

**Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Arquitectura y Urbanismo
Carrera de Especialización en
Arquitectura y Hábitat Sustentable**

Director: Dr Arq. Jorge Daniel Czajkowski

Codirectora: Arq. Analía Fernanda Gómez

Trabajo Integrador Final para acceder al título de Especialista

**Aplicación de la técnica D.A.C.
a un edificio a localizarse en Mar del Plata
con el fin de su sustentabilización ambiental**

Arq. Leticia Mara Olivé

Tutor: Arq. Cecilia Corredera

Cotutor: Arq. Ricardo Tartaglia

Marzo 2016

Gracias a Jorge y Analía por habernos contagiado con el entusiasmo y el compromiso para intentar cada día aportar lo propio en este desafío que se presenta de afrontar el cambio climático global y sus implicancias para la humanidad desde nuestro rol como hacedores de las ciudades y lo construido.

A todos los profesores de los talleres y seminarios, por su dedicación y oportunidad de hacernos partícipes de sus investigaciones y conocimientos, con diversos niveles de abordaje, pero todos sumamente valorables.

A mis queridos compañeros en este viaje, a quienes conocí y formamos un grupo excelente: Laurita, Pablo, Antonieta, Guillermina, Silvia, Roland, Norma, Olguita, Analía, Laura y Luján, Rebecca, Emiliano, Mauro, Gabi, Juan, Tom, Lilis, mi compañera de aventuras, Paxi por su disposición, Rob por su generosidad, y muy especialmente a Silvia de la Floresta y su familia por su contención en todo sentido, siempre animando.

A María por ser parte y estar pendiente de las necesidades de los directores, profesores y estudiantes.

A los colegas del mundo de la arquitectura que apoyan la causa, y a los que no también.

A los compañeros de la escuela técnica en la cual doy clases, interesados en replicar estos conocimientos en el nivel secundario, ayudando a formar futuros profesionales de la construcción conscientes del aporte a nuestro universo de desarrollo sustentable

A mamá donde sea que esté, papá, Quitín, Emilio, Viki, Edurné e India y el resto de mi familia platense y marplatense.

A mis amigos, más lejos o más cerca, por apoyarme y tolerar ciertos estados de ánimo, ausencias, diferencias, obsesiones, y etc

Gracias

PROLOGO

El presente trabajo integrador final (TIF) se presenta como requerimiento para la obtención del título de especialista e implica los conocimientos teóricos y prácticos brindados durante el curso de los talleres y seminarios de la Especialización

El caso de estudio es el proyecto teórico de un edificio de oficinas y locales comerciales de 14644m² a implantarse en la Ciudad de Mar del Plata; el mismo formaba parte de análisis previos desarrollados durante el periodo de formación, por lo cual se decidió retomar el caso y establecer algunas nuevas reflexiones pertinentes.

Con la premisa de repensar un proyecto a partir de estudiar su comportamiento con y sin DAC, para determinar posibles mejoras con el fin de su sustentabilización ambiental, previo a su ejecución definitiva.

Una técnica DAC se refiere a un Diseño Ambientalmente Consciente, que encuadre todos o la mayoría de las variables pertinentes donde interferir para la creación o mejoramiento de un objeto, construcción edilicia o un sistema, el cual como un todo con su existencia, altera el devenir natural del ambiente y por consiguiente la vida de quienes habitan.

Porque hoy ya no puede obviarse las implicancias del quehacer humano Enel ambiente construido y su impacto respecto del Cambio Climático Global, con índices extraordinarios en el transcurso de los últimos siglos.

A continuación, se describirá la problemática general en la que se encuadra el caso y estrategias generales para afrontarla. Luego se presentara el caso de estudio con sus características y el análisis cualicuantitativo y las estrategias para alcanzar un mejoramiento; los respectivos estudios y análisis para verificación de normas locales y reflexiones a partir del alcance del presente trabajo, en relación a los objetivos planteados.

INDICE

INTRODUCCIÓN. Encuadre de la problemática donde se inserta el estudio de caso	7
OBJETIVOS	12
METODOLOGÍA.....	12
ANALISIS DEL SITIO	14
Ubicación y contexto.....	14
Clima.....	17
Confort	23
Recomendaciones de diseño.....	26
DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	27
Implantación general del edificio.....	27
Documentación gráfica del caso de estudio.....	27
Sistema constructivo del modelo original.....	31
CRITERIOS PARA ALCANZAR ALGÚN GRADO DE SUSTENTABILIDAD	32
Introducción	32
Criterios a aplicar en el caso de estudio.....	36
Envolvente.....	36
Estudio de asoleamiento para el confort térmico y lumínico	38
Ventilación	46
Calefacción	50
Refrigeración y ventilación artificial.....	52
Energías alternativas Aprovechamiento Geotérmico y Bombas de calor:.....	55
Energías alternativas - Colectores solares térmicos	57
Uso racional de Agua.....	58
Energía eléctrica.....	63
Paisajismo.....	64
DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DEL CASO MEJORADO.....	66
Diseño de las fachadas	66
Asoleamiento - Esquema general y propuesta en el edificio en base a necesidades.....	68

Ventilación - Esquema general de funcionamiento propuesto para el edificio.....	69
Climatización artificial - Esquema general de funcionamiento propuesto para el edificio	70
Agua - Esquema propuesta utilización y ahorro	71
DEMOSTRACIÓN CUANTITATIVA.....	72
Análisis de la envolvente: transmitancia térmica	72
Análisis de los cerramientos en modelo original: Muro	72
Análisis de los cerramientos en modelo original: Techo.....	73
Análisis de los cerramientos en modelo original: entresijos, tabiques interiores y carpinterías.	74
Análisis de los cerramientos en modelo mejorado: Muro.....	75
Análisis de los cerramientos en modelo mejorado: Techo	76
Análisis de los cerramientos en modelo mejorado: Carpinterías, entresijos y tabiques interiores. ...	77
VERIFICACIÓN DE LA CONDENSACIÓN SUPERFICIAL E INTERSTICIAL. NORMA IRAM 11625	78
Verificación de la condensación superficial e intersticial en muros:	79
Verificación de la condensación superficial e intersticial en techos:.....	81
AHORRO EN CALEFACCIÓN - CALCULO COEFICIENTE VOLUMÉTRICO G.....	83
Cálculo del Coeficiente G en modelo original	84
Cálculo del Coeficiente G en modelo original (V2).....	85
Cálculo del Coeficiente G en modelo mejorado (V3).....	86
Cálculo de la carga térmica para calefacción	87
Análisis resultados con y sin DAC.....	87
AHORRO DE ENERGIA EN REFRIGERACIÓN – Norma IRAM 11659	89
Carga térmica total para cálculo de refrigeración.....	94
Obtención de valores admisibles G _{Radm} y Q _{Radm}	95
Análisis resultados	87
SIMULACIÓN ENERGÉTICA	99
Metodología para la simulación.....	100
Gráficos y Análisis resultantes.....	101
Análisis resultados piso intermedio sin DAC:	101

Verano.....	101
Invierno.....	103
Análisis resultados piso intermedio con DAC.....	104
Verano.....	105
Invierno.....	106
Análisis resultados último piso sin DAC:	108
Verano.....	108
Invierno.....	109
Análisis resultados último piso con DAC:	110
Verano.....	110
Invierno.....	111
Discusión	112
ANÁLISIS TENDIENTE A UNA CERTIFICACIÓN – Norma IRAM 11900	113
Análisis Modelo original	113
Análisis modelo mejorado.....	114
Análisis comparativo Conclusión.....	114
REFLEXIONES FINALES.....	115
BIBLIOGRAFIA.....	117
REFERENCIAS.....	119
ANEXOS.....	122

INTRODUCCIÓN. Encuadre de la problemática donde se inserta el estudio de caso

Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), en su Artículo 1, lo define como: *'un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables'*. La CMCC distingue entre 'cambio climático' atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y 'variabilidad climática' atribuida a causas naturales.

Este aumento de la temperatura se debe al efecto invernadero, formado por un gas que absorbe radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación (radiación infrarroja) emitido por la superficie de la Tierra y por las nubes. El gas, a su vez, emite radiación infrarroja desde un nivel en donde la temperatura es más baja que en la superficie. El efecto neto consiste en que, parte de la energía absorbida resulta atrapada localmente, y la superficie del planeta tiende a calentarse. En la atmósfera de la Tierra, los gases de efecto invernadero son, básicamente: vapor de agua (H₂O), dióxido de carbono CO₂ (naturalmente de los océanos y respiración vegetal, animal y humanos por uso de energías fósiles como el carbón, gas y petróleo), óxido nitroso N₂O (proveniente naturalmente de la descomposición de hidrógeno en la tierra, y origen humano por fabricación de fertilizantes y combustión del petróleo), metano CH₄ (por descomposición vegetal o animal bajo tierra, y de origen humano por los residuos, ganado, y producción petrolera) y ozono O₃. i También se contabilizan otras sustancias tales como los denominados compuestos orgánicos volátiles (COV), emisiones biogénicas, fugas de gas natural, volatilización de combustibles líquidos, procesos incompletos de combustión, solventes orgánicos. Emisiones de material particulado (PM10 y 2.5), de fuentes naturales (erosión del suelo, erupciones volcánicas, aerosoles marinos) y antropogénicas (tránsito, industrias, construcción). Las emisiones en aire, agua y suelo traen perjuicios graves en la salud. *La contaminación del aire está asociada con la mortalidad y morbilidad de la población en general: la inflamación de las vías respiratorias lleva a menudo a efectos nocivos en el sistema cardiovascular (OMS, 2006). La contaminación atmosférica y el material particulado se clasificarían en el Grupo I de carcinógenos humanos (OMS, 2013). En los países en vías de desarrollo el 42% del total de las afecciones respiratorias se pueden atribuir a la contaminación del aire (OMS, 2012). El impacto de la contaminación del aire sobre la salud humana constituye la principal motivación para implementar leyes que regulen la calidad del aire.* ii

El calentamiento climático global se ocasiona porque se emite más cantidad de CO₂ de lo que el ambiente es capaz de absorber. La acidificación se da naturalmente por los volcanes y durante la descomposición de materia orgánica, y los combustibles fósiles que contienen azufre al ser quemados lo liberan a la atmósfera como SO₂. El dióxido de azufre es el causante del smog y principal fuente de las alteraciones respiratorias y otras afecciones y de la denominada lluvia ácida.

Mediante modelos matemáticos de simulación, específicamente modelos de calentamiento global (MCG) se han proyectado situaciones que incluyen variables y prefiguran diversos escenarios de acuerdo a las acciones que se realicen para amortiguarlo (Figura 1) . Pero definitivamente, la tendencia es el aumento de la temperatura global del planeta.

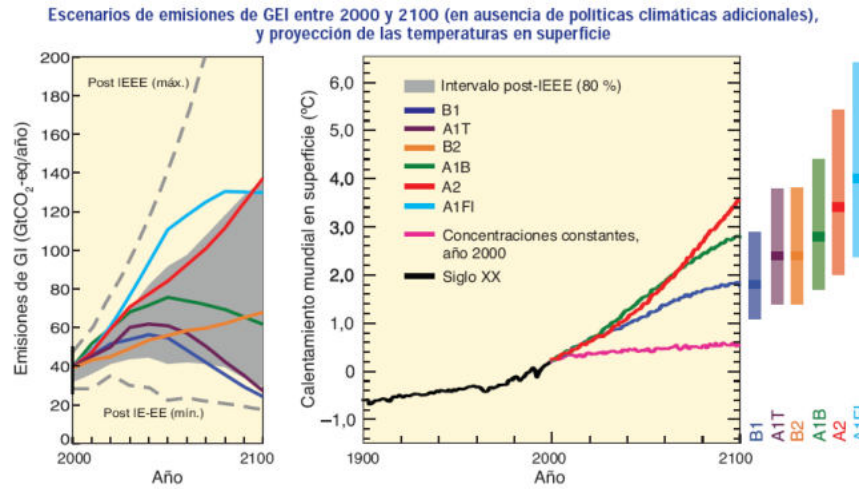


Figura 1: escenarios posibles. Fuente: IPCC.

El calentamiento climático global se refiere del incremento promedio de las temperaturas del planeta, incluso de los océanos, con lo cual se producen grandes tormentas, terremotos, huracanes, tornados e inundaciones como los registrados en los últimos años. También el incremento de temperatura provoca el derretimiento de los glaciares y a su vez aumenta el nivel del mar. Cambia la temperatura y humedad en los climas en diversas regiones, registrándose valores extremos de calor. Del mismo modo se producen sequias y falta de recursos para obtención del agua potable. Los océanos son cada vez más ácidos por las emisiones de CO₂, perjudicando el ecosistema acuático. Además de la contaminación de las aguas por acción inmediata del hombre con sus desechos. Desertificación y cambios en los ecosistemas; continuidad de disminución de la capa de ozono. Problemas urbano- sociales, ambientales, por pérdida de recursos naturales, especies vegetales (destrucción de los bosques) y animales. iii Una de las primeras premisas desde el Protocolo de Kioto fue y sigue siendo reducir las emisiones. En el mapa mundial todos tenemos la responsabilidad, aunque evidentemente unos tienen más peso que otros, todos deben cumplirlo y sobre todo quienes más emiten. (Figura 2).

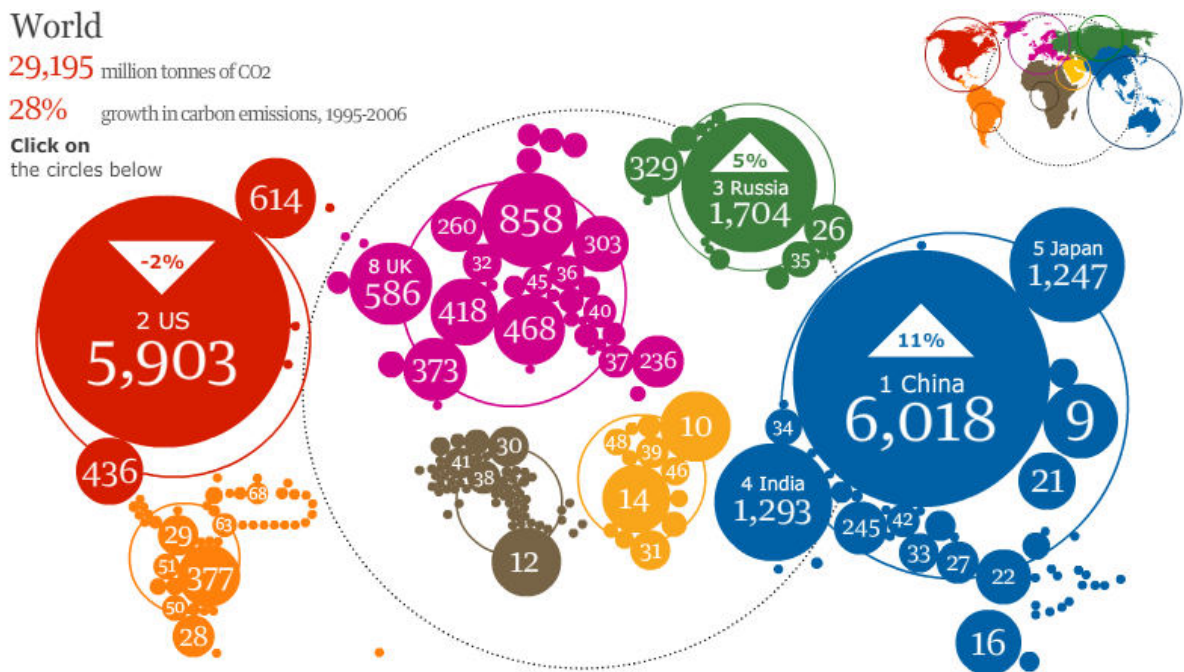


Figura 2: Emisiones mundiales en Tn de CO₂. Fuente: The Guardian- Mapa interactivo del Atlas del carbón 2008.^{iv}

Se han establecido pautas de mitigación de aquí al 2030, y en otra instancia también se debe considerar el grado de adaptabilidad (vulnerabilidad) de las sociedades y grupos de especies al cambio.

Desde la Organización del IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001) se estableció la mitigación para cada situación específica mundial en el área de suministro, transporte, edificios, sistemas de climatización, industria, agricultura, silvicultura, deshechos. La adaptabilidad de cada región está relacionada estrechamente con el desarrollo socioeconómico y la desigualdad de oportunidades. Para la mayoría de estas acciones, es preciso la actuación de los organismos decisores de cada país para el planteo de políticas de Estado, su papel en la educación al respecto, junto a pautas de producción y consumo sostenible, empleando las tecnologías existentes, pero promoviendo la búsqueda de nuevas, y ante todo afirmando el bienestar general y asegurando la equidad en el acceso a las necesidades básicas. El alcance de las acciones definirá el grado de impacto ambiental.

Con el aumento de la población mundial a 7000 millones, cada vez es mayor el consumo y solo el 25% de la población consume el 75% de la energía disponible. Pronto los recursos empezarán a agotarse y a pesar de tantos adelantos, aun hoy existen poblaciones que no tienen acceso al agua potable. Según la Agencia Internacional de Energía el sector de la construcción y las ciudades consumen el 70% de la energía mundial y el 50% de la energía producida es para la climatización artificial en los edificios. En Argentina el 33% de toda la energía suministrada es para el sector residencial y otros edificios que en total supera al destinado a transporte e industrial (Figura 3). La energía primaria empleada para satisfacer las demandas, continúa siendo mayormente a base del gas natural, petróleo y en muy bajo índice otras como la carbón mineral, nuclear, hidroeléctrica, biodiesel y biomasa (Figura 4).

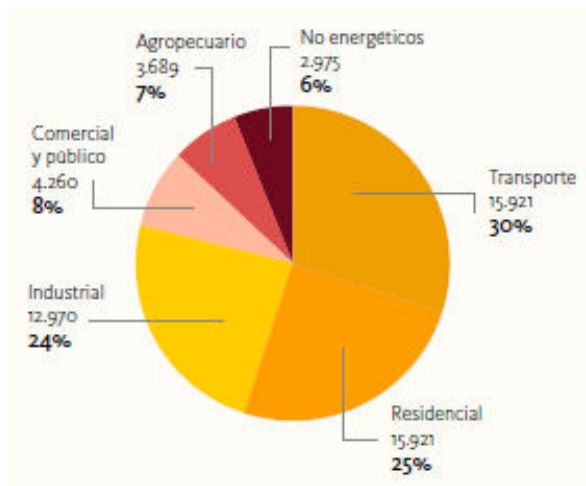


Figura 3. Consumo total de energía por sector en Argentina (Ktep). Fuente: Balance energético Nacional 2010.

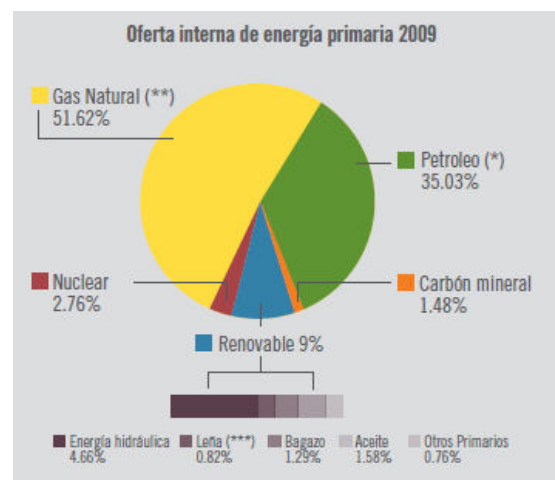


Figura 4. Matriz energética Argentina. Fuente: Secretaria de Energía de la Nación 2009.

En el sector edilicio, el 65% de la energía se emplea para climatización, 15% en la construcción, 10% para agua caliente y otro 10% para el consumo eléctrico; valores similares pueden observarse específicamente en edificios de oficinas en España (Figura 5) donde el 47% de la energía demandada es para climatización y ventilación, y aproximadamente la mitad de este valor para iluminación.

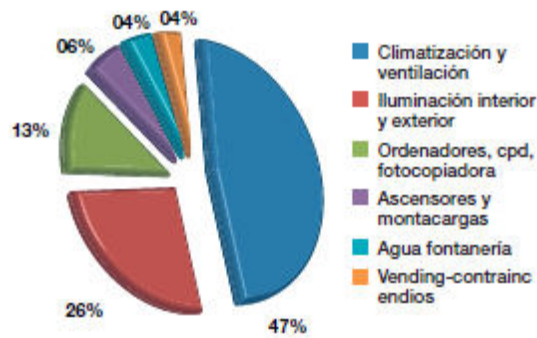
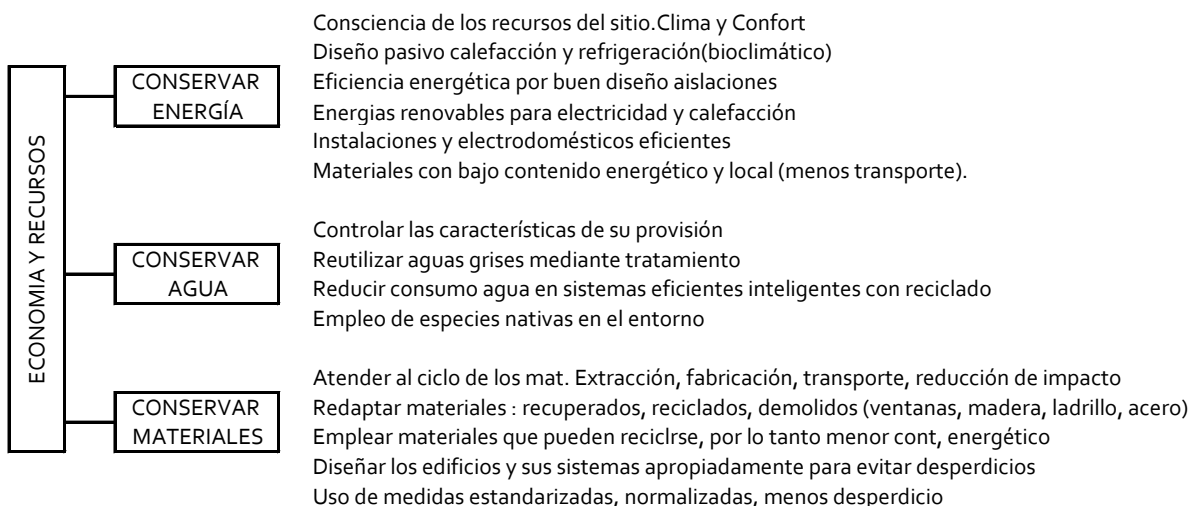


Figura 5. Consumo energía en edificios de oficinas en España. Fuente: Asociación de empresas de Eficiencia energética, Madrid.

La estrategia para paliar esta situación es la concienciación ambiental y pensar en un diseño ambientalmente consciente (DAC) tanto para los edificios como todo aquello implícito en el ámbito de la construcción que nos concierne a los arquitectos y urbanistas, ingenieros, constructores hacedores de las ciudades. Considerando la utilización de materiales con bajo contenido energético en su fabricación y en todo el ciclo de vida, tender a un bajo costo en el mantenimiento de los edificios, propiciar la eficiencia energética en diversos niveles, uso de las energías renovables y más eficientes sistemas contemplando las convencionales (combustibles fósiles), los materiales con baja toxicidad, reciclado y reutilización, son entre otros, factores imprescindibles. Cuidando lo existente, con el uso racional de la energía, el agua, nuestro suelo y los ecosistemas. De esta manera es posible también reducir las emisiones y promover un hábitat más saludable interior y exterior.

