Requests For Changes
Green: Storage Space: Overall
Green: Temperature In Summer: Overall
Green: Temperature In Winter: Overall
Red: Air In Summer: Dry/Humid
Red: Air In Summer: Still/Draughty
Red: Air In Winter: Still/Draughty
Red: Control Over Ventilation
Red: Lighting: Artificial Light
Red: Lighting: Natural Light
Red: Noise: Noise From Colleagues
Red: Noise: Noise From Outside
Red: Noise: Other Noise From Inside
Red: Space At Desk

Short and long names of variables

Airdry: Air In Summer: Dry/Humid
Airsfresh: Air In Summer: Fresh/Stuffy
Airsodourl: Air In Summer: Odourless/Smelly
Airsover: Air In Summer: Overall
Airsstil: Air In Summer: Still/Draughty
Airwdry: Air In Winter: Dry/Humid
Airwfresh: Air In Winter: Fresh/Stuffy
Airwodourl: Air In Winter: Odourless/Smelly
Airwover: Air In Winter Overall
Airwstil: Air In Winter: Still/Draughty
Cleaning: Cleaning
Cntco: Control Over Cooling
Cntht: Control Over Heating
Cntlt: Control Over Lighting
Cntnse: Control Over Noise
Cntvt: Control Over Ventilation
Comfover: Comfort: Overall
Design: Design
Effect: Effectiveness Of Response To Requests For Changes
Furniture: Furniture
Health: Health (Perceived)
Image: Image To Visitors
Ltart: Lighting: Artificial Light
Ltartngl: Lighting: Glare From Lights
Ltnat: Lighting: Natural Light
Ltnatngl: Lighting: Glare From Sun And Sky
Ltover: Lighting: Overall
Meeting: Meeting Rooms: Overall
Needs: Needs
Nsecoll: Noise: Noise From Colleagues
Nseinside: Noise: Other Noise From Inside
Nseinterruption: Noise: Unwanted Interruptions
Nseoutside: Noise: Noise From Outside
Nseover: Noise: Overall
Nsepeople: Noise: Noise From Other People
Prod: Productivity (Perceived)
Safety: Personal Safety In Building And Its Vicinity
Spacebuild: Space In The Building
Spacedesk: Space At Desk
Speed: Speed Of Response To Requests For Changes
Storage: Storage Space: Overall
Tshot: Temperature In Summer: Hot/Cold
Tsover: Temperature In Summer: Overall
Tsstable: Temperature In Summer: Stable/Varies
Twhot: Temperature In Winter: Hot/Cold
Twover: Temperature In Winter: Overall
Twstable: Temperature In Winter: Stable/Varies
Workreq: Do Facilities Meet Needs?