En el texto de la Universidad de Michigan (Jong-Jin Kim & Brenda Rigdon, 1998)⁹, se plantearon una serie de principios a considerar, para alcanzar este equilibrio, mediante el diseño sustentable y la prevención de la contaminación ambiental. Uno de los conceptos importantes es el del ciclo de vida de los edificios, y puede extenderse a cualquier otro diseño teniendo en cuenta durante todas las etapas sus implicancias ambientales. Se habla de la transmigración de los materiales de construcción, *'de la cuna a la tumba'*, o sea desde la extracción de las materias primas, su fabricación, transportación, etapa operativa y luego de cumplida su fase utilitaria, lo que se hace con los productos y materiales, si son reciclados, reutilizados, o devueltos a la naturaleza. En este análisis del ciclo de vida (ACV) se debe tener en cuenta los recursos necesarios para el área de construcción, la gran utilización del agua durante la vida del edificio ocupado, y los materiales que antes, durante y al final genera desechos y polución ambiental. Por otro lado, debe ser prioridad el bienestar de quien habitará ese edificio, respetando su entorno integralmente. A continuación, la Tabla 1 muestra una síntesis de lo tratado en el texto mencionado, organizado en 3 principios:



:

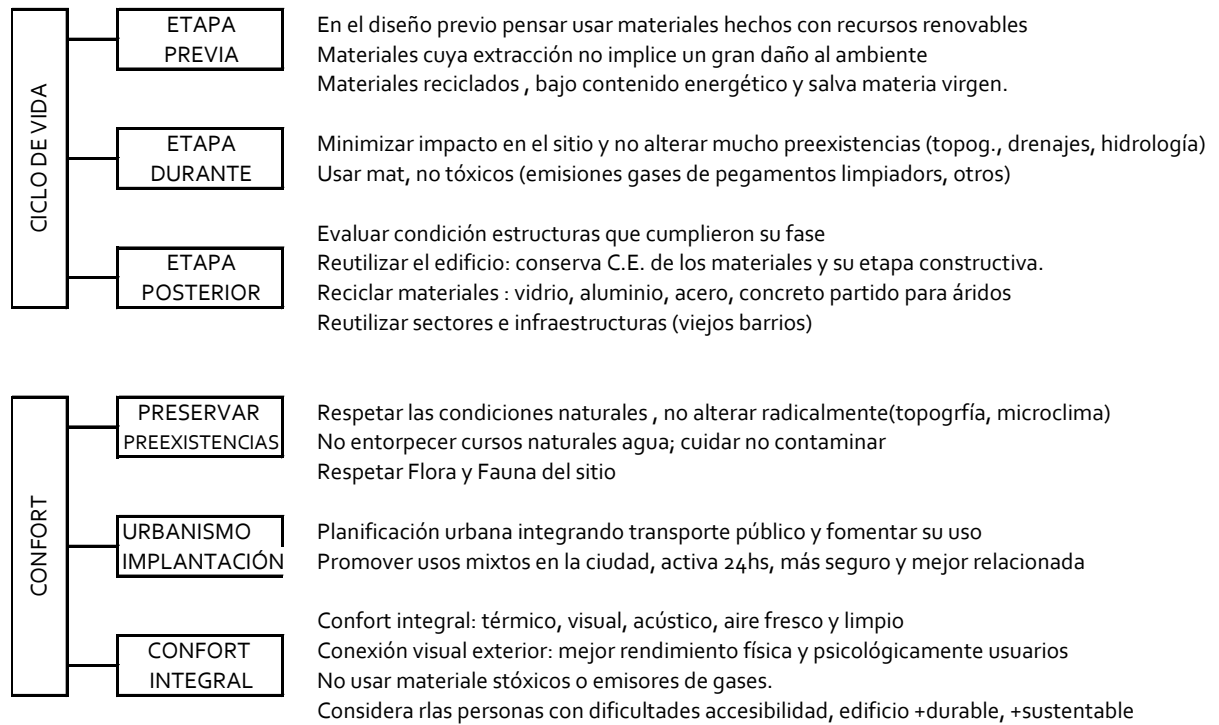


Tabla 1: Los 3 principios del diseño sustentable. Fuente: Jong-Jin Kim & Brenda Rigdon, 1998 (Traducido por la autora).

OBJETIVOS

El objetivo general es alcanzar cierto grado de sustentabilidad ambiental aplicando estrategias DAC en el modelo de estudio, pensando en su futura ejecución y con la premisa principal de cumplir con las normas de la Ley 13059/03 de Acondicionamiento Térmico en la construcción de edificios de uso humano de la Provincia de Buenos Aires.

El objetivo específico pretende mostrar que, incluso para un proyecto en un estado avanzado de diseño- donde no es posible interferir en la delimitación de la implantación, morfología y planimetría - aún es posible procurar ahorro energético disminuyendo las cargas térmicas en climatización, que es el mayor factor de consumo de energía. Mayormente gracias al tratamiento de la envolvente completa, sistemas de ahorro de energía en electricidad, gas y agua potable, e incluso con la chance de emplear energías renovables y sistemas eficientes en el acondicionamiento térmico.

De esta manera además de cumplir con la ley, si se sumaran buenas prácticas durante su operabilidad, sería factible reducir la huella ecológica del mismo, siendo este aspecto tan importante hoy día, como objetivo a largo plazo apuntando a la reducción en el consumo energético global y consecuentemente las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero). Por otra parte, también es objetivo del trabajo concientizar acerca de las posibilidades de acción positivas para un proyecto arquitectónico, conociendo las dificultades y potencialidades- durante un corto plazo de estudio- con el fin de establecer bases para continuar y alentar otras investigaciones que allanen los caminos.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada fue el análisis del comportamiento energético del edificio según el proyecto original. Luego se procedió a aplicarle las modificaciones necesarias en la envolvente con el fin de cumplir la normativa nacional, todo ello para llegar a cumplir con la Ley Provincial en vigencia 13059. Normas IRAM 11601/02, 11603/11, 11604/00, 11605/96/02/04, 11625/00/02, 11507-1 y 4, 11659-1 y 2, 11900. Cálculos sin DAC y con DAC.

Se evaluaron las condiciones climáticas con datos provenientes del Servicio Meteorológico Nacional del período 1991-2000 para la ciudad elegida. Se realizó un diagnóstico bioclimático con el fin de conocer las estrategias de diseño (formal, constructivo, material) posibles de aplicar al caso, respondiendo éstas a pautas establecidas por la clasificación regional bioambiental de la Argentina. Se estableció el parámetro de confort térmico a través de cliomogramas; para lo cual se utilizó el programa Analisis Byo 21.2 de acuerdo a temperaturas y humedad relativa del lugar. Es importante la interpretación del diagrama psicrométrico de acuerdo al período frío y cálido. Aquí se empleó el cuadro TEMPORA que establece temperaturas horarias de un día típico por mes.

Se efectuó el estudio de asoleamiento utilizando la carta solar acorde a la latitud del lugar, se trazaron los rayos horarios tanto altitud como acimut y volcaron los datos en un cuadro horario con el cual pudo determinarse los requerimientos para ingreso o protección solar. Gráficamente se incorporaron los lineamientos a la documentación gráfica del proyecto para dimensionar elementos constructivos para confort térmico y lumínico interior.

Se realizó el análisis de la resistencia térmica de la envolvente en cuanto al coeficiente de transmitancia (k) del sistema constructivo de muros, cubierta, pisos, y tipos de ventanas con valores tomados de las normas mencionadas. Se evaluó el caso del edificio en situación original y la propuesta de mejoramiento para verificar con el valor k admisible, considerando un grado intermedio entre el rango A y B de confort térmico.

También se realizaron los cálculos para averiguar si existe condensación superficial e intersticial entre las capas de los sistemas constructivos seleccionados. El parámetro de verificación aquí tiene que ver con la caída de temperatura y resistencia de los materiales y el exterior, el valor de las temperaturas interiores entre capas debe ser menor al punto de rocío.

Se confeccionó la planilla de cálculo para estimar el ahorro de energía en calefacción, con el coeficiente volumétrico G de pérdidas globales, para el caso sin y con DAC; para el mismo se consideró al volumen completo del edificio 38074m³. Se establecieron 3 niveles de análisis: primero para la situación original del caso de estudio con superficies en fachadas, tipos constructivos y materialidad; luego se modificaron las proporciones entre superficies opacas y vidriadas; y por último con estas mismas proporciones pero una propuesta superadora del sistema constructivo y materialidad. Con los resultados obtenidos se determinaron las cargas térmicas para la demanda en calefacción, con los grados día mes del lugar (calculados con las medias mensuales del SMN mencionado para alcanzar los 20°C de confort térmico de invierno) y para una jornada laboral estimada en 10hs.

Para el cálculo de ahorro de energía en refrigeración, se consideraron solo las superficies útiles de las oficinas, 26845m³, descartando áreas de servicio y espacios comunes. Se determinó el número de personas para oficinas según el reglamento igual para obtener el equipamiento: mientras que la clase y cantidad de luminarias fue diseño de luminotecnia. Estos valores resultantes se decidieron mantener constantes para los estudios y simulaciones (no se hizo diferencia en grados de eficiencia en los artefactos eléctricos y luminarias). Luego de obtener todas las cargas térmicas internas y externas se obtuvo el valor del coeficiente volumétrico de refrigeración (GR) de cálculo y la carga térmica de refrigeración (QR) cálculo tanto para el caso sin y con DAC; pero no se contaba con un GR y QR admisibles para comparar en la norma existente específicamente para oficinas y con ese volumen. Por lo cual dicho valor, tuvo que estimarse a partir de un estudio antecedente que se detallará en el apartado correspondiente.

En primer instancia se realizó una simulación a nivel global del edificio con REVIT, este programa es muy útil y rápido para una primera vista general del comportamiento energético. El mismo cuenta con gráficas muy didácticas y útiles de sus cualidades (ver ANEXO).

Posteriormente se realizó una simulación numérica en EnergyPlus para predecir el comportamiento con y sin las modificaciones. Por la envergadura del trabajo y complejidad del mismo en cuanto a procesamiento de datos, se decidió tomar un sector representativo del edificio correspondiente, el cual presenta oficinas en las caras este, norte y oeste, y con las oficinas esquineras con más contacto superficial exterior. Se elaboraron 3 niveles representativos donde se realizó la simulación del nivel intermedio y el superior de pisos, tanto para el caso original de estudio y el mejorado, analizando los gráficos resultantes correspondientes a los periodos de invierno y verano.

ANÁLISIS DEL SITIO

Ubicación y contexto

Mar del Plata es una ciudad ubicada en el sudeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, sobre la costa del mar Argentino (Figura 6). Es la cabecera del partido de General Pueyrredón, un importante puerto marítimo de ultramar, balneario y la segunda urbe de turismo más importante del país tras Buenos Aires, ya que en época de verano su población puede aumentar un 311%, por lo que cuenta con una gran oferta de infraestructura de hoteles. Cuenta con aeropuerto y la renovada terminal ferroadmóvil, donde convergen gran cantidad de líneas y personas para lo cual otro proyecto en marcha ha sido reactivar el servicio ferroviario Mar del Plata- Buenos Aires, que intensificará las vías de comunicación. Las principales actividades son la portuaria, pesquera, la turística y la industria textil. La actividad principal del puerto, la pesca (conservas, congelado y fileteado) se complementa también con barcos petroleros, cerealeros; cuenta con una nueva terminal para cruceros(exterior) de pasajeros y una base naval de submarinos que cuenta con 2 astilleros; por el proyecto ferroviario se creó una fábrica de durmientes de hormigón. Entre la gran variedad de industrias se destacan también la derivada de horticultura, la construcción y la metalmecánica algunas de las cuales tienen asiento en el Parque Industrial General Manuel Savio. También destaca el sector minero donde produce la piedra cuarcita (denominada estilo mar del plata) y arena, la piedra que se extrae se comercializa en forma de granza, piedra de hormigón, bloques para escolleras y usos ornamentales. Tanto el área de la construcción como el rubro inmobiliario, conforman un fuerte sector para la economía generando cadenas de las relaciones entre insumos materiales y servicios, rangos de empresas constructoras y subcontratistas, en el sector público y privado. Tuvo notoriedad durante los 90 en construcción de hoteles, edificios y viviendas pero luego ha decaído, aunque siempre ha sido de notable demanda, incrementándose algo hasta 2009 como inversión en torres de departamentos y propiedades PH en relación con el mercado inmobiliario aunque luego ha mermado un poco, influenciado por la economía actual. Y básicamente se reconoce la actividad turística, como balneario principal de Argentina con casi 50km de costa y varios sitios de interés.^{vi}



Figura 6: Mapa con ubicación general en la Provincia y sector urbanizado de la Ciudad de Mar del Plata. Fuente Google Maps. Accedido 13/03/2016.

Culturalmente tiene un amplio espectro de actividades, de importancia nacional como la fiesta del mar y de los pescadores y el festival internacional de cine entre otros, además de varios museos y salas de espectáculos, ferias, el casino y conciertos al aire libre. En los deportes tiene un complejo deportivo que fue sub sede del Mundial de Fútbol 1978, sede de los Juegos Panamericanos de 1995 y donde se jugó la final de la Copa Davis 2008 y donde llevan a cabo otras competiciones nacionales y regionales. Es también un importante centro de educación, para lo que cuenta con instituciones educativas de todos los niveles, polo de cultura de

varias disciplinas. Además posee canales de televisión abierta y por cable, tres radios AM y una variada oferta de más de cincuenta emisoras de frecuencia modulada.

Varias reformas urbanas se dieron a fines de la década de 1970, varios proyectos controvertidos y trascendentes: la inauguración de la Peatonal San Martín, la construcción de los balnearios en el complejo Punta Mogotes, la demolición de los viejos hoteles sindicales en Playa de los Ingleses- hoy "Varese"- y la reforma de la Avenida Constitución y el Estadio Mundialista para la Copa FIFA de 1978. La ciudad y su arquitectura: El desarrollo de Mar del Plata como ciudad balnearia a comienzos del siglo XX dio como resultado que los sectores altos de la sociedad porteña construyeran grandes residencias de veraneo, inspiradas en el pintoresquismo europeo y más tarde en el art decó, conocida como la «Biarritz argentina». Luego entre 1930-1950 arquitectos y constructores locales recrearon y trasladaron las principales características y materiales del chalet californiano, originando un pintoresquismo característico en el chalet marplatense (Figura 7). Debe destacarse también la impronta de Bustillo en el Hotel Provincial y Casino, con un marcado estilo neoclásico.



Figura 7: Tipologías edilicias. Pintoresquismo (izquierda), Tipo chalet (centro), Neoclásico (derecha).

Durante los 60 fue el boom inmobiliario, por lo cual se produjo una notable renovación urbana, con grandes edificios hoteles y torres de viviendas de gran envergadura, y en muchas ocasiones para tal fin se han derribado los más notables ejemplos de mansiones típicas representantes de las arquitecturas antes mencionadas (Figura 8). Por suerte muchas de ellas hoy pueden mantenerse por reconocerse dentro del patrimonio histórico de la ciudad, y de este modo conservar buena parte de la idiosincrasia del marplatense.



Figura 8: Fotos tipologías edilicias torres en altura desde los '60a la actualidad. Fuente: fotografías de las autoras.

En cuanto a la orografía, Mar del Plata se inscribe en el denominado Tandilia. Conjunto montañoso del este de Argentina que se extiende entre la llanura de Olavarría, al noroeste, y la costa atlántica abarcando una faja de 340 km de longitud, con una anchura máxima de 60 km, a cuyos pies se asienta la ciudad de Tandil. En el tramo final, alcanza las sierras de Los Padres alcanzan el océano Atlántico a la altura de la ciudad de Mar del Plata, internándose en el mar como se observa en el acantilado costero y en los puntos extremos que forman al norte la punta Iglesia y el cabo Corrientes, y hacia el sur las puntas Mogotes y Canteras. A nivel geológico, este sistema montañoso corresponde a un macizo de esquistos cristalinos, los llamados estratos de La Tinta, compuestos de areniscas y arcillas, sobre el cual se apoya una cubierta de sedimentos del paleozoico denominado Tandilia tabular. El relieve de las sierras de Tandilia es de acuerdo a la roca sobre la que se ha formado. La forma de domos corresponde a la roca granítica, mesetas a rocas metamórficas y cónicas con base

de rocas resistentes. En cuanto a los cursos hídricos, corresponden al Sur bonaerense, ligados directamente a los sistemas de Tandilia y Ventania. Algunos de estos cursos de agua desaguan en lagunas o se pierden por infiltración mientras que otros vierten sus aguas en el mar, a veces a través de canales. Los regímenes de estos ríos, son netamente pluviales con dos crecidas en el año: una principal en Marzo-Abril y otra en octubre, entre los principales cursos de agua del sur bonaerense se hallan el Quequén, y el Río Sauce Grande, en cuyo cauce ha sido construido el embalse Paso de las Piedras entre otros (Figura). Por otro lado, toda la costa en contacto con el mar Argentino, caracterizado por la escasa presencia de isla, se encuentra influido principalmente por dos corrientes: la cálida del Brasil proveniente desde el norte, y la fría de Malvinas que viene desde el sur. Las mareas alcanzan una gran amplitud fundamentalmente en la costa patagónica, con desniveles que a veces alcanzan hasta los 14 metros.



Figura 9 : Mapa físico de la Provincia de Buenos Aires. Fuente:www.mapoteca.edu.ar

La ciudad de Mar del Plata descarga sus residuos cloacales sobre las aguas de algunas de sus playas, generando un impacto ambiental considerable. Algunos estudios han demostrado que algunas de sus playas no son aptas para realizar baños y como en otra ciudades costeras, deberían presentarse informes de los monitoreos regularmente. Se ha inaugurado en 2014 un emisario submarino ^{vii}-el cual se extiende unos 4000m dentro del mar- para mitigar el impacto de los vertidos sobre las playas. Pero los controles por parte de los organismos responsables no lo hacen debidamente, incluso se registran varias conexiones cloacales clandestinas unidas a las pluviales, lo cual se suma a la contaminación de calles y todo desagua en las playas, arena y mar. Desaparecido el Consejo Municipal de Medio Ambiente, hay pocas probabilidades de consciencia al respecto. Otra situación relacionada con el Cambio Climático y la acción humana con repercusión en las costas se refiere a la erosión natural pero también por efectos antropogénicos: *“Hace unos años, los meteorólogos descubrieron que el anticiclón semipermanente del Atlántico Sur se desplazó ligeramente hacia el sur. Las consecuencias para el Río de la Plata y costas bonaerenses son que hay un poco más de viento del este, un poco más intenso y un poco más frecuente. Esto trajo un leve impacto en el oleaje en los últimos años, un incremento de unos pocos centímetros en la altura de las olas, más notorio mar adentro que en la costa y también mayor cantidad de*

oleaje desde él. Creemos que esto tendrá un leve efecto erosivo sobre la costa... El puerto de Mar del Plata, necesario por razones económicas y sociales, tiene su contracara: las dos escolleras, en especial la del sur, atajan la arena y vacían las playas del norte... A este impacto local se agrega el calentamiento global, que a nivel planetario provoca un incremento en el nivel del mar estimado en 3,8 milímetros por año. Para el año 2100, los expertos del Panel Intergubernamental Sobre Cambio Climático (IPCC) calculan un aumento de 60 centímetros." ^{viii}

En caso de un aumento, estas aéreas son muy inundables por su baja cota como en la Bahía de Samborombón cuando hay Sudestada, las tormentas usuales y cada vez más notables registradas en la región, y poseen mayor riesgo frente a crecidas y posibles inundaciones.

Clima



Figura 10: Mapas Climático de la Provincia de Buenos Aires. Fuente:www.mapoteca.edu.ar

La ciudad de Mar del Plata se ubica en la latitud 37°56' Sur y longitud 57° 35' Oeste, a 5 msnm. Mar del Plata corresponde a la Zona Bioambiental IV Templado Frío (Figura 11). Los datos utilizados para el estudio del clima son los del Aeropuerto del Servicio Meteorológico Nacional (período 1991-2000).

El período estival no es riguroso, con temperaturas máximas promedio menores a 30°C. Los inviernos son fríos, con valores medios entre 4°C y 8°C y las mínimas medias alcanzan muchas veces valores inferiores a 0°C. Esta zona se subdivide en cuatro subzonas mediante las líneas de amplitud térmica 14°C y 18°C: Subzona IVa. de montaña, Subzona IVb. de máxima irradiancia, Subzona IVc. de transición y Subzona IVd. marítima, en la cual se asienta la ciudad .

Ubicación y clasificación bioambiental del lugar

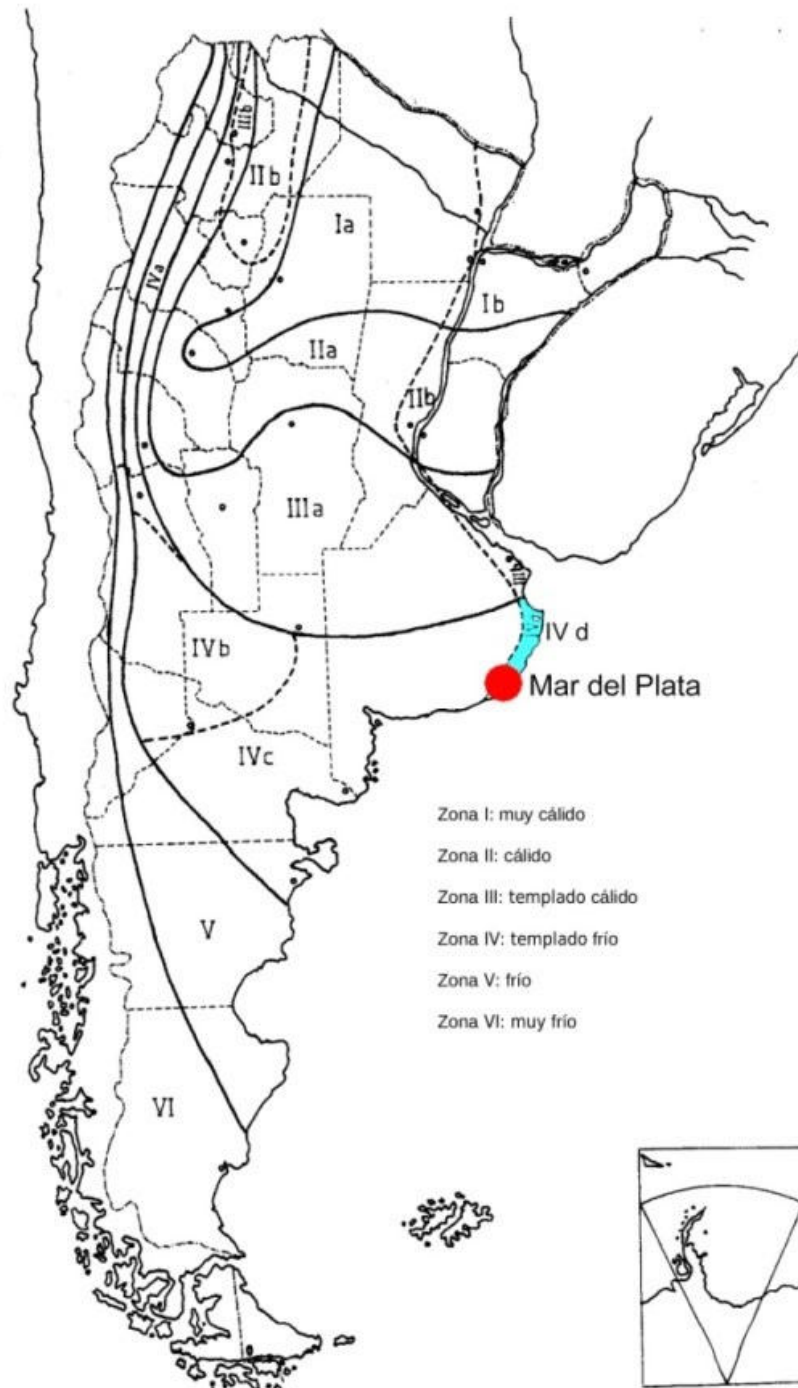


Figura 11. Mapa Bioambiental de la República Argentina. Norma IRAM 11603. Indicando la subzona Marítima.

Tablas de datos meteorológicos

Análisis Solar												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Heliofania efect.	<i>horas/día</i>											
	6,20	6,90	4,50	4,00	2,70	2,30	3,00	4,20	3,90	5,60	6,00	5,80
Radiación	<i>MJ/m2día</i>											
	24,91	21,50	17,35	12,49	8,85	7,05	7,88	10,62	15,48	18,83	22,89	25,23

Análisis de Temperaturas												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Extrema Máxima	38,3	36,2	34,9	30,4	28,5	22,6	23,5	28,2	30,1	29,8	33,1	38,3
Media Máxima	25,9	24,9	24,1	20,1	17	13,3	12,7	15	16,2	18,6	21,2	24,8
Media	20,1	19,2	18,45	14,85	11,95	8,85	7,8	9,45	10,65	13,2	15,7	18,6
Media Mínima	14,3	13,5	12,8	9,6	6,9	4,4	2,9	3,9	5,1	7,8	10,2	12,4
Extrema Mínima	3	4,7	1,3	0,5	-3	-4,8	-8,3	-5,7	-6,3	-3	0	2,8
Amplitudes	11,6	11,4	11,3	10,5	10,1	8,9	9,8	11,1	11,1	10,8	11	12,4

Análisis de Precipitaciones												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Máximo	156,5	304,7	143,9	370,9	112,3	157	135,5	91,7	75	184,2	145	128,8
Media	112	160	89	202	65	84	68	49	45	95	82	79
Mínimo	67	14,7	34	32,3	18,4	10,5	0	5,8	15,8	6,5	18,7	29,9

Análisis de Humedad												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Media Máxima	85,7	81,3	86,4	88,0	87,8	91,6	88,7	87,6	83,9	81,5	82,0	77,3
Media	77,6	77,9	79,8	82,7	83,7	82,1	78,9	80,3	79,0	76,7	76,0	72,0
Media Mínima	69,5	74,4	73,1	77,4	79,6	72,5	69,1	73,0	74,1	71,8	69,9	66,6

Análisis del Viento												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Predominante	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Velocidad	5,00	4,78	4,36	4,25	4,44	4,72	4,61	4,44	5,11	5,22	5,44	5,92
Secundario	N	NE	NE	SE	O	O	SO	N	SO	SO	NE	N
Velocidad	4,69	5,17	4,92	5,78	3,56	4,42	4,17	4,50	4,86	4,67	5,14	5,31

Análisis de la Nubosidad												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Nubosidad	3,90	3,60	3,80	4,60	4,60	5,00	4,60	4,20	4,20	4,20	4,30	3,80

Análisis de otros fenómenos												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Octubre	Nov.	Dic.
Cielo claro	8,4	9	8,6	5,2	6,4	4,5	6,2	7,7	7,1	6,6	6,6	9,5
Cielo cubierto	7,6	6,2	7,1	10,9	11,1	12,2	10,2	9,7	8,9	8,1	9,3	7,3
Tormenta	7,7	6,4	4,1	3	2	1,3	1	1,8	2,4	4,6	5,3	5,3
Tempestad arena	0	0	0	0	0,1	0	0	0,1	0	0	0,1	0
Helada	0	0	0	0	1,9	4,4	8,2	5,7	2,7	1	0,1	0
Nieve	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0
Granizo	0	0,3	0,1	0	0,1	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0
Niebla	3,6	5,1	4,7	6,3	8	7,1	6,1	8,9	6,4	6,1	4,5	2,8
Precipitaciones	9,7	8,2	8,3	9,7	8,7	10,1	7,7	7,2	8,1	9	9,3	8,3

Tabla 2: Datos meteorológicos del SMN periodo 1991-2000

Gráficos y Analisis

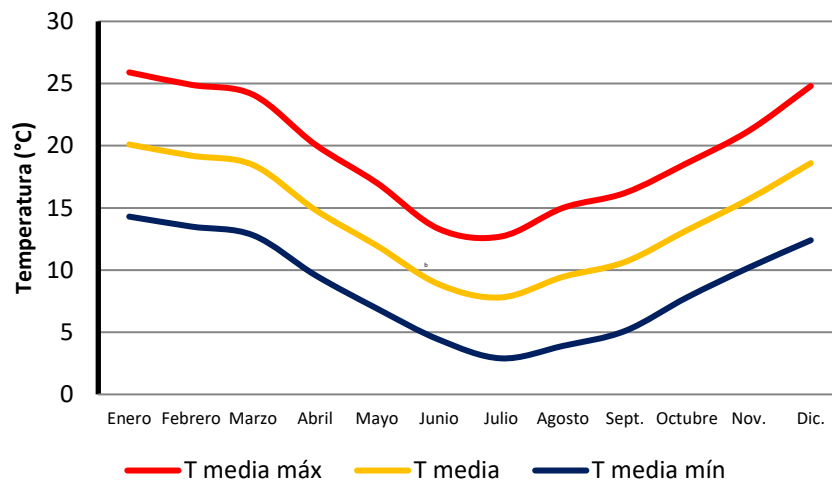


Figura 12: Temperatura anual de bulbo seco. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional

La media anual es de 14.07°C , con promedio mínimas en 8.65°C y promedio maximas de 19,48°C. Se deriva que es un clima fresco . Algunas máximas registradas en el verano alrededor de los 25°C (Dic,Ene,Feb) y la más baja media registrada en julio de 2,9°C, el resto del año el valor se acerca al promedio anual mencionado. Cabe destacar que no se están exponiendo las temperaturas extremas máximas y mínimas, las cuales si deben considerarse al momento de los cálculos, además que se toman las de diseño. En cuanto a las amplitudes térmicas , el promedio anual es de aproximadamente 11°C .

TEMPERATURAS HORARIAS SEGUN MAXIMA MEDIA Y MINIMA MEDIA.												TEMP. MEDIA ANUAL:		TEMP. NEUTRALIDAD:	
ESTACION: mar del plata												14.1		21.97	
FUENTE: S.M.N.												TMA		14.1	
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL		
TEMP. MED. MAX	25.9	24.9	24.1	20.1	17.0	13.3	12.7	15.0	16.2	18.8	21.2	24.8	19.5		
TEMP. MED. MIN	14.3	13.5	12.8	9.6	6.9	4.4	2.9	3.9	5.1	7.8	10.2	12.4	8.7		
DIFERENCIA	11.6	11.4	11.3	10.5	10.1	8.9	9.8	11.1	11.1	10.8	11.0	12.4	10.8		

HORA	COEFICIENTES	TEMPERATURAS HORARIAS												PROMEDIOS		
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL	D-E-F	M-J-J
1	0.46	19.6	18.7	18.0	14.4	11.5	8.5	7.4	9.0	10.2	12.8	15.3	18.1	18.8	9.1	13.6
2	0.32	18.0	17.1	16.4	13.0	10.1	7.2	6.0	7.5	8.7	11.3	13.7	16.4	17.2	7.8	12.1
3	0.19	16.5	15.7	14.9	11.6	8.8	6.1	4.8	6.0	7.2	9.9	12.3	14.8	15.6	6.6	10.7
4	0.08	15.2	14.4	13.7	10.4	7.7	5.1	3.7	4.8	6.0	8.7	11.1	13.4	14.3	5.5	9.5
5	0.02	14.5	13.7	13.0	9.8	7.1	4.6	3.1	4.1	5.3	8.0	10.4	12.6	13.6	4.9	8.9
6	0.00	14.3	13.5	12.8	9.6	6.9	4.4	2.9	3.9	5.1	7.8	10.2	12.4	13.4	4.7	8.7
7	0.06	15.0	14.2	13.5	10.2	7.5	4.9	3.5	4.6	5.8	8.4	10.9	13.1	14.1	5.3	9.3
8	0.15	16.0	15.2	14.5	11.2	8.4	5.7	4.4	5.6	6.8	9.4	11.9	14.3	15.2	6.2	10.3
9	0.26	17.3	16.5	15.7	12.3	9.5	6.7	5.4	6.8	8.0	10.6	13.1	15.6	16.5	7.2	11.5
10	0.44	19.4	18.5	17.8	14.2	11.3	8.3	7.2	8.8	10.0	12.6	15.0	17.9	18.6	9.0	13.4
11	0.79	23.5	22.5	21.7	17.9	14.9	11.4	10.6	12.7	13.9	16.3	18.9	22.2	22.7	12.3	17.2
12	0.91	24.9	23.9	23.1	19.2	16.1	12.5	11.8	14.0	15.2	17.6	20.2	23.7	24.1	13.5	18.5
13	0.97	25.6	24.6	23.8	19.8	16.7	13.0	12.4	14.7	15.9	18.3	20.9	24.4	24.8	14.0	19.2
14	1.00	25.9	24.9	24.1	20.1	17.0	13.3	12.7	15.0	16.2	18.6	21.2	24.8	25.2	14.3	19.5
15	0.98	25.7	24.7	23.9	19.9	16.8	13.1	12.5	14.8	16.0	18.4	21.0	24.6	25.0	14.1	19.3
16	0.94	25.2	24.2	23.4	19.5	16.4	12.8	12.1	14.3	15.5	18.0	20.5	24.1	24.5	13.8	18.8
17	0.91	24.9	23.9	23.1	19.2	16.1	12.5	11.8	14.0	15.2	17.6	20.2	23.7	24.1	13.5	18.5
18	0.87	24.4	23.4	22.6	18.7	15.7	12.1	11.4	13.6	14.8	17.2	19.8	23.2	23.7	13.1	18.1
19	0.83	23.9	23.0	22.2	18.3	15.3	11.8	11.0	13.1	14.3	16.8	19.3	22.7	23.2	12.7	17.6
20	0.80	23.6	22.6	21.8	18.0	15.0	11.5	10.7	12.8	14.0	16.4	19.0	22.3	22.8	12.4	17.3
21	0.75	23.0	22.1	21.3	17.5	14.5	11.1	10.3	12.2	13.4	15.9	18.5	21.7	22.3	11.9	16.8
22	0.70	22.4	21.5	20.7	17.0	14.0	10.6	9.8	11.7	12.9	15.4	17.9	21.1	21.7	11.5	16.2
23	0.64	21.7	20.8	20.0	16.3	13.4	10.1	9.2	11.0	12.2	14.7	17.2	20.3	21.0	10.9	15.6
24	0.57	20.9	20.0	19.2	15.6	12.7	9.5	8.5	10.2	11.4	14.0	16.5	19.5	20.1	10.2	14.8

Tabla 3: Cuadro de temperaturas horarias realizado con programa TEMPHORA

Del cuadro TEMPHORA se ven las mínimas temperaturas registradas a las 6hs y las máximas a las 14hs. En el período estival, se observa que despues de las 10am la temperatura alcanza la mínima de confort de 20°C, y va aumentando hasta llegar al máximo mensual aunque en la madrugada es fresco. Desde mayo a octubre toda la

jornada de un día típico es frío, con las mínimas en julio. Abril y noviembre a partir del mediodía hasta las 21hs, las temperaturas se hallan dentro del rango confortable (bajo).

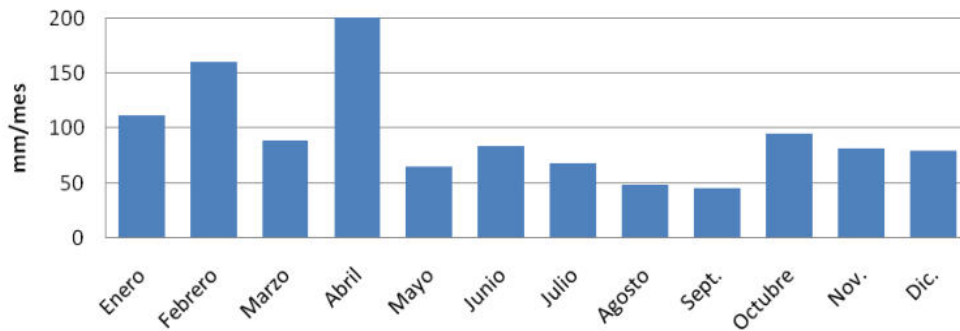


Figura 13: Precipitaciones promedio mensuales. Fuente SMN.

La media anual de precipitaciones es 1079mm (94.13mm promedio /mes) e irregular a lo largo del año (Figura 13). Se destacan matores sobre todo en febrero y abril, alrededor de 180mm; el resto del año promedios entre 50 y 100, siendo el menor septiembre con promedio mínimos a 45mm.

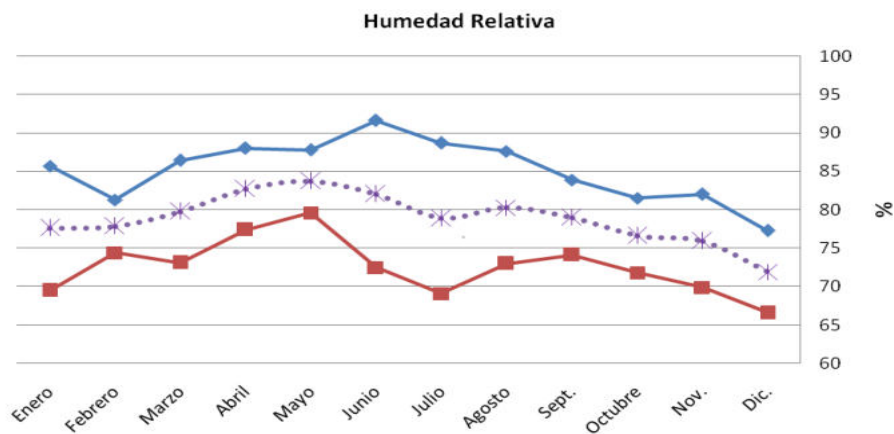


Figura 14: Humedad relativa máximas, medias y mínimas. Fuente:SMN

El valor anual de la humedad relativa es casi 79%, con la máxima media registrada en junio de 91,6% y la mínima en diciembre con 66.6%. Atendiendo a la gráfica puede suponerse que es sumamente parejo a lo largo del año, con mayores amplitudes durante período invernal.

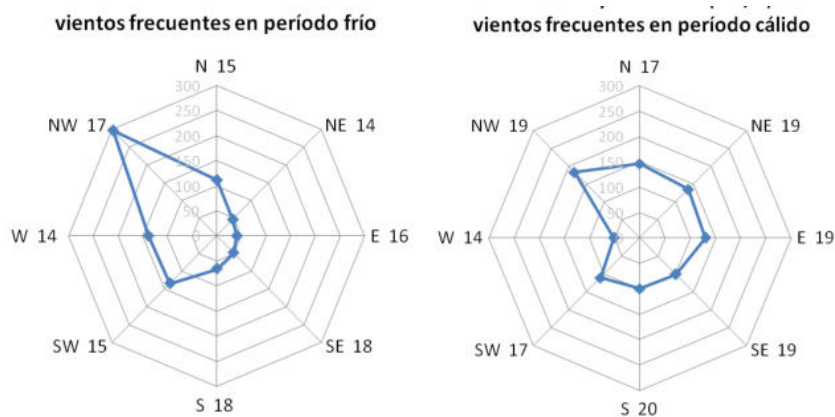


Figura 15: Gráficos dirección y velocidad (km/h) vientos frecuentes en períodos frío y cálido. Fuente SMN.

El viento predominante anual en esta zona costera es el NO -sobre todo durante el periodo invernal- con una velocidad promedio de 17km/hora (4.71m/seg). Respecto de los vientos en segunda instancia más frecuentes son variables: N en diciembre, enero y agosto, NE febrero, marzo y noviembre, SE abril con la mayor velocidad, O mayo y junio y SO en julio. Durante la temporada estival son más fuertes en general.

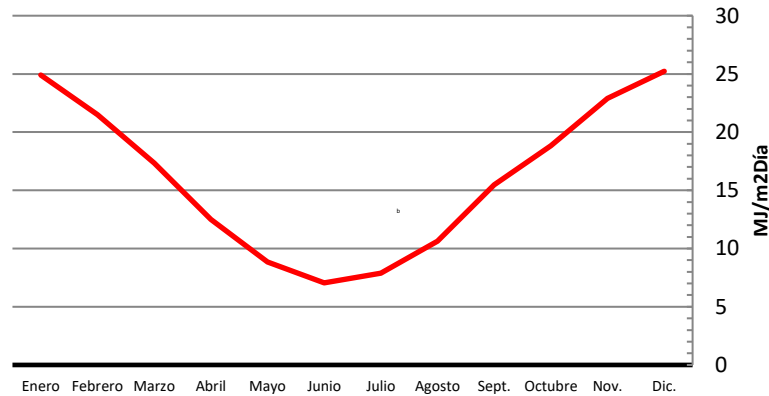


Figura 16: Gráfico Radiación solar. Fuente NASA.

Los meses con mayor radiación son noviembre, diciembre, enero y febrero promediando los 24MJ/m² día y desciende en estaciones intermedias, hasta llegar a las mínimas en promedio de 7,5MJ/m² día en junio y julio.

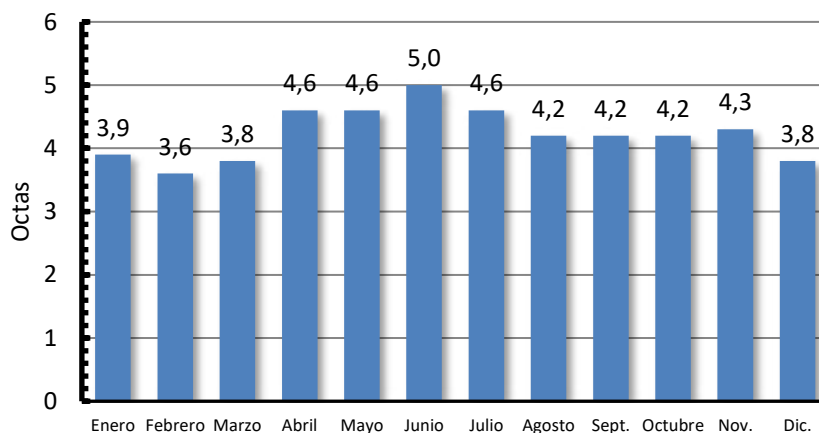


Figura 17: Nubosidad predominante medido en octas^{ix}

El índice de nubosidad de promedio anual es 4/8 octas, que se definen como la unidad de medida para contabilizar la nubosidad en el cielo; se considera a la totalidad del cielo a dividir en 8 y acorde a la proporción se estima, o sea que es usual el cielo con presencia de nubes. Se observa el mayor índice de nubosidad durante abril, mayo, junio y julio, máxima en junio y descendiendo sobre todo en febrero.

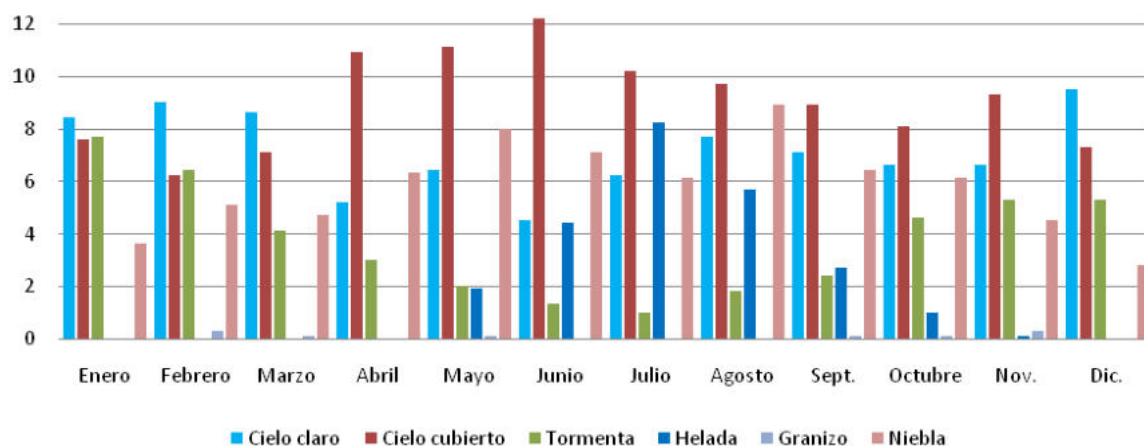


Figura 18: Gráfico de otros fenómenos meteorológicos (número días en el mes) Fuente: SMN.

Entre el cielo y claro y cubierto, en promedio anual serían 7 y 9 días respectivamente, durante abril, mayo, junio, julio. La mayor cantidad de días de tormenta registrados de octubre a febrero, siendo más fuertes durante el verano. Al mismo tiempo las precipitaciones se dan durante todos los meses del año, promediando los 9 días al mes y más cantidad sobre todo en enero, abril y junio. Otro factor que se registra durante todos los meses es la niebla con un promedio de 6 días mensuales, sobresaliendo en mayo y agosto. Las heladas se observan cerca del periodo invernal, con valores entre 2 y 8 días al mes entre mayo y septiembre.

Para la elaboración de los cálculos de cargas térmicas en calefacción y refrigeración, se toman los valores de las temperaturas mínimas y máximas de diseño las cuales se hallan dentro de la norma 11603, entre otros datos. A continuación se muestran los datos mencionados de las tablas. ^x

ESTACIÓN	P	LAT	LONG	ASNM	TMED	TMÁX	TMIN	TMA	TDMN	PREC	H R	HELRE	VM	GD16	GD18	GD20	GD22
MAR DEL PLATA (AERO)	BAP	-37,93	-57,58	21	9,38	14,4	4,4	-9,3	-4,4	239	82	3,1	14,3	1212	1707	2277	2917

ESTACIÓN	P	LAT	LONG	ASNM	TMED	TMÁX	TMIN	TMA	TDMX	PREC	HR	HELRE	VM
MAR DEL PLATA (AERO)	BAP	-37,93	-57,58	21	19,43	25,2	13,6	39,3	35,6	372,9	76,3	6,0	16,6

Tabla 4: Datos climáticos a de invierno y verano Norma IRAM 11603:2011 a considerar para cálculos.

Confort

En cuanto al diseño del espacio para ser habitado por el hombre, la premisa esencial es asegurar su confortabilidad, entonces debe diseñarse, el confort debe crearse. *“La zona de confort podría describirse como el punto en que el hombre gasta la energía mínima para adaptarse a su entorno”* (Olgay, Frontado, & Clavet, 1998). Básicamente la sensación de confort es subjetiva, depende de la edad, sexo y condiciones culturales; pero para su diseño se toman índices promedios. Principalmente influye la temperatura, humedad relativa, velocidad del aire, y temperatura de la superficie de los objetos del entorno y por lado del hombre, su capacidad de reaccionar, el metabolismo, la ropa y temperatura de la piel. Todos los factores deben estar en equilibrio para estar en confort y también depende de la actividad que se desempeñe en ese sitio y la cantidad de ocupantes. Para el diseño se estima un promedio, sin contabilizar las acciones para alterarlo de los mismos ocupantes. Otros factores que influyen en la determinación del confort son la iluminación, los ruidos, las vibraciones, la calidad del aire interior, los olores y la contaminación. Respecto de la calidad del aire interior existen conceptos tales como el *síndrome del cansancio crónico* y el *síndrome del edificio enfermo (SEE)*^{xi}, que se refiere a cuando los usuarios de un edificio sufren constantemente de problemas de salud e incomodidad, sin que exista una enfermedad definida que lo esté causando.^{xii}

Se han determinado de un modo general, unos parámetros de bienestar (en invierno y verano) teniendo en cuenta la temperatura y la humedad relativa del ambiente exterior, que se traducen en un rango aceptable y se expresan en los denominados climogramas de Olgay (1963) y Givoni (1969)(Figura 19). Con tales gráficos permiten analizar las condicionantes climáticas y de acuerdo a ello, las posibles estrategias de diseño para alcanzar el confort con recursos pasivos, en primera instancia. De estos elementos y la observación de la naturaleza y el pragmatismo de sus habitantes, se basa la arquitectura bioclimática. En otra instancia es preciso contar con recursos artificiales inevitablemente.

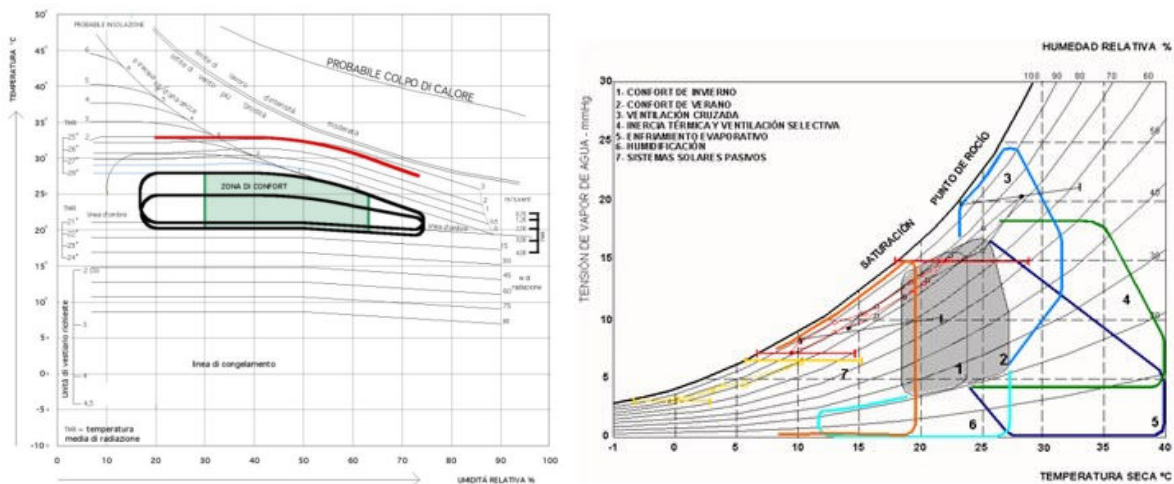


Figura 19: Diagrama psicrométrico de Olgay (izquierda) y Givoni (derecha).

La arquitectura bioclimática y la arquitectura solar pasiva, tienen similares orientaciones conceptuales. El concepto de *casa pasiva*, aparece a fines de los '70 con el libro de Edward Mazria (1983) *La casa solar pasiva*, mostrando ejemplos (Figura 20) donde prevalece el aprovechamiento del sol para brindar calor, y sistemas de refrescamiento, sin necesidad de aportaciones mecánicas para su funcionamiento. Los sistemas activos si incluyen algún mecanismo extra. La idea es emplear la menor cantidad de energía posible y es bueno también crear disposiciones confortables al exterior.

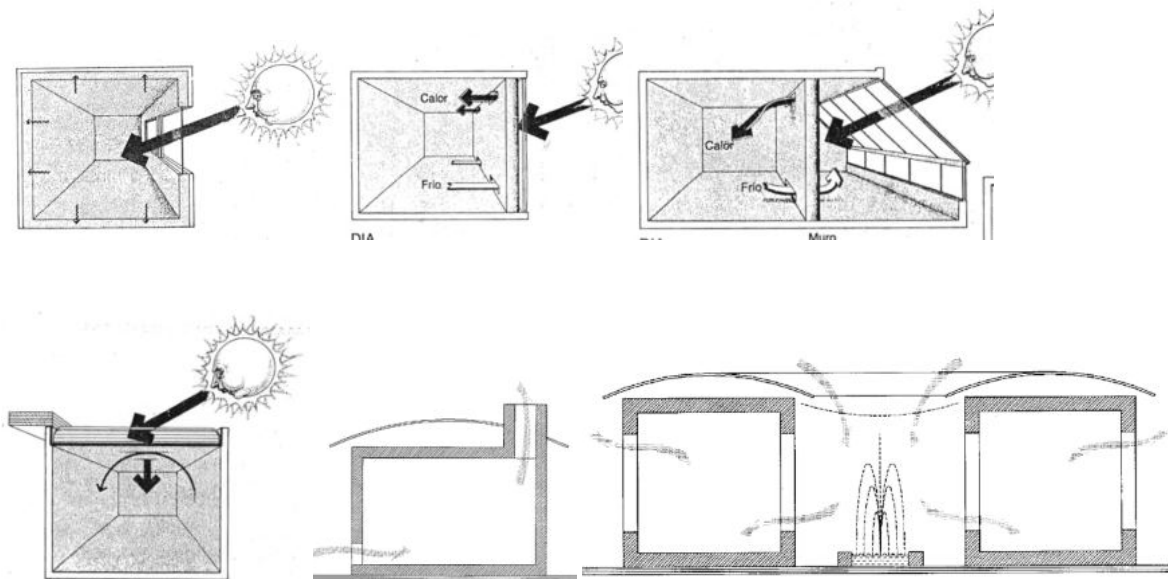


Figura 20: Algunos esquemas de climatización pasiva, calefacción y refrescamiento. Fuente: Mazria, E.

Análisis del Confort higrotérmico para Mar del Plata

Con el diagrama psicrométrico de Givoni (Figura 21), se muestra cómo resultan las características climáticas en cuanto a temperatura y humedad en Mar del Plata, respecto del rango de confort. Cabe destacar que este diagrama tiene un rango de 18°C a 29°C, porque pertenece al Programa AnalisisBio de la Universidad de Santa Catarina en Brasil pero en Argentina se considera la temperatura mínima de confort en 20°C, y la de diseño para verano 26°C. Por lo cual, como base de diagnóstico, se aleja un poco de las condiciones reales para esta región.

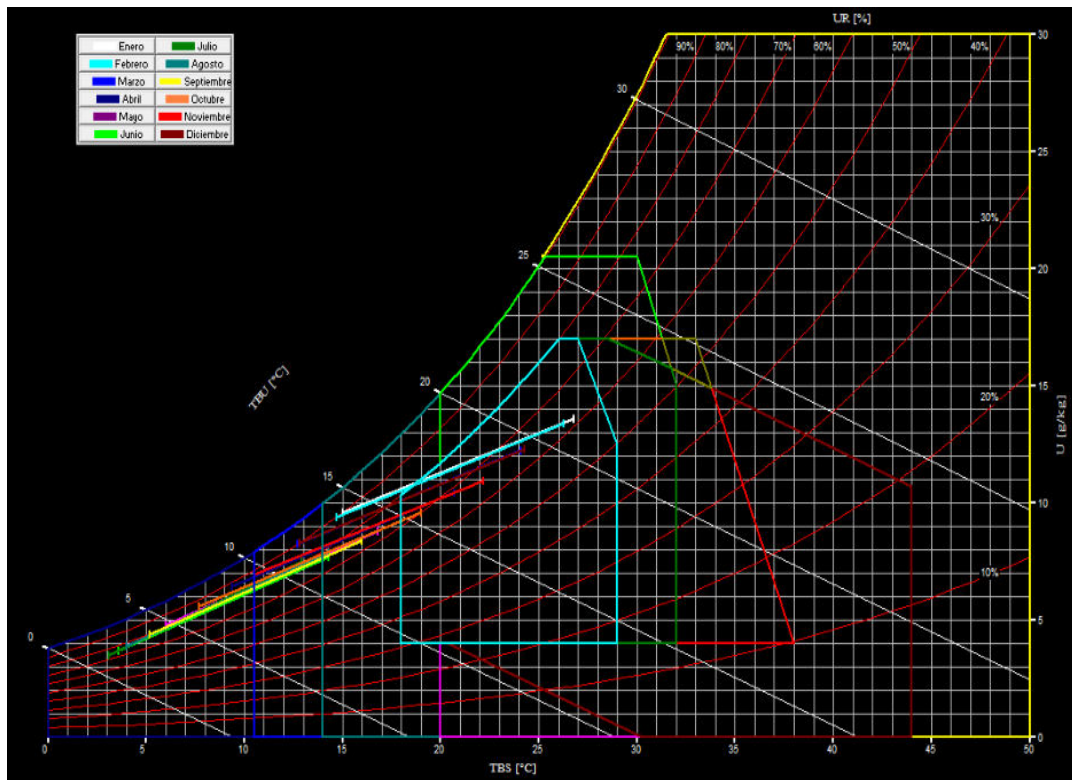


Figura 21: Diagrama de Givoni. Programa Analysis BIO- Labeee

Interpretación del diagrama de acuerdo a los resultados.

- Enero y febrero: sus características son similares , aproximadamente el 66% del tiempo se hallan en confort, pero cuando las temperaturas se hallan por debajo de los 18°C y hasta los 14°C, y es primordial contar con ganancia directa durante el día, y alta inercia térmica en materiales.
- Marzo: Un 55% del tiempo es confortable, el resto del tiempo igualmente debe recurrirse a la ganancia solar directa junto a la efectividad de alta inercia térmica en los materiales de la envolvente .
- Abril: el confort se reduce casi a la mitad , y en un alto porcentaje deberá contarse con calefacción solar y alta inercia térmica un tanto y otro tanto con pasiva retardada. Cuando las temperaturas exteriores sean menores a los 10°C es preciso recurrir a la calefacción artificial (convencional).
- Mayo: no se observan períodos dentro del rango de confort. Se hace necesario la calefacción por ganancia solar directa, e indirecta con alta inercia térmica en los materiales cuando las temperaturas son entre los 10 y 14°C; en valores menores, el uso de la calefacción artificial.
- Junio y Julio: en estos meses la mayoría del tiempo es indispensable el uso de calefacción artificial (64% junio y 75% julio) para alcanzar índices cercanos al confort interior, el resto del tiempo, calefacción solar pasiva ganancia indirecta con alta inercia térmica.

- Agosto y Septiembre: similares, con empleo de calefacción artificial 63% en agosto y 50% en septiembre, el resto del tiempo ganancia indirecta y alta inercia térmica, y aumentando la posibilidad de ganancia directa para calefaccionar el interior, gracias al aumento de las temperaturas exteriores.
- Octubre: reaparece una franja de tiempo en confort con posibilidad de mejorar ambiente interior con ganancia directa e indirecta junto a la alta inercia térmica, pero seguirá siendo necesario la calefacción artificial.
- Noviembre: el bienestar crece a un 36%, y las temperaturas menores al límite de 18°C pueden mejorarse con calefacción solar de forma directa e indirecta en proporciones similares.
- Diciembre: el porcentaje de bienestar es mayor (18° y 24°C) pero aun será primordial aprovechar la ganancia directa y alta inercia térmica de materiales para mejorar la temperatura interior, aunque en menor proporción.

Recomendaciones de diseño

De acuerdo a los datos analizados, se presume al clima de la ciudad como frío- fresco, seguramente por influencia del mar y vientos. La orientación recomendada para esta zona costera es NO-N- NE- E, de modo de aprovechar lo mejor posible la trayectoria solar. Que los locales en la composición edilicia sean más bien compactos, con aberturas medianas y pequeñas en las orientaciones no favorables. Por las características de frío y posibles amplitudes térmicas, es preciso que los muros, techos y pisos sean macizos, para actuar como masa térmica favoreciendo que la ganancia obtenida, sea aprovechada durante la noche, madrugada, o aquellos días posteriores con nubosidad o tormentas, estimándose un retardo entre 6 y 8hs. También al respecto cobra importancia el riesgo de condensación en la zona, por lo cual debe atenderse a evitar la generación de puentes térmicos. Es fundamental la aislación térmica, que duplique en techos lo empleado en muros, evitar en todos los períodos estacionales las infiltraciones de aire, o que sean lo suficientemente controladas, pues de vez en cuando es necesaria la ventilación cruzada natural y mecánica en este lugar por sus índices bastante altos y constantes de humedad.

Como se ha mencionado antes, los GDM son 2180.75 para una temperatura de diseño confort de 20°C; se desprende evidente la necesidad de calefaccionar antes que refrigerar; esta afirmación variará más adelante a partir de la incorporación de las cargas térmicas internas en los cálculos del comportamiento del edificio.

En la zona, la radiación solar promedio se reduce notablemente desde abril a septiembre, en concordancia con los períodos del índice alto de nubosidad, la niebla constante durante el año, precipitaciones, algunas heladas y tormentas (abril registra más cantidad de precipitaciones y velocidad del viento predominante) hace suponer que el recurso solar no puede ser muy significativo para contar con él. Entonces el calor que pueda obtenerse deberá resguardarse y mantener el confort interior durante los períodos incompatibles. En tal sentido, respecto de la radiación solar aquí se vuelve premisa la ganancia por sobre la protección que pueda establecerse para el período estival. Prestar atención a las orientaciones de los vientos predominantes (NO) y aquellos frecuentes en los períodos invernales sobre todo (SE, O, SO) respecto de las infiltraciones.

DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Implantación general del edificio

No ha podido determinarse la mejor ubicación para el edificio ni su morfología, ya que esto cuenta por parte del estudio de arquitectura y propietarios. Por lo cual queda descartado esa primera pauta de diseño.



Figura 22: Ubicación general del entorno inmediato. Foto satelital Fuente Google Earth.



El edificio se ubica en una manzana irregular frente al mar, con 3 de sus calles dentro de la trama urbana, y la cuarta paralela a la Avenida Costanera. Es un edificio exento, solo cuenta en las inmediaciones con algunas construcciones residenciales de baja altura al sur y otras de más altura al Norte (Museo del Mar). Se orienta principalmente en el eje Norte- Sur.

Por su situación costera, dictamina consideraciones de protección.

Figura 23. Implantación del edificio en el terreno en base imagen satelital. Fuente Google Earth

La morfología volumétrica se define por la intersección de dos cuerpos (Figura 22), uno más bajo que el otro con un patio descubierto como acceso general en planta baja. Desde allí se accede, a través de un semicubierto a locales comerciales y al hall principal para las oficinas, habiendo una sola en PB. El siguiente nivel corresponde al segundo piso de los locales y al acceso independiente a las oficinas (mezzanine). El resto de los niveles (10 pisos) se componen de oficinas privadas con superficies variables. Además, cuenta con 2 niveles de subsuelos para cocheras, sala de máquinas y bauleras.

La altura en los ambientes desde el nivel de piso terminado al cielorraso es de 2.60m, y 3,42m entre losas (más detalles de dimensiones y cómputos métricos del edificio pueden verse en el anexo). A continuación, se muestran las plantas, cortes y fachadas con la orientación correspondiente.

Documentación gráfica



Figura 24: Imagen renderizada proyecto original fachada Oeste.



Figura 25: Planta Baja acceso a locales y oficina

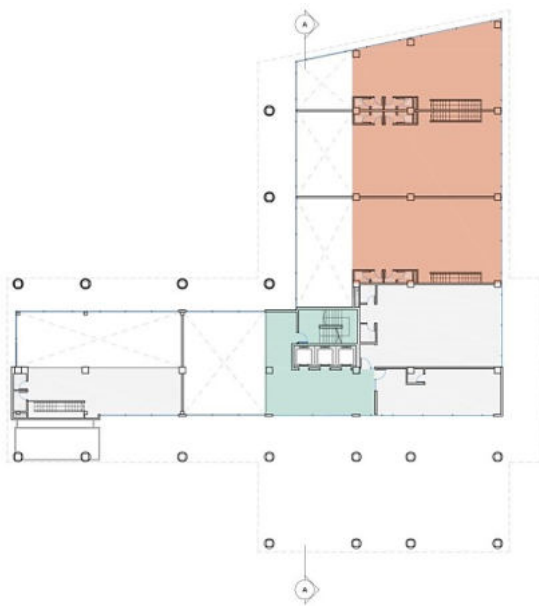


Figura 26: Mezzanine (2º nivel locales) y oficinas

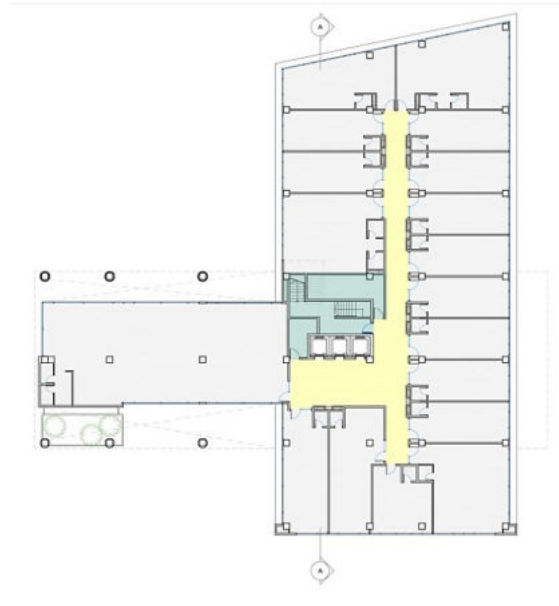


Figura 27: 1º piso oficinas

Simbología	
	Locales comerciales
	Oficinas
	Áreas de circulación
	Áreas de servicio

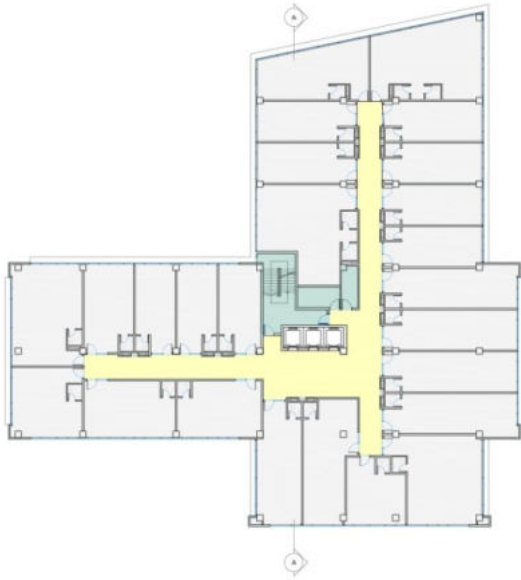


Figura 28.Planta tipo 2º a 6º piso oficinas

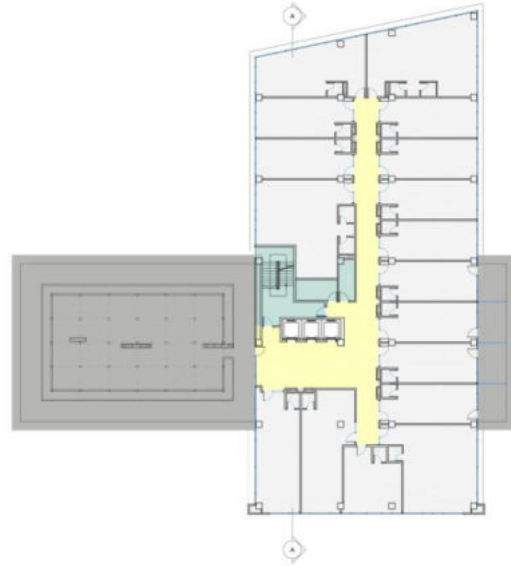


Figura 29.Planta tipo 7º a 10º piso oficinas



Figura 30:Corte A-A

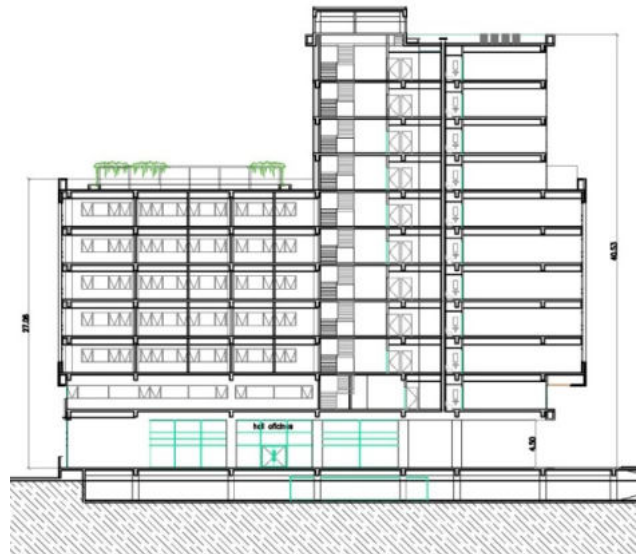


Figura 31: Corte B-B



Figura 32: Corte C-C



Figura 33: Fachada Norte del modelo original



Figura 34 Fachada Sur del modelo original



Figura 35. Fachada Este del modelo original



Figura 36. Fachada Oeste del modelo original

Sistema constructivo del modelo original

El cerramiento exterior se compone de superficies opacas y transparentes (vidriadas). Las opacas correspondientes al tipo de muro tradicional para exterior de 20 cm de espesor, compuesto de ladrillo cerámico hueco 18 revocadas ambas caras- jaharro y enlucido- y azotado hidrófugo exterior. Carpintería de vidrio con alturas de piso a techo (sectores de paño fijo y sectores con áreas practicables) del tipo ventanas simples con perfilera en aluminio sin ruptor de puente térmico y vidrio simple de 6mm. Las paredes interiores de 15cm de espesor, de ladrillo cerámico hueco del 12 revocado con jaharro y enlucido interior. La cubierta es una losa nervurada en promedio de 10cm de espesor, contrapiso hormigón de cascotes, carpeta de nivelación y membrana hidrófuga. En cuanto a los entresijos, el sistema constructivo es un contrapiso y carpeta sobre la losa estructural, y terminaciones en suelos de hormigón, cerámicos y baldosas para exterior. En el apartado de simulaciones numéricas y verificaciones, se especifican espesores, conductividad, resistencia térmica y demás datos de capas y sistemas constructivos del modelo original, así como del mejorado. Como se observa en las fachadas, la mayor superficie de cerramiento vertical corresponde a carpintería vidriada y no cuenta con ningún tipo de protección solar.

Esta cuestión y las características de los materiales se analizarán en el apartado referido a la envolvente.

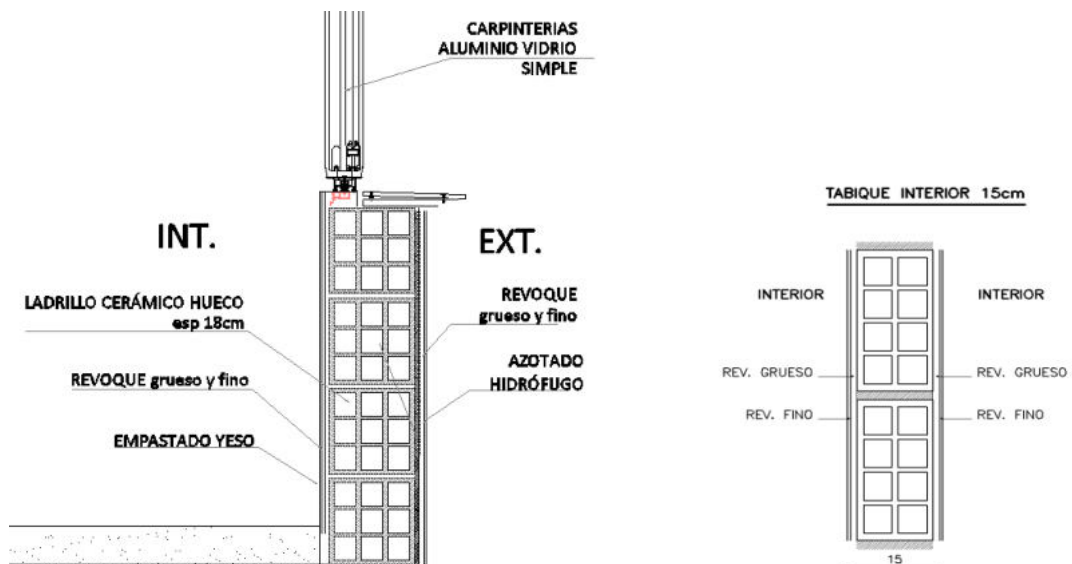


Figura 37. Resolución del muro exterior y tabiques interiores en la versión original.

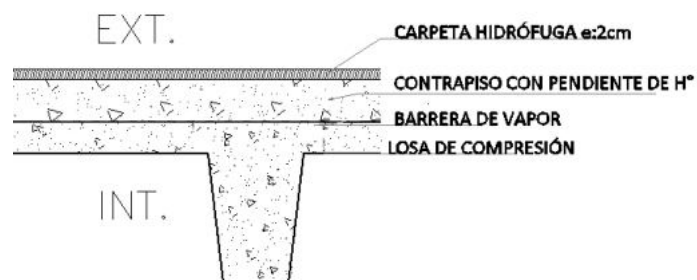


Figura 38. Resolución de la cubierta losa en la versión original.

CRITERIOS PARA ALCANZAR ALGÚN GRADO DE SUSTENTABILIDAD

Introducción

Para un edificio con algún criterio de sustentabilidad, debe apuntarse al uso racional de la energía (URE) con criterios sostenibles de diseño ambientalmente consciente (DAC) para el cuidado del ambiente y la salud de sus habitantes. En un edificio, las grandes pérdidas y ganancias de energía se relacionan estrechamente con la envolvente, al mismo tiempo que ésta debe asegurar las condiciones mínimas de confort interior; de acuerdo a los materiales y sistemas constructivos se define el comportamiento del edificio, separadamente de los sistemas artificiales de climatización. Por lo tanto, debe considerarse el porcentaje de superficie opaca y vidriada para obtención de luz natural y de climatización pasiva.

Deberían considerarse ciertos aspectos desde la etapa de croquis y anteproyecto del edificio para asesorar a los diseñadores. Si fuera posible la elección del terreno pensando en el contexto inmediato del entorno urbano y natural; pues toda modificación impactará en diversos modos. Muchas decisiones exceden la participación del arquitecto, y tienen que ver con la conformación de la ciudad, el ordenamiento territorial, la densidad, los usos del suelo, el transporte, las condiciones naturales (topografía, recursos, clima, economía, cultura, etc). Muchos criterios deben basarse en las concepciones del urbanismo sustentable. De acuerdo a la ubicación puede hablarse de un microclima, el cual estará dado por lo inmediato existente y las condiciones que puedan propiciarse con intención. Una cuestión a considerar en el contexto de la ciudad es el concepto de 'isla de calor', donde se percibe el incremento de calor por las emisiones de los edificios, superficies pavimentadas, sistemas de transporte, equipos e infraestructura y que no es posible disiparlo^{xiii}. También influirá el carácter de los vientos pues en la ciudad son más lentos pero más turbulentos. El acceso al sol, la vegetación y otras particularidades naturales existentes de la geografía, y la calidad general del aire en esa ciudad, pues la polución influye en las propiedades de la energía solar, y la ventilación natural como recurso importante para la salubridad de sus habitantes.

- **IMPLANTACIÓN:** Ya en el terreno seleccionado, debe hacerse un análisis de sus características para aprovechar al máximo las buenas condiciones; desde una impronta meramente de sentido común con el entorno construido, naturaleza y características climatológicas. Esto se refiere a crear el microclima adecuado para ese proyecto en ese sitio. La forma y orientación de un edificio bien pensado en un inicio, podría ahorrar más del 30% del consumo en energía. Por lo tanto es indispensable tener en cuenta la implantación, orientación para conveniencia de iluminación natural y climatización pasiva: para calefacción ganancia directa o indirecta de calor posicionado al Norte y cubriéndose al sur, evitar repercusión de los vientos fuertes en invierno; para refrescamiento aprovechar los vientos y estrategias que propicien mayor ventilación, de esta manera reducir demanda.
- **FORMA:** Un aspecto determinante es la forma del edificio, aquella exitosa será la que permite mínimas pérdidas en invierno y mínima ganancia de calor en verano, aunque no siempre los programas de necesidades según , son simples y tampoco su morfología. Para una misma superficie útil, variará su comportamiento de acuerdo al diseño perimetral y tridimensional. Esto puede analizarse con el estudio de la envolvente global de la norma IRAM 11604, la que relaciona las características morfológicas y físicas materiales del edificio, su correspondencia con el ambiente exterior, la temperatura interior de confort y el consumo de energía. Consecuentemente debe estudiarse la organización espacial según los usos requeridos tanto en planta como en alzado para ahorrar energía y si es factible, contando con estrategias pasivas. En el comportamiento térmico interior también influye , la situación de un edificio exento o adosado en una o más de sus caras, o si tiene varios pisos y cómo es su contacto con el terreno natural. Siempre una edificación adosada tendrá menor superficie expuesta a pérdidas. Algunas estrategias para mejorar situaciones interiores es proponiendo galerías, atrios y patios.

- **ENVOLVENTE:** El diseño de la envolvente- tipo de cerramientos que componen las fachadas verticales y horizontales - es fundamental para el rendimiento del edificio. Debe moderar los efectos del exterior en el interior y en lo posible que genere energía además de conservarla. En el planteo de diseño de fachadas, estas deberían responder según la orientación y los requerimientos. Cualquier material y sistema que forme el cerramiento debe cumplir con propiedades higrotérmicas, acústicas, con posibilidad de generar energía, y también con las cuestiones estéticas. Por un lado, el cerramiento formado por diversos tipos de muros y por otro las aberturas con diversas cualidades, más allá de ser fijas o móviles. Los muros, que pueden también ser estructurales, se destacan por su función de intermediario entre el interior y el exterior, por lo cual deben asegurar colaborar en la confortabilidad de los espacios interiores, con procedimientos de calefacción o refrigeración pasiva. Estos pueden plantearse para acumular calor o frío en su masa, de buen espesor (en un clima templado debería ser entre 22 y 60cm según Mazria (1983) al utilizar materiales con alta inercia térmica, la cual ralentiza el flujo de transmisión de lo acumulado. También el suelo puede cumplimentar con este requisito, cuando en la composición principal posea un material macizo y de media a alta inercia térmica. En la mayoría de los casos, es necesario incorporar aislación térmica a la composición del muro para asegurar la conservación de la energía interior y que no sea afectado por las condiciones climatológicas. De acuerdo a la necesidad el aislamiento se colocará del lado interno, en el medio o hacia el exterior. Un factor importante es la posibilidad de producirse condensación en el interior de los espacios habitables, por lo cual deberán estudiarse en detalle.
- **ABERTURAS:** superficies vidriadas como cerramiento, cumplen con la función de permitir ingreso de luz natural sea directa del sol o reflejada de la bóveda celeste, ingreso por lo tanto del calor del sol, permite las vistas al exterior circundante, y aunque parecen formar un sistema más simple, pueden contar con sistemas y materiales que les brinden diversas cualidades. Para su elección debe pensarse en la necesidad de ganancias de calor o su aislación (existen sistemas con doble o triple vidriado hermético con cámara de aire, gases inertes o sellado al vacío) , iluminación natural pero sin el calor, para lo cual deberá saberse su coeficiente de transmitancia y la superficie expuesta total. Su comportamiento depende del espesor del vidrio y la cámara de aire, películas que reducen transmisión del calor rayos solares y el material de los marcos y que no existan infiltraciones de aire. Como cerramiento no opaco existe el MAT (material de aislamiento transparente) compuesto por 2 vidrios y en el interior poliamida hexagonal, deja pasar la luz pero no el calor; utilizándolo puede reducirse la demanda en calefacción. Para su efectividad, debe estudiarse cada caso, pero conviene ubicarlas ventanas del centro para arriba cerca del cieloraso en una relación 2:1 para iluminar bien el local y complementar con repisas y persianas reflectantes de los rayos hacia el interior. Si se quiere moderar o evitar el deslumbramiento pueden utilizarse sistemas activos como el vidrio crómico (fotocrómico, termocrómico, electrocrómico) o redirigir la luz con vidrio prismático, o películas heliográficas y serigrafías; en el caso de propiciar refrescamiento con incorporación de aleros fijos o móviles, verticales, horizontales o mixtos, persianas interiores o exteriores.

Deben considerarse los usos del edificio de acuerdo al destino, residencial, comercial, oficinas, mixto y por lo tanto las características de su ocupación y tiempos, continuado o intermitente en momentos del día, semana anual lo que determinará parámetros en el proyecto energético.

- **CUIDADO de la ENERGÍA:** es posible con un cerramiento global adecuado y con sistemas de producción de energía eficientes para así reducir la demanda de energía en climatización e iluminación. Los cerramientos opacos y vidriados que provean aislación higrotérmica; aprovechar condiciones de inercia térmica de ciertos materiales. Las aberturas con alta prestación para evitar pérdidas e infiltraciones, y película de baja emisividad, para evitar el sobrecalentamiento de los rayos solares, aunque no la luz. Para evitar pérdidas excesivas, las ventanas practicables equivaldrán a un 5% de la superficie vidriada. Al ser aislada la envolvente, y sin puentes térmicos, se reduce la demanda

energética en calefacción (exceso de radiación solar, infiltración controlada, cerramiento bien aislado) y refrigeración. Considerar el comportamiento y demandas para ahorrar, al seleccionar el sistema de calefacción y refrigeración más adecuadas y su tipo de distribución.

- **CALEFACCIÓN:** los sistemas radiantes permiten zonas independientes que reducen el consumo energético para grandes espacios que se ocupan de manera intermitente. Las calderas de condensación son más eficientes que una convencional, pues aprovechan el calor latente del vapor; también el empleo de bombas de calor, aunque puede incrementarse la demanda en energía eléctrica por el sistema para compresión y circulación. Establecer dentro de lo posible, principios combinados para generación de calor y electricidad para reducir la energía necesaria para su funcionamiento. Empleo de fuentes de energía renovables por lo cual es menor el impacto ambiental y emisiones de CO², tales como el viento, biomasa, agua, solar y geotérmica.
- **REFRIGERACIÓN:** puede plantearse la combinación de ventilación natural, mecánica y artificial, en sectores del edificio o por periodos diarios por hábitos de uso o épocas del año. A modo de ejemplo, en la ley cubana de eficiencia energética se solicita en hoteles ventiladores de techo, zonales o individuales además del aire acondicionado. El aire acondicionado para refrescar consume bastante energía, por lo cual sería apropiado su incorporación en ciertas aéreas del edificio más vulnerables de sobrecalentamiento a pesar del tratamiento de la envolvente. Un sistema de aire acondicionado, es más eficiente en cuanto la relación entre la cantidad de aire caliente interior extraído de los espacios habitados y la demanda de energía eléctrica. Deben utilizarse refrigerantes que no sean nocivos (R410A) y asegurar el control del aire interior y exterior con filtros convenientes.
- **VENTILACIÓN:** es importante para asegurar la calidad del aire interior; para el caso de oficinas se recomiendan renovaciones de 15m³/hora/persona mínimo en Argentina. Observar las posibilidades de ventilación natural con aberturas practicables, ubicadas estratégicamente, atendiendo a la calidad del aire exterior (posible contaminación) y ruidos perjudiciales. Promover la ventilación natural cruzada y la refrigeración nocturna mediante conductos pasantes reduce la demanda en refrigeración durante época estival. También es posible proponer aberturas exclusivas solo para ventilación en las superficies murarias, sin tener que aumentar o modificar superficie vidriada. Puede combinarse la ventilación natural con la mecánica - a través de extractores e impulsores- permitiendo mecanismos controlados, pero al mismo tiempo los requerimientos particulares. Son mejores las ventanas con micro apertura tipo oscilo batientes. Así mismo asegurar estanqueidad en aberturas practicables por el efecto negativo de infiltraciones y pérdidas en invierno, que influye en las cargas térmicas.
- **PAISAJISMO, CIUDAD:** Ante todo debe analizarse dónde se implanta el edificio, sus condiciones naturales satisfactorias y posibles indicios de contaminación; y por otro lado interferir lo menos posible afectando la flora y fauna local. Los árboles y arbustos absorben CO² y retienen polvo en un 75%, plomo, partículas en suspensión, también actúan de filtro para ruidos, como cortavientos reduciendo la velocidad hasta en un 50%; regulan la temperatura por evapotranspiración, filtran radiación solar y proporcionan refrescamiento por la sombra arrojada. Las plantas bajas y el césped tienen un efecto refrigerante por evapotranspiración, el cual puede significar un 15% menos de temperatura que la irradiada por el asfalto. Es importante procurar mantener la vegetación existente, y proponer nueva autóctona que requiere menor riego (ahorrando agua) y costos de mantenimiento.
- **ILUMINACIÓN NATURAL:** aprovecharla para reducir el uso de la artificial deberá corroborarse su desempeño uniforme, considerando una mínima incidencia de deslumbramiento, reflectancias o incorporar sistemas de sombreado necesarios para optimizar su uso, y de esta manera reducir el empleo de luz artificial. Existen diferentes estrategias de diseño para incorporar más luz al interior, además de evitar el calor directo del sol en verano y a la inversa en invierno. Se deben definir criterios relacionados con el asoleamiento en cuanto al sitio y época del año.

- **ILUMINACIÓN ARTIFICIAL:** la cantidad de energía consumida en el edificio se deberá a la suma de todos los equipos electrónicos, tipo de luminarias elegidas y tiempo de uso; esto genera una carga térmica que puede ser favorable en invierno pero no en verano. Por lo tanto es imprescindible aprovechar al máximo la luz natural, para reducir al menos la demanda de iluminación artificial durante el día. En la etapa de diseño de la iluminación artificial, asegurar el confort visual interior con la combinación de luces directas e indirectas que reducen reflejos en las pantallas; y con la luz ambiental y las de escritorio. Utilizar Luminarias de bajo consumo (eficacia por relación entre el flujo emitido y la potencia necesaria consumida) y uso de interruptores con detectores infrarrojos pasivos. Para ahorro general emplear controles, con posibilidad de apagar y prender (sobre todo en casos de grandes instalaciones plantas libres edificios públicos) con temporizadores que apaguen automáticamente al desocuparse el piso con sensores infrarrojos o ultrasónicos; esto puede ser en aéreas poco transitadas aéreas en común.
- **AGUA:** en primera instancia cuidar el suministro de agua potable priorizando su uso para higiene e ingesta de alimentos y beber. Cuidar los materiales en contacto de conducciones y depósitos libres de contaminación. Promover uso de equipos y sistemas eficientes de bajo consumo; aquellos artefactos de bajo consumo como inodoros, duchas y canillas con aireadores que reducen notablemente la cantidad de agua necesaria tanto fría como caliente. Separar las aguas (grises de las negras y lluvia) para su posterior reutilización o tratamiento que afecte lo menos posible el medioambiente. Las aguas grises, tratamiento mediante, pueden emplearse para la descarga de los inodoros y las de lluvia para riego y limpieza de los espacios comunes. Reducir caudal de desagües pluviales, los cuales podrían mezclarse con desagües cloacales y al final contaminar napas (inundación negra), cursos naturales y por otro lado, así se evita cargar el sistema sanitario urbano y posibles inundaciones alrededor. Entonces proporcionar más aéreas de terreno natural y pavimentos semi-permeables como adoquines calados en sectores de estacionamientos y también mediante mecanismos retardadores conteniendo aguas en cisternas.
- **RESIDUOS:** Debe planearse su tratamiento en etapa proyecto y planificación de la obra, pensando en diseños detallados con disposiciones que generen menos desperdicios y en cómo manejar los escombros durante la construcción. También especificar sectores exclusivos en el edificio para tratamiento de los residuos sólidos: clasificación orgánicos inorgánicos y materiales acordes para reutilizar, reciclar. Es preciso establecer cláusulas de estos hábitos entre los usuarios del edificio a través de manuales para la etapa operatoria.
- **CONTROL:** con un seguimiento a través de sistemas de control integrado (BEMS^{xiv}) pueden colaborar en el ahorro de energía y que sea más eficaz proveyendo información filtrada de lo que se quiere saber del funcionamiento del edificio. Uso de temporizadores, controles de compensación climática, termostatos, etc. Un diseño adecuado de las instalaciones, independiente de la estructura y envolvente para su mejor acceso mantenimiento al igual que los equipos favorece un correcto funcionamiento. Optar por ascensores de bajo consumo eficientes energéticamente, sin engranajes, consumen 1800 kwh/año en comparación con 3000kwh/año de los convencionales, además de diversas ventajas como ausencia sala de máquinas, y bajo coste mantenimiento.
- **MATERIALES:** Elegirlos conscientemente de acuerdo a su efecto medioambiental. Que sean durables implica menor mantenimiento, por lo tanto consumo energético y emisiones considerando el ciclo de vida y el contenido energético primario interviniente. Materiales locales siempre que sea posible. Seleccionar materiales exentos de sustancias tóxicas. Considerar su elección acorde a criterios de reutilización, reciclaje o etapa de desmantelamiento. Impulsar empleo de materiales de limpieza ecológicos y exigir a los fabricantes información acerca de sus productos para tener un fundamentar selección.

- **INTERIOR SALUDABLE:** relacionado con las características de los materiales por sus emisiones al interior habitable. Asegurar la calidad del aire interior evitando contaminantes provenientes de fibras de amianto, formaldehído, COV, humo del tabaco, gas radón y otros. Aislamiento de fuentes interiores de ruido, vapor en cocción de alimentos, o contaminación como los sectores exclusivos de impresoras, plotters, fotocopiadoras; en estos casos al menos asegurar la correspondiente ventilación controlable.

Las pautas a seguir en cada proyecto nuevo u obra de rehabilitación se establecerán considerando un estudio global y particular del caso, pero es importante recordar, por pequeño que sea, que cada acción repercute en una micro y macroescala del entorno y en sus habitantes.

Criterios a aplicar en el caso de estudio

En este caso al tratarse de un proyecto avanzado en diseño, no se pudo intervenir en la definición de la implantación y morfología del edificio. Como se mencionó anteriormente, estos 2 factores pueden ser determinantes en la instancia previa de planificación cuando se estudia la energía que demandará en su etapa de ocupación y los consecuentes costos en consumos y la reducción de emisiones. Entonces, con esta condición predeterminada, deberán analizarse las demás variables de posible reformulación.

Envolvente

Lo primordial es estudiar el comportamiento de la envolvente original, pisos, muros y techos. El diseño de fachadas responde en general al lenguaje en edificios de oficinas con gran superficie vidriada, aunque en este caso presentaba algunas fachadas con mayor superficie opaca. Se elaboró un análisis de las condiciones de la envolvente respecto a la norma IRAM 11603 para verificar el coeficiente k de transmitancia térmica para esa zona (Sub zona IVd Templado marítimo). En el apartado de cálculos se comprobó que no verifica y se propuso el mejoramiento de la envolvente que se menciona a continuación.

Muros: Como el clima es templado, más frío que cálido durante casi todo el año, se elige un sistema de muros que se halle más aislado térmicamente respecto del exterior y hacia el interior conservar la energía. No se propone un sistema de alta inercia térmica de ganancias exteriores hacia el interior, porque al tratarse de un uso regular intermitente, el retardo con el paso de calor ganado no se aprovecha al hallarse desocupado probablemente 2/3 del día. El sistema de mejoramiento propuesto para el muro exterior, se compone de un muro doble con aislación térmica intermedia y ambas caras revocadas: Ladrillo hueco interior y macizo exterior, como refuerzo sostén de la estructura de la fachada vidriada. Para el interior también se opta por un doble muro de ladrillos huecos con aislación térmico acústica, para confortabilidad entre las diferentes oficinas.



Figura 39: Muro exterior e interior

Cubiertas: al techo de losa se le incorpora mayor aislación térmica y se opta por el sistema llamado techo invertido, donde la aislación térmica principal es colocada por fuera. De este modo se protege la capa hidráulica y se evitan las fisuras provocadas por la radiación solar. A la estructura de la losa sigue el contrapiso y la capa hidrófuga con protección; se utilizarán placas conformadas especiales de EPS (marca NEOTECH) cuyas perlas contienen pequeñas partículas de grafito que reflejan la radiación térmica y absorben los rayos infrarrojos, mejorando su resistencia térmica. Sobre unos soportes se apoyarán unos baldosones de cemento puzzolánico, un material que tampoco acumule calor. Las azoteas son transitables: la más baja podrá servir como expansión del área pública y la superior albergará espacio para los colectores y demás sistemas. Otra alternativa para la azotea más baja es una terraza verde, con el mismo concepto de atemperar el interior las diferencias entre exterior e interior. Ante todo el objetivo es prevenir las pérdidas de calor a través de los cerramientos superiores.

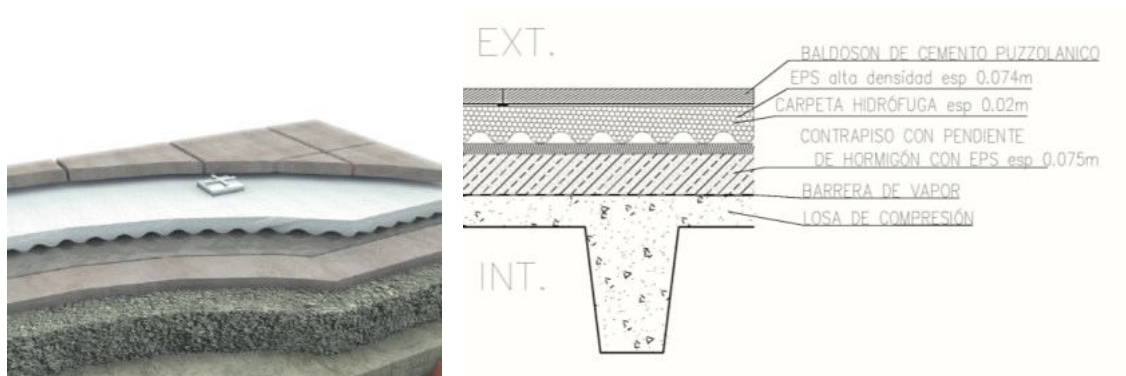


Figura 40. Detalle del techo invertido Representación gráfica 2D e imagen renderizada. Fuente: http://arq.clarin.com/construccion/Techo-invertido-aislante-evitar-goteras_o_625137722.html

Carpinterías: primordialmente, reducir la superficie vidriada, ya que se dan las mayores pérdidas e infiltraciones de aire. Lo más usual sería del tipo DVH (doble vidriado hermético) con perfilaría de aluminio con incorporación de una película de baja emisividad en el vidrio exterior, transparente en un tono verdoso. Se ha decidido utilizar un sistema de aventanamiento de alta prestación en PVC PVC con triple cámara (cuantas más cámaras, mejor aislación) pues sus valores de transmitancia son menores que un modelo similar con perfilaría en aluminio. A pesar de ciertas dicotomías respecto del ciclo de vida entre materiales, en este caso se lo prefiere por su comportamiento térmico aislante y evitar patologías relacionadas con efectos de la salinización del mar y condensación. Por otro lado en su fabricación son las que menos contribuyen al calentamiento global aunque si más en acidificación, pero en la etapa de uso del edificio, favorecerán el menor consumo de energía para climatización. Deberá realizarse el diseño específico para los sectores de paño fijo y los practicables, pero respetando las condiciones de buena prestación para evitar pérdidas de calor indeseable.

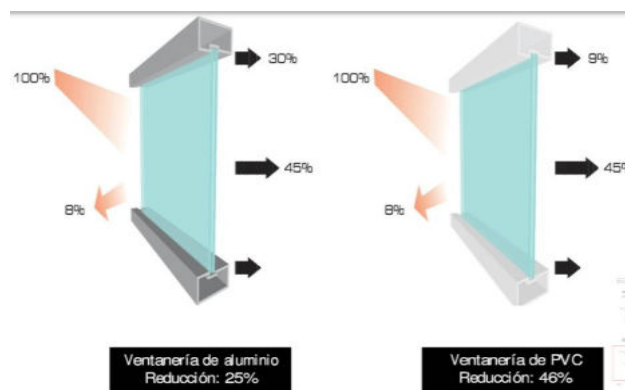


Figura 41. Comparación transmitancia entre ventana aluminio y PVC.



Figura 42: Detalle perfil ventana DVH en PVC. Fuente : Kommerling

Estudio de asoleamiento para el confort térmico y lumínico

Introducción

El uso excesivo del vidrio en los edificios de oficina es muchas veces un sinónimo de estatus e imagen de una determinada compañía o marca. Un edificio con fachada vidriada resulta tener una apariencia “moderna” y por lo general la mayoría de la gente solicita a los arquitectos, edificaciones con estas características. Este usual requerimiento resulta ser uno de los principales causantes del aumento del consumo energético en climatización artificial por la incidencia de la radiación solar en la edificación, incrementando la temperatura interior. Para disminuir la carga térmica del sol, es necesario implementar un sistema de protección solar en las ventanas, para lo cual en el presente trabajo se ha analizado el asoleamiento en cada una de las fachadas del edificio según su orientación lo que conllevó a implementar ajustes en su diseño original. Se proyectó un sistema de parasoles que también fue aprovechado para el diseño de estantes de luz con el fin de aumentar los beneficios de la luz natural diurna (daylight) y disminuir en lo posible, los molestos deslumbramientos en los puestos de trabajo cercanos a las aberturas. Otra medida adoptada fue disminuir superficie vidriada en las fachadas especialmente en las que la presencia del vidrio era de un 100%.

Diseño original de fachadas

Las fachadas originales se caracterizan por grandes superficies de áreas vidriadas sobre todo en el volumen más alto(A) en contraste con el más bajo (B). Planimétricamente la fachada norte del volumen A está inclinada y , el vidrio predomina en la totalidad de las áreas de las fachadas norte, este y oeste de piso a techo. El volumen B tiene orientaciones hacia el norte y sur con antepechos y ventanas corridas, y al oeste courtinwall.



Figura 43. Volumetría renderizada del edificio vista NO.



Figura 44. Fachada original orientación Sur.



Figura 45. Fachada original orientación Oeste.

Propuesta de mejoramiento, lineamientos generales

Se procede a la reducción de superficie vidriada de las fachadas norte, este y oeste del volumen A y la fachada oeste del volumen B. Para el rediseño de las fachadas se tomó como referencia los criterios de diseño de la fachada norte y sur del volumen B, con antepechos y ventanas corridas. Para la protección solar se incorporan parasoles horizontales en las fachadas orientadas al norte y parasoles horizontales y verticales móviles en las fachadas este y oeste. En la fachada sur no se realizaron ajustes.

Diseño parasoles

Para el diseño de los parasoles se analizaron los requerimientos de protección o ganancia según las temperaturas medias en determinadas horas del día correspondiente al solsticio de verano (21 de diciembre), solsticio de invierno (21 de junio) y a los equinoccios en marzo (21 de marzo) y en septiembre (22 de septiembre). De acuerdo a la orientación se trazaron en la planta de las oficinas los rayos acimut (carta solar estereográfica) y en los cortes del proyecto original se representaron los rayos solares correspondientes a la altitud solar (carta solar cilíndrica). Estos datos fueron analizados para posteriormente realizar propuestas de diseño de parasoles en cada orientación.

Mes	Hora	Temperatura	Requerimiento
enero	8:00	16 °C	Ganancia solar
enero	9:00	17.3 °C	Ganancia solar
enero	10:00	19.4 °C	Protección parcial
enero	12:00	24.9 °C	Protección parcial
enero	13:00	25.6 °C	Protección total
enero	14:00	25.9 °C	Protección total
enero	15:00	25.7 °C	Protección total
enero	16:00	25.2 °C	Protección total
enero	17:00	24.9 °C	Protección total
enero	18:00	24.4 °C	Protección total
marzo	8:00	14.5 °C	Ganancia solar
marzo	10:00	17.8 °C	Ganancia solar
marzo	12:00	23.1 °C	Protección parcial
marzo	13:00	23.8 °C	Protección parcial
marzo	14:00	24.1 °C	Protección parcial
marzo	15:00	23.9 °C	Protección parcial
marzo	16:00	23.4 °C	Protección parcial
marzo	17:00	23.1 °C	Protección parcial
marzo	18:00	22.6 °C	Protección parcial

julio	8:00	8.5 °C	Ganancia solar
julio	10:00	10 °C	Ganancia solar
julio	12:00	12.3 °C	Ganancia solar
julio	13:00	12.6 °C	Ganancia solar
julio	14:00	12.7 °C	Ganancia solar
julio	15:00	12.6 °C	Ganancia solar
julio	16:00	12.4 °C	Ganancia solar
julio	17:00	12.3 °C	Ganancia solar
julio	18:00	12.1 °C	Ganancia solar
septiembre	8:00	6.8 °C	Ganancia solar
septiembre	10:00	10 °C	Ganancia solar
septiembre	12:00	15.2 °C	Ganancia solar
septiembre	13:00	15.9 °C	Ganancia solar
septiembre	14:00	16.2 °C	Ganancia solar
septiembre	15:00	16 °C	Ganancia solar
septiembre	16:00	15.5 °C	Ganancia solar
septiembre	17:00	15.2 °C	Ganancia solar
septiembre	18:00	14.8 °C	Ganancia solar

Tabla 5. Requerimientos según temperaturas y estación del año.

Temperaturas 9°C-21°C	Ganancia solar
Temperaturas 18°C-24°C	Protección parcial
Temperaturas mayores 24°C	Protección total

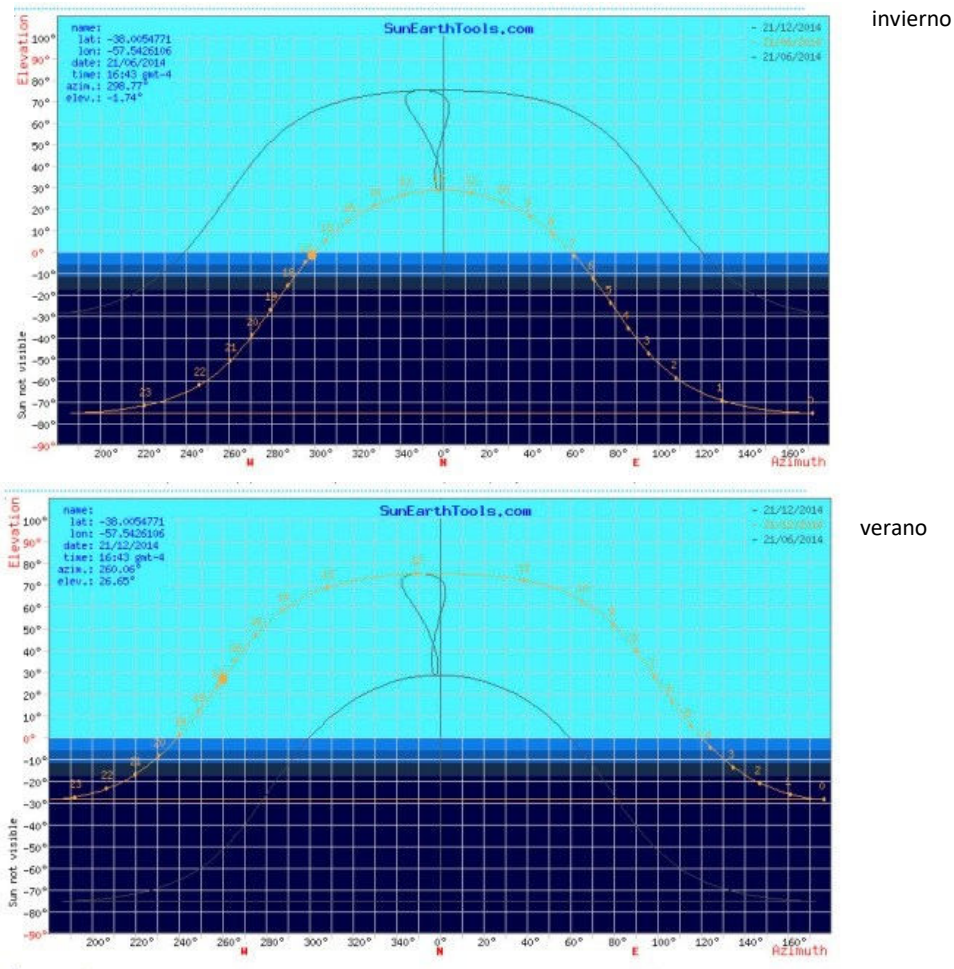


Figura 46. Carta solar estereográfica. Fuente: sunearth.tools.com

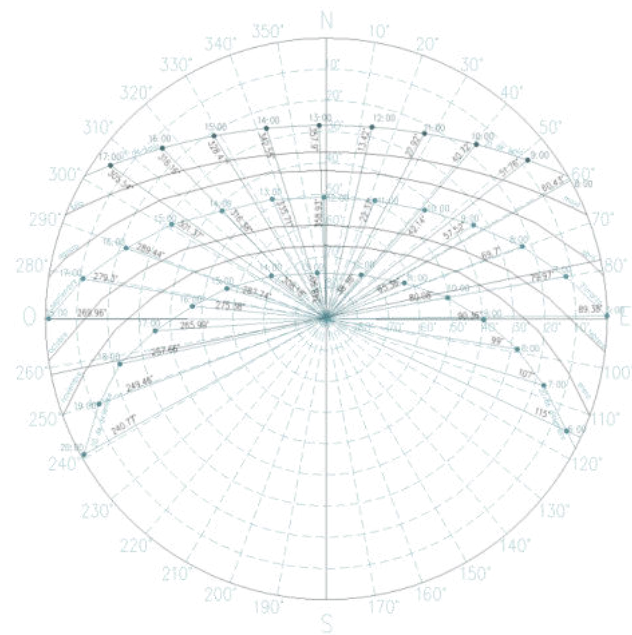


Figura 47. Carta solar cilíndrica.

Estudio fachada original y propuesta Fachada norte (volumen A)

Esta fachada cuenta con una ligera inclinación con respecto al norte y presenta oficinas esquineras que tienen mayor incidencia solar al tener ventanas en dos orientaciones, razón por la cual allí el calor será mayor que en el resto de oficinas. En las Figura 48 y 49 se han proyectado los rayos acimut correspondiente a las orientaciones este-norte y oeste según el caso. Y en los cortes del proyecto original se aprecia la carpintería vidriada de piso a techo sin ningún tipo de protección solar (Figura 50 y 51).

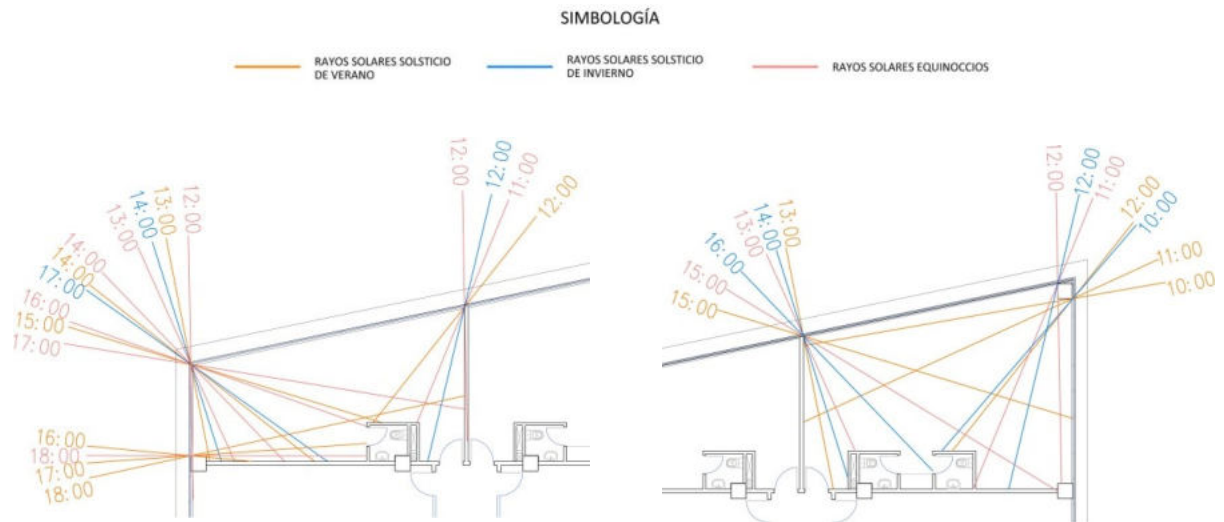


Figura 48 Incidencia solar en planta orientación norte y oeste.

Figura 49 Incidencia solar orientación norte y este

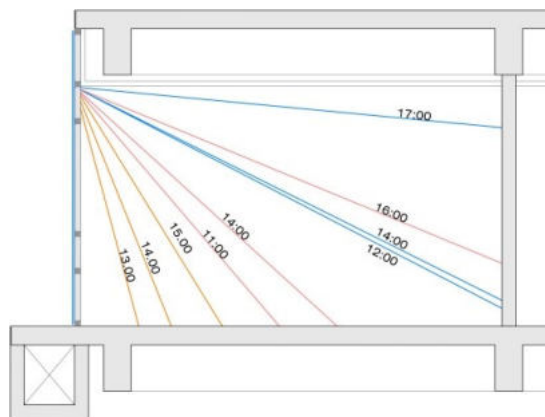


Figura 50. Incidencia solar en corte orientación norte y oeste

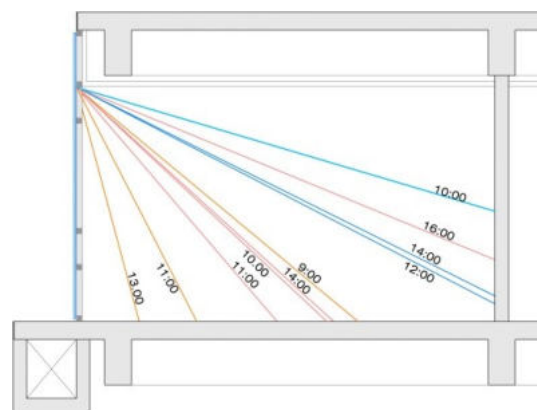


Figura 51. Incidencia solar en corte orientación norte y este

Entonces en el diseño de mejoramiento se disminuyó el área vidriada, e incorporó parasoles horizontales y verticales móviles. En la parte superior de la carpintería fueron proyectados estantes de luz hacia el interior aprovechando los rayos solares del verano y equinoccios (Figura 52). Este sistema se utilizará también en las fachadas este y oeste.

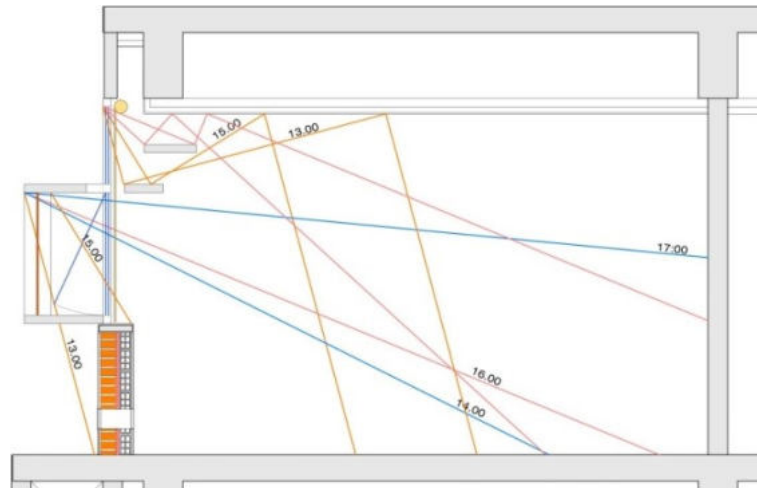


Figura 52. Propuesta de carpintería, parasoles horizontales y estantes de luz, fachada norte (inclinada)

Propuesta de mejoramiento fachada norte (volumen B)

A continuación en la Figura 53 se muestra la planta original de una de las oficinas orientadas hacia el norte con los rayos acimut, en las diferentes horas, que ingresan al espacio. En la (vol.B). Figura 54 se presenta en corte con el diseño original de fachada la proyección de los rayos solares correspondientes.

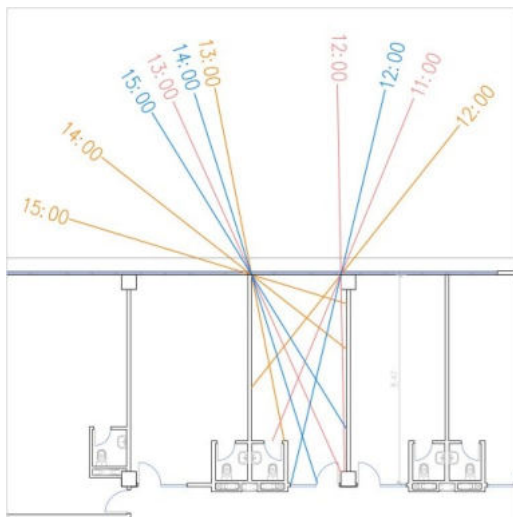


Figura 53. Incidencia solar en planta orientación norte (vol.B).

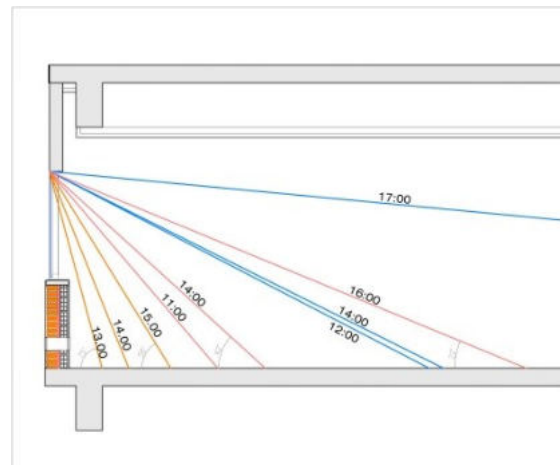


Figura 54. Incidencia solar en corte orientación norte (vol.B)

En la Tabla 5 se observan las temperaturas medias desde las 8:00 a las 18:00 de un día en el mes de enero. De las 10:00 a 12:00 es necesaria la protección parcial y de 13:00 a las 18:00 se requiere protección total del espacio ya que las temperaturas exteriores oscilan entre un rango de los 24°C a 25.9 °C.

Se analizaron en planta y en corte los rayos solares del mes de enero que más afectarían el confort térmico y lumínico, y se procedió a diseñar un parasol horizontal tomando como referencia el rayo correspondiente a la altitud 58° de las 15:00(horario cuando la temperatura exterior es máxima). Diseñado según Los rayos solares en invierno entran al espacio interior, favoreciendo la ganancia térmica y lumínica, mientras que se los impide en verano. Los estantes de luz se diseñaron para aprovechar los rayos en las horas de la tarde del verano y de los equinoccios favoreciendo el confort lumínico aumentando la superficie de acción de la luz natural ya que éstas oficinas cuentan con una longitud de más de 8 metros, y el sol de las tardes alcanzaría hasta el fondo. (Figura 55 y Figura 56)

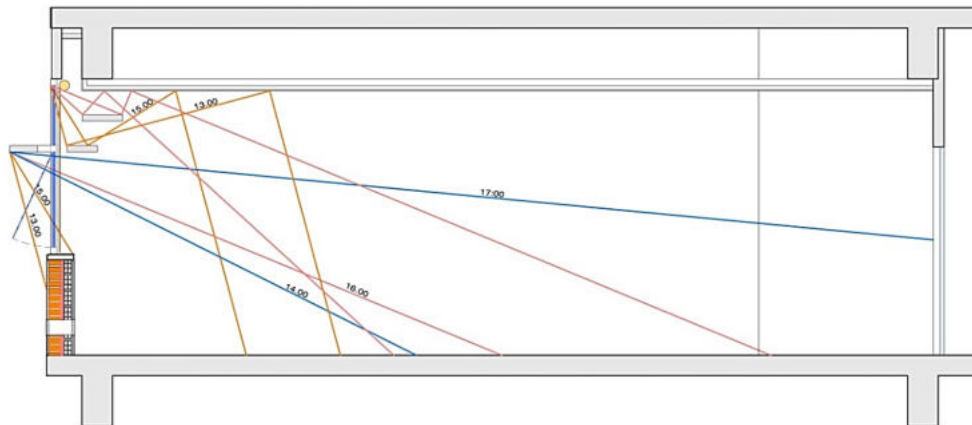


Figura 55 Propuesta de carpintería, parasoles horizontales y estantes de luz, fachada norte (volB)

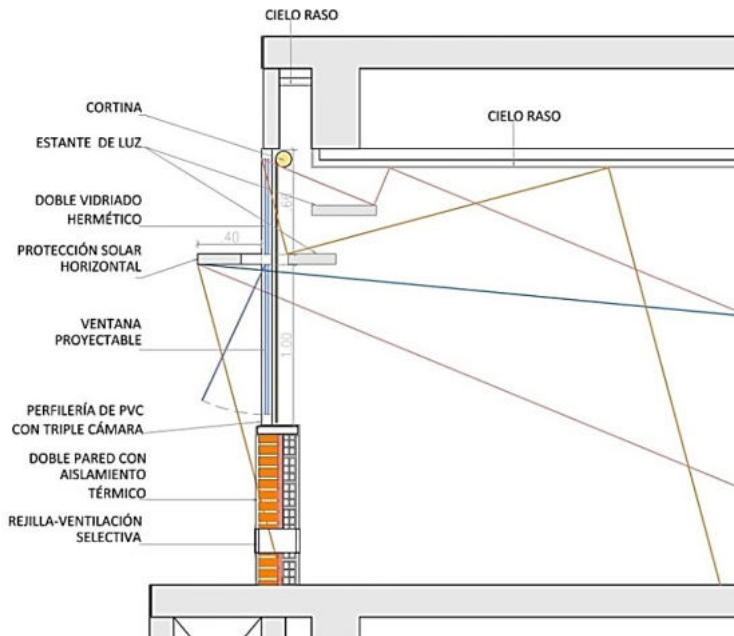


Figura 56. Detalle de carpintería, parasol horizontal y estante de luz

Propuesta de mejoramiento fachadas este y oeste

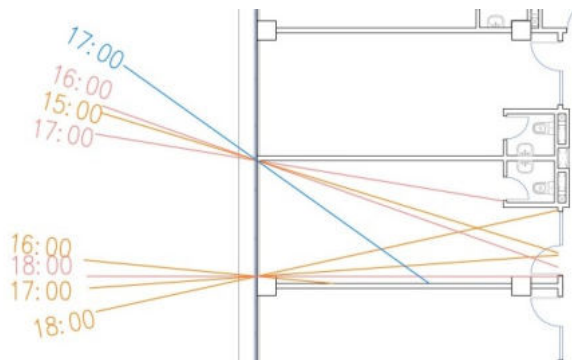


Figura 57. Incidencia solar en planta orientación oeste

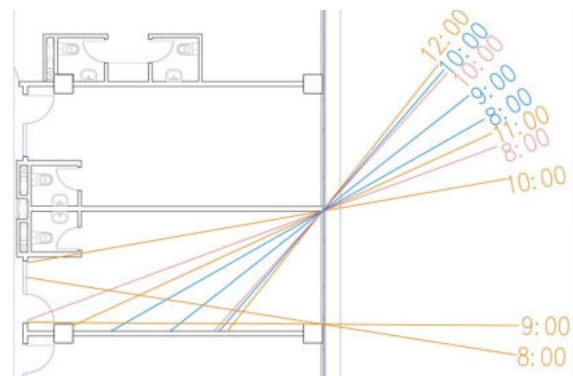


Figura 58. Incidencia solar en planta orientación este

Tanto en un caso como el otro, los rayos solares impactan de modo similar, solo que unos al amanecer y otros al atardecer, las implicancias según la época del año serán diferentes. En las oficinas tipo del Este y Oeste se observa en planta, que los rayos repercuten sobre todo en los equinoccios y en verano, mientras que es casi nulo durante el invierno; lo mismo en corte, debe procurarse protección en estaciones intermedias.

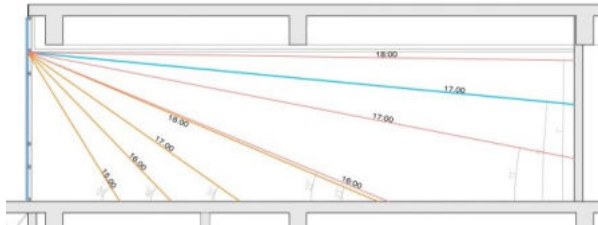


Figura 59 Incidencia solar en corte orientación oeste

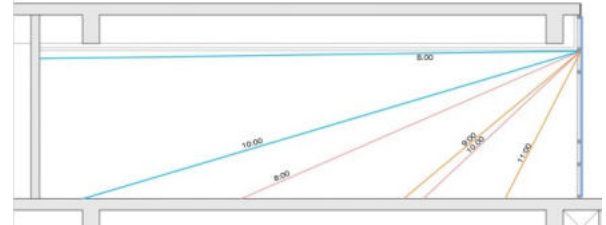


Figura 60 Incidencia solar en corte orientación este

Es recomendable para las fachadas este y oeste, el empleo de parasoles verticales por las características de los rayos; se propone el empleo de parasoles verticales pero móviles, en tales fachadas, además de los horizontales (Figura 61 y Figura 62). De esta manera se puede filtrar los rayos evitando el deslumbramiento y excesivo calor en las tardes de verano. También se incorporan los estantes en el interior para distribuir el ingreso de los rayos en el sector superior de la carpintería (Detalle en Figura 63). Puede verse la resolución de los parasoles tanto en planta como en corte en las Figura 64 y Figura 65. La ilustración de la fachada completa, puede verse en el apartado de la documentación gráfica del caso mejorado Figura 98 a Figura 101.

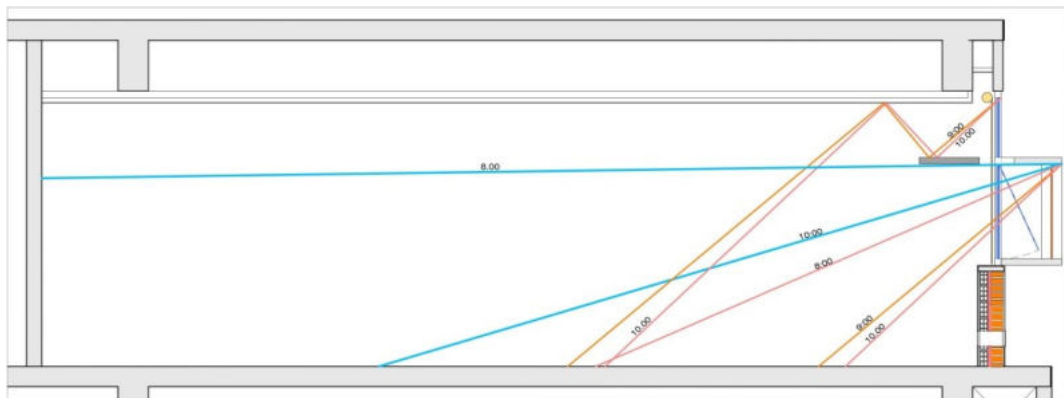


Figura 61. Propuesta de carpintería, parasoles horizontales, verticales móviles y estantes de luz, fachada este

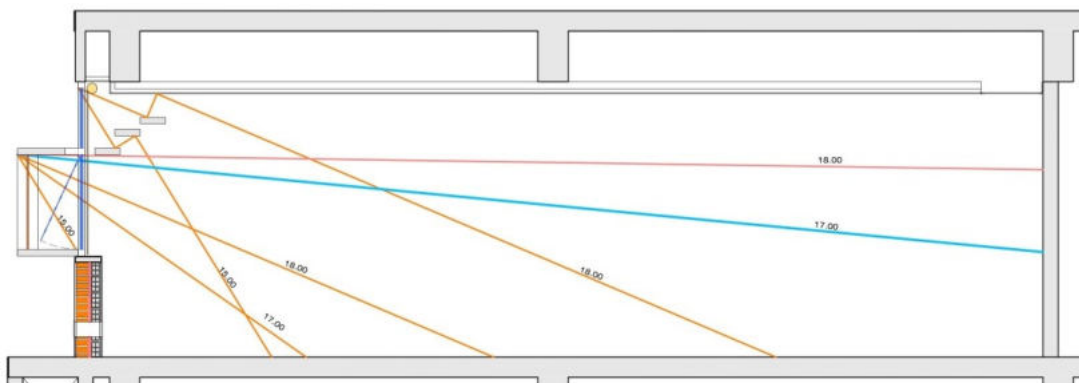


Figura 62. Propuesta de carpintería, parasoles horizontales, verticales móviles y estantes de luz, fachada oeste

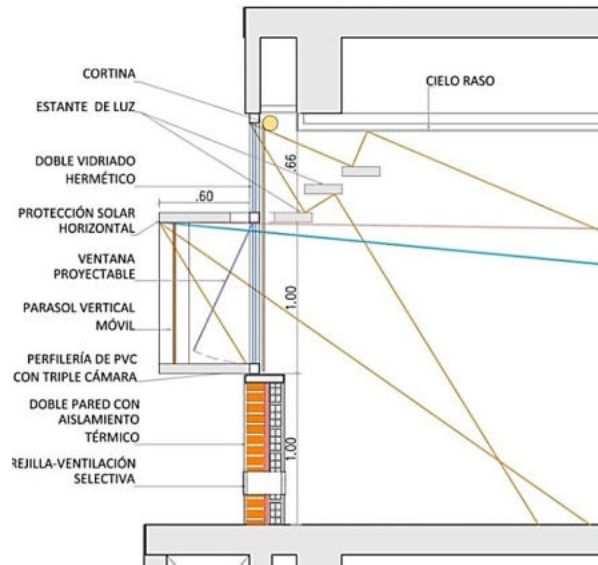


Figura 63. Detalle de carpintería, parasol horizontal y estante de luz (Fachada Oeste) Corte

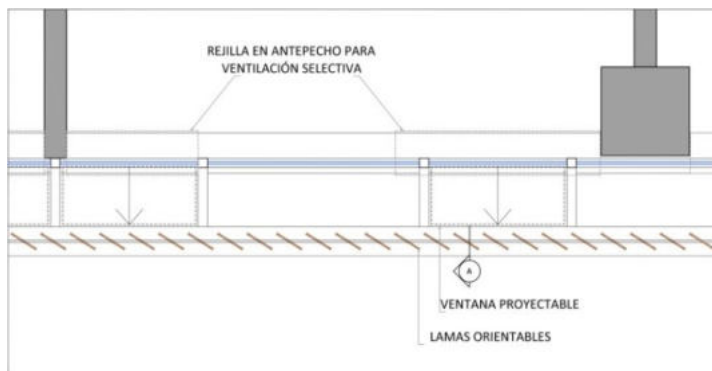


Figura 64. Detalle en planta de parasoles verticales móviles

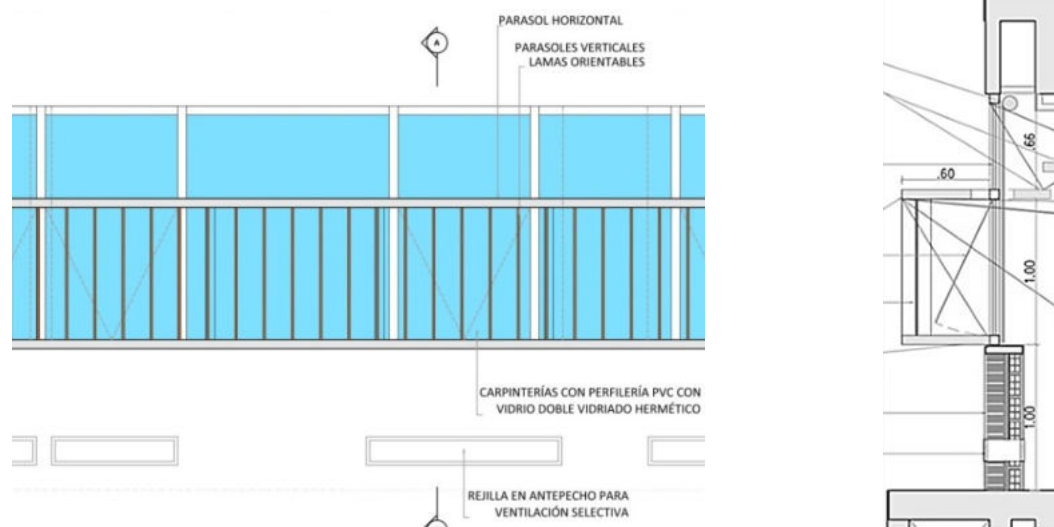


Figura 65. Detalle Vista parasoles verticales móviles (y correlativo corte).

Los usuarios de las oficinas serán los responsables de la utilización practica de los parasoles móviles en el transcurso del día; para el óptimo funcionamiento del sistema será de vital importancia que los ocupantes de las oficinas se involucren en el manejo voluntario de rutina, para su confort térmico y visual.

Ventilación

Se propone aprovechar la ventilación natural para refrescamiento de los interiores además del criterio higiénico implícito en tal acción. En recintos habitables es requerido un mínimo de renovación del aire para asegurar la calidad del aire interior de acuerdo a cantidad de personas, actividades realizadas y características del entorno. Es importante pues diluye la concentración de gases contaminantes, como por ejemplo el CO₂ de la respiración, así como otros componentes y partículas en suspensión, el exceso de calor y humedad, olores, virus y bacterias. Algunos de estos elementos pueden ocasionar el denominado Síndrome del Edificio Enfermo, sobre todo en aquellos ambientes climatizados artificialmente con bajo o nulo grado de renovación de aire fresco. La normativa 62-2001 de la ASHRAE(2001) trata sobre la necesidad de ventilación para alcanzar un IAQ aceptable (interior air quality) y tratamiento del aire exterior. Estas normativas y métodos son ampliamente desarrollados en países como Estados Unidos donde se utiliza comúnmente la climatización por aire acondicionado en edificios cerrados herméticamente. Por otro lado, desde una perspectiva bioclimática y de soluciones pasivas, existen edificios con estrategias diversas para refrigeración y renovación incorporando la ventilación natural o forzada.

La Ley argentina 19.587^{xv} estipula en el artículo 65 que en aquellos establecimientos donde se realicen tareas laborales, deberán ventilarse preferentemente de modo natural (según volumen del recinto y cantidad de personas). Los parámetros devienen del rango de confort higrotérmico, con límites fijados de temperatura y humedad. La ASHRAE 55^{xvi}, referida a locales de oficina con aire acondicionado exclusivamente, define un rango de confort interior 24,5°C- 26°C de temperatura con 60% HR y 0,2m/s de movimiento de aire. Por otro lado Givoni (1969) se basa en el criterio de una climatización pasiva, donde los usuarios del edificio son más dispuestos a tolerar temperaturas hasta los 28°C, 90%HR y 2m/s la velocidad del aire interior. Son dos extremos, con distinta clase de ocupantes, pero existe el caso de DeDear y Brager(de Dear, Brager, & Cooper, 1997)quienes proponen un modelo con rangos de confort adaptativo más flexible para casos con ventilación natural aceptable entre 80 y 90% de los usuarios. Este es un concepto interesante, sobre todo considerando las tendencias de recurrir a la ventilación natural exclusiva o complementaria de otros sistemas mecánicos e inclusive consta como antecedente a la ASHRAE 55 para determinar nuevos parámetros.

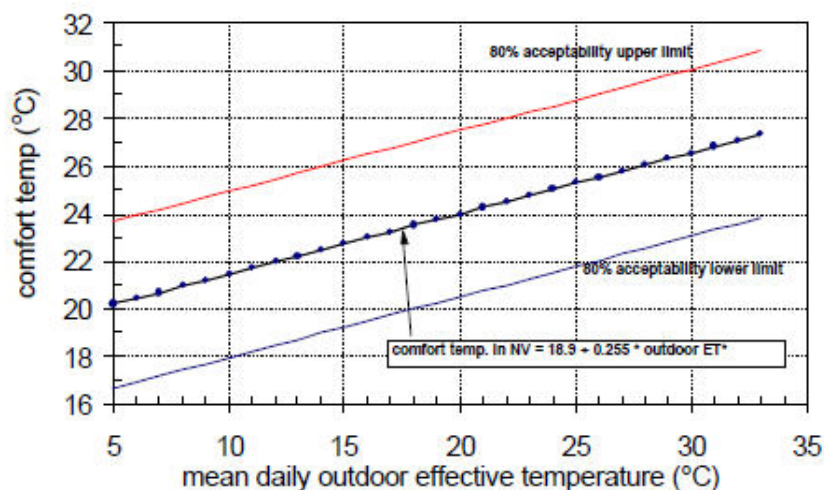


Figura 66: Zona de confort para un 80% de aceptación en ambientes ventilados naturalmente. Fuente: (de Dear et al., 1997)

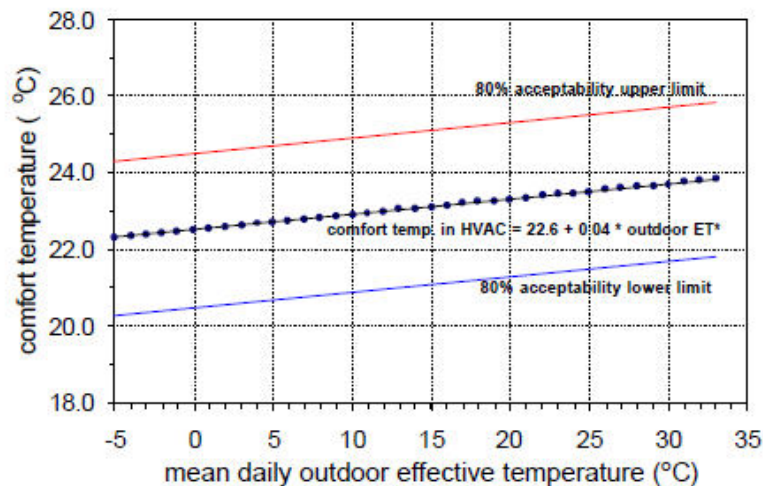


Figura 67: Voto medio predictivo para una aceptación del 80% en ambientes con HVAC. Fuente: (de Dear et al., 1997)

Cercano a tal criterio es la propuesta para resolver la ventilación y parte de la refrigeración en éste edificio de oficinas en Mar del Plata. Al analizar las temperaturas podría decirse que todo el año es fresco incluso en verano, por lo que se tiende a la calefacción más que refrigeración, pero, de acuerdo a la carga térmica interna debida a iluminación, equipos y personas, resulta bastante notoria en los cálculos de refrigeración artificial. La idea es que además de las renovaciones diarias determinadas, recurrir a estrategias de ventilación natural para refrescamiento. La sensación del cuerpo humano cuando se produce movimiento de aire a su alrededor es favorable aun cuando la temperatura sea alta y con humedad, pues el flujo de aire colabora en la evapotranspiración. En cuanto a refrescamiento, son más importantes las velocidades del flujo de aire que el número de renovaciones, pero si es primordial estudiar la geometría del espacio interior, ubicación y forma de las aberturas.

Según orientación de cada fachada a los vientos predominantes, se obtendrá más porcentaje de ingreso del aire y velocidad (Figura 68 y Figura 69). La ventilación natural más efectiva es la cruzada (con aberturas de entrada y salida). Las velocidades del viento con solo una entrada desde frente al exterior- condición de la mayoría de las oficinas - son menores, con valores similares en cualquier posición de cara al viento (G. E. Gonzalo & Nota, 2003). Para esta situación es aconsejable disponer de 2 aberturas lo más alejadas entre sí.

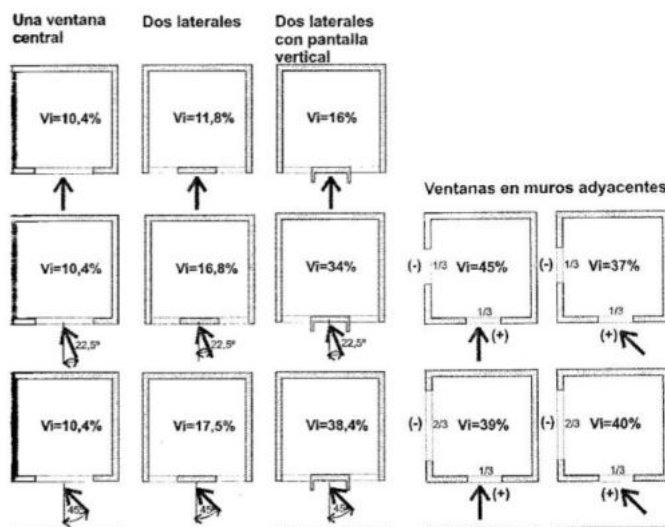


Figura 68 Porcentaje ingreso aire según dirección vientos.

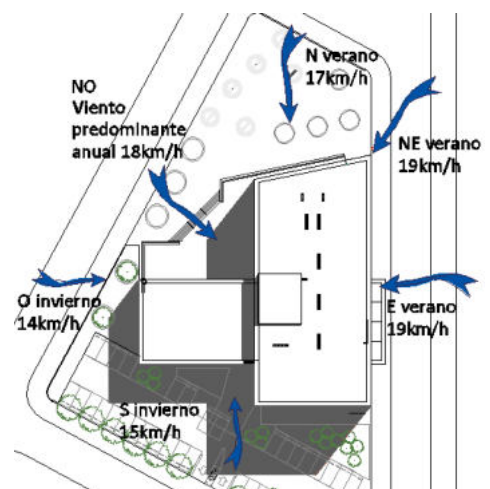
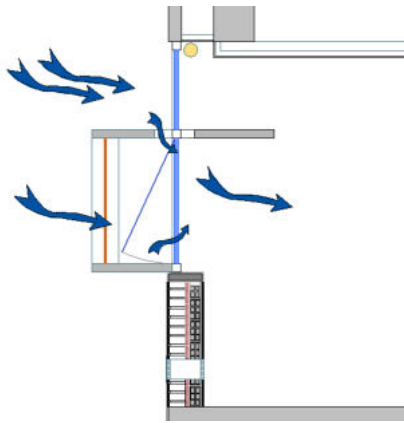


Figura 69. Vientos predominantes y secundarios en la zona.

Esquemas relación tipo y cantidad de aberturas, la dirección del viento, para estimar la velocidad del aire interior en porcentajes. En el caso de un solo frente son los vientos oblicuos los que tienen mayor efecto mientras que en el de paredes adyacentes, los perpendiculares. Fuente:(G. E. Gonzalo & Nota, 2003).



Si se colocan parasoles horizontales, mejor aún si están algo separados del plano vertical pues el aire penetra por ahí y empuja el flujo hacia el interior. (Figura 70. Corte mostrando ingreso ventilación natural por huecos parasoles). Según la implantación y la distribución interior de las oficinas respecto de los vientos dominantes, en este caso no es posible contar con una ventilación cruzada más que en los 2 niveles inferiores y en una oficina del 1° piso. Las oficinas reciben aire solo del frente y algunas paredes adyacentes en el caso de las esquineras; en éstas se aprovecha el efecto JET: si la abertura de entrada se halla más cercana al rincón, el

Figura 70. Corte mostrando ingreso ventilación natural por huecos parasoles

Las aberturas practicables son proyectables aunque también pueden ser oscilo-batientes, prestando atención a las mayores presiones del viento, que no sean excesivas las corrientes internas. Tanto los caudales, velocidades internas y tamaño de las aberturas pueden conocerse mediante cálculos empíricos y simulaciones, además de otras especificaciones con conceptos de la fluido dinámica.

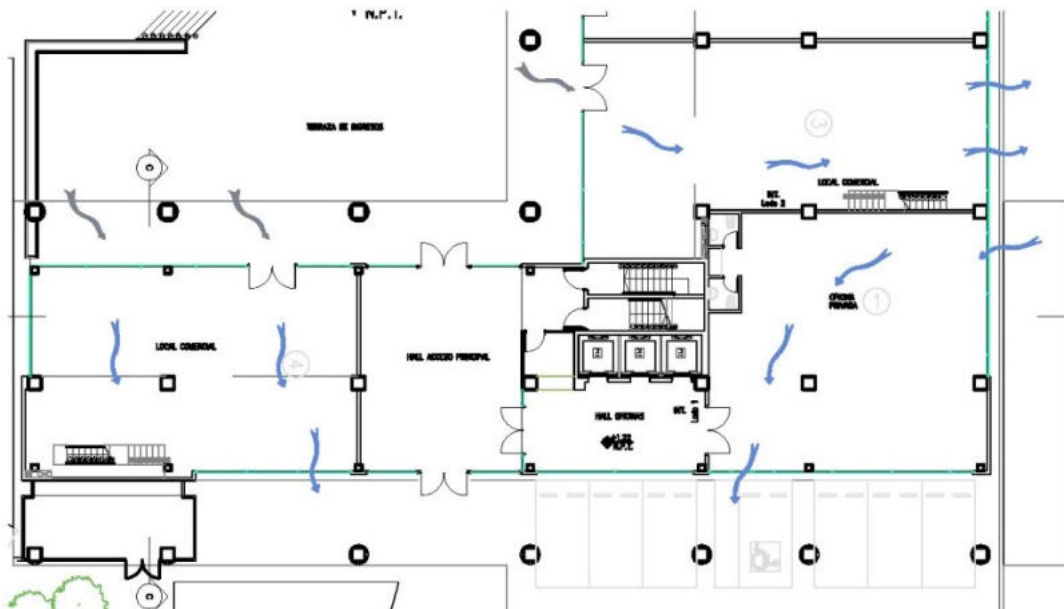


Figura 71. Ventilación cruzada en locales comerciales y efecto JET en oficina esquinera (1). Sector de la Planta baja.

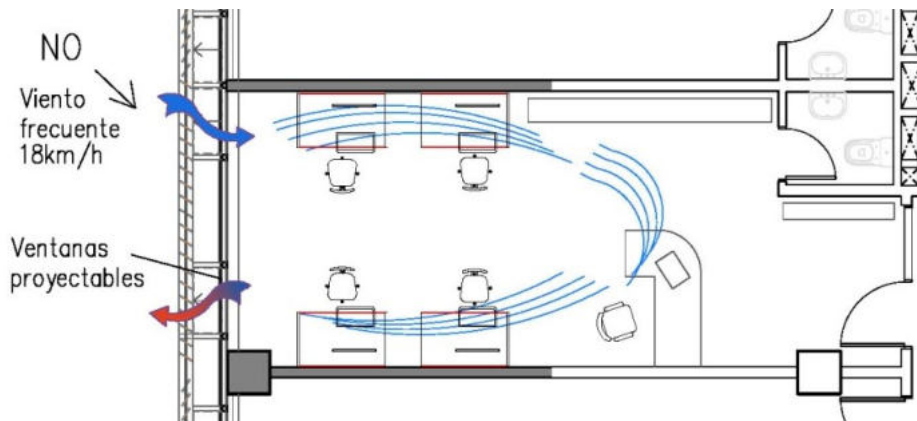


Figura 72. Planta oficina tipo. Ventilación frente con 2 aberturas.

Además de las ventanas operables se propone un sistema de extracción de calor a partir de conductos en cada una de las oficinas el cual con ayuda mecánica - por acción convectiva- el aire caliente generado en los interiores de las oficinas por el ingreso de aire exterior, iluminación, equipos y las personas, sea retirado. Este mecanismo se denomina "efecto chimenea". Una torre de succión aprovecha las diferencias térmicas de presiones, este fenómeno puede incrementarse con captadores solares en la parte superior o bien incorporando un ventilador mecánicamente. (Figura 73)

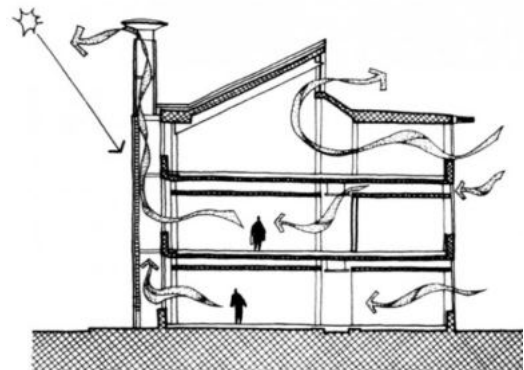


Figura 73. Esquema efecto chimenea

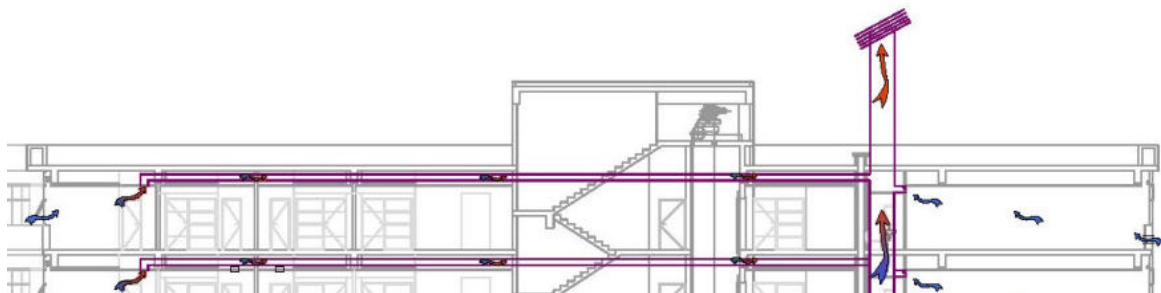


Figura 74. Esquema propuesto de ventilación diurna (izq) entra aire por las aberturas efecto chimenea natural. Nocturna (derecha) donde todo el edificio está cerrado, y el aire entra por los orificios exclusivos en los muros exteriores, y la acción es mecanizada. Ultimo nivel del edificio.

El funcionamiento para la época estival, con altas temperaturas alrededor de las 14hs, se estipula que no se abrirán las ventanas, para evitar ingreso de aire caliente. Pero es posible incorporar aire exterior enfriado a los ambientes proveniente del subsuelo, previo filtrado. También se recomienda la ventilación estructural: durante la noche cuando el edificio está inactivo- aprovechando que usualmente en la costa la temperatura nocturna es más baja aun - unos huecos en la fachada exclusivos para la ventilación, permiten enfriar los ambientes, y al comienzo de la siguiente jornada, la carga térmica será menor lo que se traduce en menos necesidad de utilizar energía para refrescar el interior.

Climatización

Calefacción

Básicamente un sistema de climatización se compone de la fuente de energía primaria, un sistema de producción de calor (caldera de combustible), un sistema de reparto con un elemento caloportador y los elementos terminales o emisores (suelo radiante). La calefacción y refrigeración por suelo radiante complementa el empleo de gas natural con el uso de caldera de condensación y energía solar térmica, bomba de calor, deshumidificadores y controles de regulación.

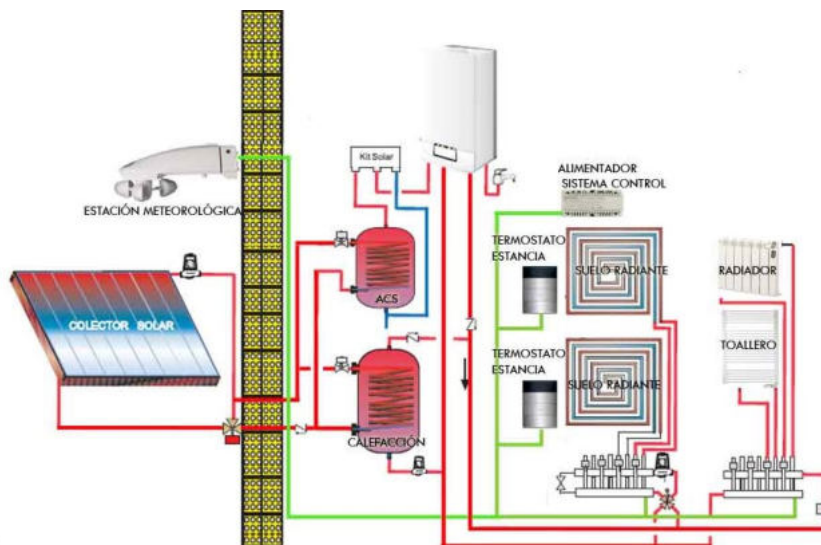


Figura 75. Esquema de funcionamiento sistema suelo radiante+ colectores solares, acumuladores y sensores.

La forma más eficiente y económica es el sistema de calefacción por suelo radiante, también más limpio, silencioso, confortable y saludable que existe, tanto es así, que es el único aconsejado por la Organización Mundial de la Salud, Su uso no reseca el aire ni las mucosas nasales y no levanta los ácaros del polvo.

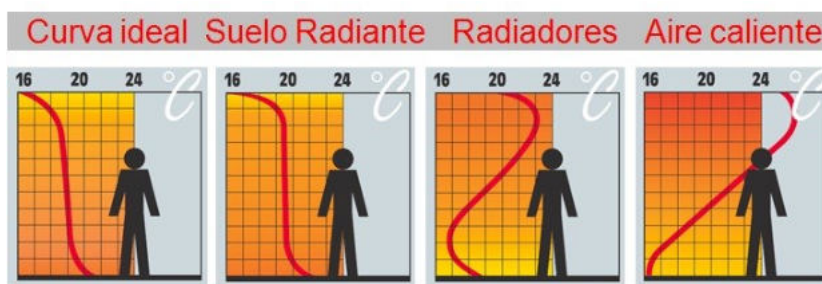


Figura 76. Curva térmica de acuerdo al sistema de calefacción <http://neytesa.blogspot.com.ar/2013/03/el-suelo-radiante-la-mejor-calefaccion.html>

En el caso de grandes volúmenes, como para este edificio de oficinas, se opta por un sistema de calefacción central mediante una caldera. La caldera funciona con un quemador acoplado que de manera intermitente se ocupa de regular la potencia poniendo en marcha y parando el quemador. Las calderas pueden determinarse en función de su temperatura de trabajo: las convencionales con temperaturas medias de 70° evitando que baje mucho para evitar condensación y corrosión; las de baja temperatura permiten obtener temperaturas entre 30-40°C siendo más eficientes, con menores problemas de corrosión, y por último las de condensación, también de baja temperatura que aprovechan el contenido de vapor de los gases de combustión. Como premisa, se elige trabajar con este sistema. La capacidad de las calderas de condensación, de adaptarse en

todo momento a la demanda variable de la instalación, gracias a su elevado rango de modulación, unido al aprovechamiento de la condensación gracias a la variación de temperatura de impulsión controlada por la sonda exterior, hace que se consigan ahorros de energía de casi un 20% en la instalación.

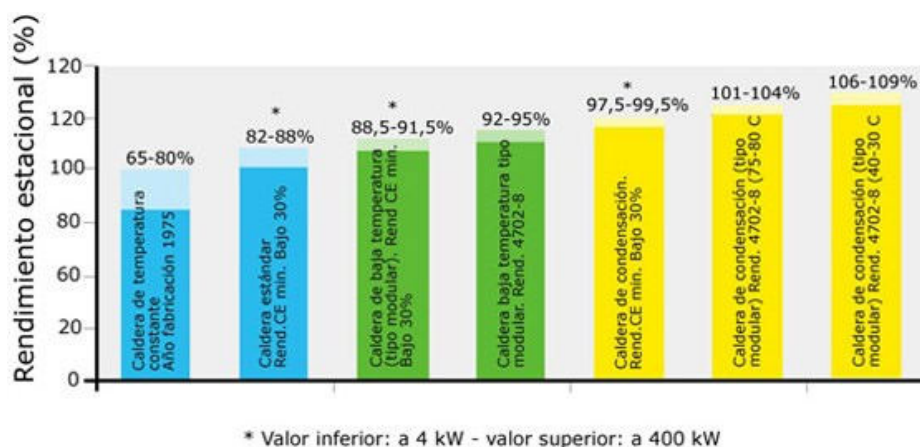


Figura 77. Rendimiento estacional de las calderas de baja condensación respecto de convencionales.

Para la situación del sistema que trabaja con bajas temperaturas, puede utilizarse un sistema híbrido entre la caldera y la bomba de calor. Un programador electrónico determinará el buen rendimiento de la bomba (por ejemplo de acuerdo a la temperatura exterior) y marcará cuándo poner en marcha la caldera. La fuente de energía primaria -que es el gas natural- se puede complementar con el empleo de colectores solares, los cuales pueden colaborar en reducir la demanda del mismo. En invierno los días son más cortos con un menor índice de radiación, reflejado en un menor rendimiento, sin embargo existe la posibilidad de realizar una acumulación estacional durante la época de mayor radiación. Para tal fin es preciso contar con unos depósitos de considerable tamaño y en esa época disipar en el ambiente el calor excesivo o reutilizar esa energía. La distribución del calor se hace por agua como elemento calor portador. Consiste en un circuito de tuberías empotradas bajo el recubrimiento, convirtiendo al plano elegido en un emisor, sea techo, pared o suelo, y no mediante artefactos adicionales. Las tuberías que llegan hasta los emisores pueden ser de diferentes materiales, en este caso son de plástico flexible, y se apoyan sobre una capa intermedia aislante entre el suelo estructural y el recubrimiento (Figura 78).



Figura 78. Instalación de las conducciones: contrapiso radiante en soporte especial a la izquierda y losa estructural radiante a la derecha.

También para el periodo estival, mediante una bomba de calor, con la intención de reducir siempre el consumo energético al máximo, se utilizarán deshumidificadores de ambiente necesarios para crear un ambiente fresco y agradable evitando condensación en vidrios y suelo, y que funcionan con el mismo agua fría que genera la bomba de calor.

Es importante regular el comportamiento del sistema, las temperaturas según sea el caso, brindando en cada momento la potencia adecuada a las necesidades del edificio o local en particular a climatizar. La potencia a demarcar será la máxima necesaria en el momento más frío de un año promedio. El resto de los días las temperaturas son mayores que la indicada, por lo tanto con menor requerimiento de calor; esto no solo varía por temporada sino por momentos del día o semanalmente. La regulación puede referirse a momentos del día, la temperatura del caloportador o del caudal. El sistema de regulación proporcional es aquel referido al caloportador; es un sistema electrónico que recibe una señal con el valor de temperatura exterior y a partir del dato regula la temperatura del agua enviada a los emisores. La potencia emitida por los emisores (radiadores o suelo radiante), depende de su superficie y la relación con el ambiente interior climatizado; la superficie es la misma por lo tanto la variable es la temperatura del caloportador. También el requerimiento de calor depende del sistema y materiales conformantes del cerramiento en contacto con el exterior, la necesidad de ventilación y la relación de temperatura entre interior-externo. La regulación de la temperatura del caloportador generalmente se hace mediante una válvula multivía motorizada de tres o cuatro vías, que mezcla el agua de la caldera con agua del retorno ya enfriada, para conseguir la temperatura adecuada cuando la caldera trabaja a altas temperaturas (80°). Pero en el caso de una caldera de condensación, esto no es necesario, sino que solo se utiliza una aguja hidráulica (La aguja hidráulica, se coloca para que la diferencia de potencia de las bombas, no entre en conflicto). También es la única que funciona correctamente en el suelo radiante, en donde la temperatura de impulsión siempre es más baja que la producida en la caldera. La regulación de la caldera es independiente mediante un termostato pero por tiempo, para mantener en el circuito de la caldera una temperatura uniforme a la que funcione mejor (Figura 79).



Figura 79. Válvula de 3 vías, aguja hidráulica, termostato zonal y sonda exterior.

Respecto de la regulación de temperatura en los locales habitables, funciona mejor con un sistema de sonda exterior; basado en que, las pérdidas de calor de un edificio son constantes, entonces cuando registra la baja de temperatura exterior, se aumenta la de impulsión al suelo radiante. En el diseño general del sistema de climatización deberá dimensionarse por áreas del edificio de acuerdo a ocupación y orientaciones. Los accesorios del sistema son los circuladores, vaso de expansión, dilatadores, purgadores, llaves de paso y corte, llaves de regulación, termómetros y termostatos.

Refrigeración y ventilación artificial

Como se indicó anteriormente, según los cálculos realizados a partir de las temperaturas medias del lugar, se determinó la carga térmica para calefacción y según indicadores es necesario calefaccionar la mayor parte del año. No es hasta la instancia del cálculo de refrigeración por aire acondicionado artificialmente (ver apartado) cuando se determina la carga necesaria, en donde intervienen otros condicionantes que provocan el aumento de la demanda energética, aparte de la situación de la envolvente, y que se refiere sobre todo a las cargas internas que suman calor . Inicialmente se estimó un sistema de climatización por suelo radiante el cual puede servir para el periodo frío y el cálido invirtiendo el ciclo; pero al considerar las cargas internas surge la imperiosa necesidad extra de climatización mecánica de enfriamiento, incluso podría hacer falta durante el invierno. Lo preciso es seleccionar un sistema adecuado de aire acondicionado.

Para la situación de grandes volúmenes es aconsejable la instalación de un aire acondicionado centralizado del tipo HVAC (heating ventilation and air conditioning) para ahorro de energía, pero con posibilidad de manejo por zonas, pues cada oficina es independiente (Figura 80). Para climatización de edificios con oficinas particulares, se recomienda que la UT (Unidad terminal) ya sea de condensación por agua para instalaciones de más de 600TR o por aire con menos de 600TR, tenga un manejo de caudal versátil^{xvii}. Puede ser VAV (volumen de aire variable) donde varían los flujos de aire o VRV (volumen de refrigerante variable). Éste último admite varias unidades evaporadoras conectadas a un condensador y permite trabajar con un compresor de velocidad variable donde varía la potencia del mismo: entrega mayor o menor cantidad de refrigerante a cada local según lo indicado por el termostato individual. Al variar la potencia del compresor regularmente, evita paradas innecesarias del sistema. Las unidades evaporadoras cuentan con una válvula de expansión electrónica. La ventaja es que envían frío donde se necesita realmente, aparte de poder invertir el ciclo y de seleccionar la temperatura deseada, puede considerarse que algunas unidades estén apagadas. Esto es muy útil para un edificio de oficinas particulares, donde además de una zonificación por zonas climáticas de acuerdo a la envolvente y cada unidad locativa.

El sistema tradicional aire - agua, se compone del equipo de generación térmica (una enfriadora o bomba) que enfría o calienta el agua en circuito cerrado y la red de tuberías que distribuye el agua hacia los climatizadores (fancoils) donde intercambian esta energía con el aire, consiguiendo calentar o enfriar el aire del local. Aquí se va moviendo, transformando la energía utilizada: primero electricidad más el aire en versión condensación o evaporación del gas, la energía de éste pasa al agua, y la del agua para acondicionar el aire del local.

Un sistema VRV se compone de: una unidad evaporadora exterior, similar a cualquier otro, solo que funciona de manera más compleja, pues a través de energía eléctrica y aire exterior consigue evaporar o condensar el gas que luego se distribuye. También la unidad condensadora, las cañerías de cobre distribuidoras del gas refrigerante, una válvula de expansión electrónica y controles necesarios para la eficiencia de todo el sistema. Éste permite que la unidad exterior conozca en todo momento el número de unidades interiores en funcionamiento y adapte el sistema según convenga, incluso detener el sistema si no hay ningún equipo terminal funcionando.

La distribución básica es por 2 tubos, uno conduce el fluido refrigerante (estado líquido para el frío, gaseoso para calor) y el otro tubo para retorno; este sistema sirve tanto para calefacción como refrigeración pero no simultáneamente. Para tal fin sería preciso 4 tubos, y se emplean en general en edificios industriales, o con varios usos y demandas como un hospital. Pero también puede ser de 3 tubos, pudiendo utilizar algunas unidades en frío mientras otras funcionan en calefacción; este modo de funcionamiento no es muy habitual y será necesario solo en casos especiales, como salas con grandes cargas térmicas internas (salas de reuniones, centros de procesamiento de datos, etc^{xviii}). Para el caso en estudio se propone la utilización del sistema de 2 tubos.

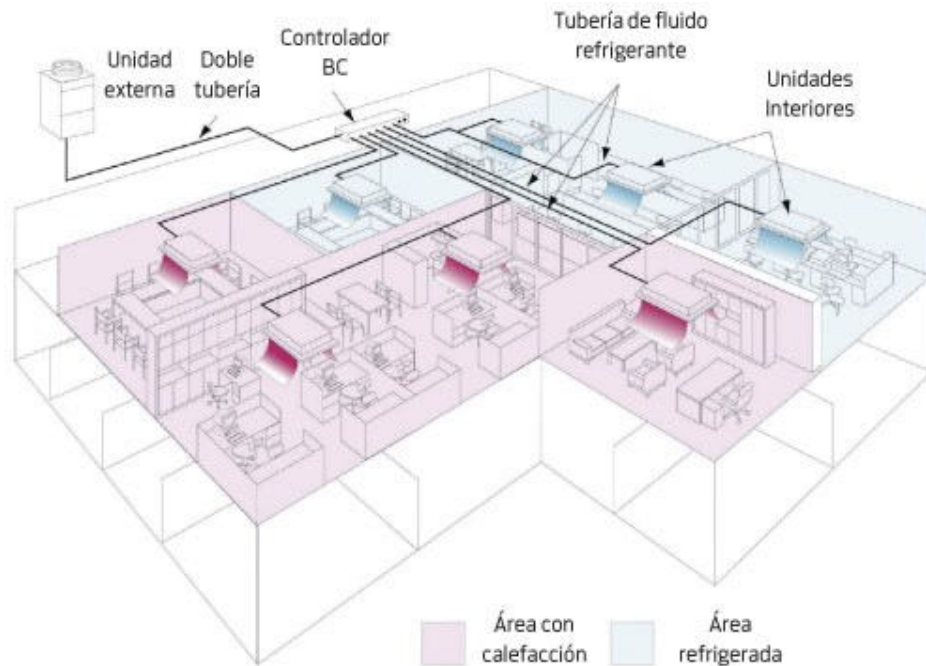


Figura 8o. Sistema de refrigeración HVAC del tipo aire-agua donde se precisa simultáneamente locales calefaccionados y refrigerados. Fuente: revista digital MUNDO HVAC&R (disponible en <http://www.mundohvacr.com.mx/mundo/>).

Se ha optado por el sistema VRV por sus condiciones generales que implican un ahorro de energía en su funcionamiento. También en modo de aprovechamiento de la energía, es interesante contar con free cooling (enfriamiento libre) recomendado para climas donde las noches son más frías en periodo cálido-como es el caso de Mar del Plata- pudiendo aprovecharse para enfriar el edificio solo consumiendo energía para los ventiladores que quitan el aire interior e inyectan el aire fresco exterior almacenando el frío en la masa del edificio, mobiliario, etc. También puede emplearse el aire exterior en invierno, pues el aire exterior también es más frío que el interior por las cargas internas por ocupación, equipamiento e iluminación, lo cual colaboraría en el confort interior sin necesidad de recurrir a refrigeración (aire acondicionado).

La idea global para climatización es vincular los sistemas de calefacción y refrigeración con las fuentes primarias de energía propuestas: colectores solares con la caldera de baja condensación para suelo radiante y energía geotérmica para el sistema de refrigeración(ver ejemplo integral en Figura 81) Para tal fin es conveniente que el sistema principal del equipo de compresión sea de condensación por agua; el mismo se compone de la maquina enfriadora, las torres de enfriamiento, la bomba de agua fría, la bomba del agua de condensación, el tanque de expansión, un sistema de tratamiento químico del agua de condensado, y las UTA(unidades tratamiento del aire). El enfriamiento por agua produce condensación a baja temperatura, por lo tanto confiere un ahorro energético; la desventaja puede ser- respecto a un sistema condensado por aire- la necesidad de una mayor cantidad de equipos y mantenimiento, además de la doble cañería retorno por el condensado.

Entonces para el caso de estudio se plantea el intercambio de calor con el suelo, aprovechando la energía geotérmica, mediante serpentinas por donde circula en circuito cerrado. Recurrir a esta energía alternativa, es la que se combina mejor con el sistema de aire acondicionado de condensación por agua del tipo VRV.

El esquema de funcionamiento integral del sistema de climatización y sus complementos propuestos para el edificio, puede verse en la Figura 105.

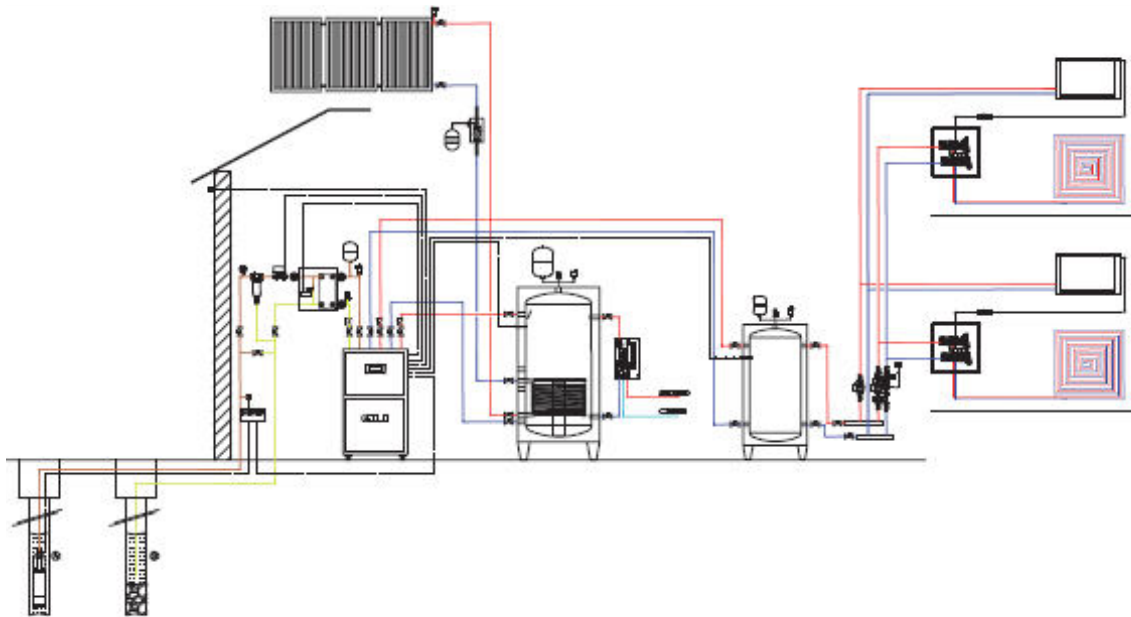


Figura 81. Esquema sistema integrado con bomba de calor geotérmica, colectores solares y suelo radiante. Fuente: GEOLLO.

Energías alternativas Aprovechamiento Geotérmico y Bombas de calor:

La geotermia es una buena opción como fuente de energía renovable y sostenible. Existen varios rangos de potencial entálpico, en yacimientos de muy alta entalpia, alta y media- termales y calefacción distrital- y baja y muy baja temperatura.

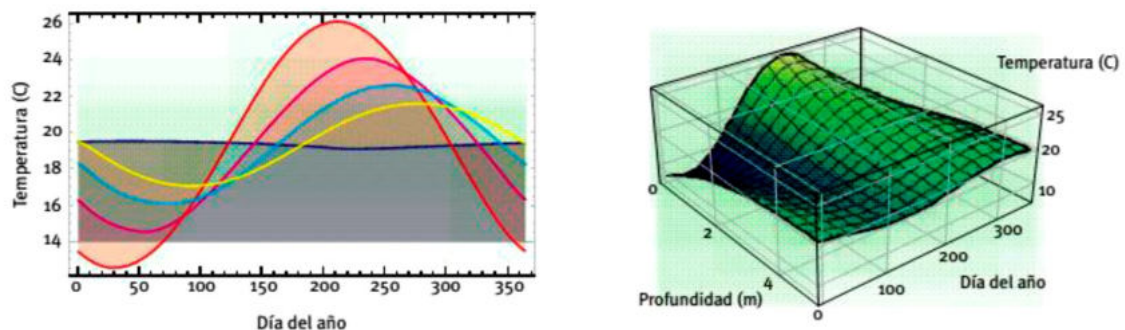


Figura 82: Variación temperatura del suelo en función de profundidad y época del año. Fuente: publicación IADE + Ministerio de Industria Energía y turismo.

La energía proveniente de la radiación solar, precipitaciones y otros efectos atmosféricos, se transmite diariamente a la superficie de la tierra produciéndose un equilibrio térmico. Consecuentemente la temperatura de la tierra luego de los 10m de profundidad, se mantiene constante y se aproxima a la media anual de la región. Entre la superficie y los 10m variará la temperatura de acuerdo a características del suelo y la profundidad. También de acuerdo a la época del año y la inercia del terreno, las temperaturas del suelo se retrasan casi 1 mes respecto de las capas superficiales (Figura 82). El gradiente geotérmico se define como la variación de temperatura respecto de la profundidad y se mide en $^{\circ}\text{C}/\text{km}$. Con este gradiente pueden establecerse 3 típicas clasificaciones: desde la superficie a 10-12m, la temperatura del suelo varía por el intercambio atmosférico y el sol; hasta 60-80m, existe una zona neutral y se mantiene prácticamente constante; de allí en más, se define un gradiente claro, entre los 15-30 $^{\circ}\text{C}$, si es que no existen alteraciones zonales tales como aguas subterráneas, sistemas kársticos, etc (Tabla 6.)

ALTA TEMPERATURA	$t > 150^{\circ}\text{C}$	Turbinas de vapor – generadores eléctricos
MEDIA TEMPERATURA	$90^{\circ}\text{C} < t < 150^{\circ}\text{C}$	Puede utilizarse en centrales eléctricas y la producción de frío por absorción
BAJA TEMPERATURA	$30^{\circ}\text{C} < t < 90^{\circ}\text{C}$	Utilización de forma directa en procesos industriales y climatización
MUY BAJA TEMPERATURA	$t < 30^{\circ}\text{C}$	Climatización con Bomba de Calor Geotérmica

Tabla 6: Clasificación del aprovechamiento geotermal según profundidad. Fuente: publicación de ACETYR^{ix} para IADE^{xx}

El aprovechamiento geotermal de bajas temperaturas, precisa bombas de calor. Una bomba de calor es una máquina que transfiere calor desde un foco frío a otro caliente, para lo cual utiliza una pequeña cantidad de trabajo, energía eléctrica para calefacción, y en el sentido inverso para refrigeración. Una importante ventaja del uso de las bombas de calor geotérmicas (BCG), es el ahorro energético y eficiencia - un 50% de la energía primaria- facilidad de mantenimiento, escasez de ruido, eliminación de equipos exteriores y uso de tecnologías conocidas en los sistemas. Una BCG básicamente transfiere el calor a o desde un edificio o proceso al suelo. Así se obtiene una menor energía primaria por parte del compresor. Su mejor rendimiento no se basa en las tecnologías o componentes, sino el aprovechamiento del principio de termodinámica mediante una gestión eficiente de la fuente térmica que es el terreno.

Existen varios sistemas de intercambio, los circuitos abiertos captando un recurso hídrico donde toma agua y la devuelve al origen; y los cerrados, donde un fluido caloportador en tuberías realiza el intercambio. Y además si el circuito es horizontal, vertical, de doble hélice, etc. Esta elección hace que aumente el COP (coeficiente of performance) de la bomba, tanto para calefacción como refrigeración, eficientemente en comparación con fuentes de aire. El COP es la razón entre la potencia suministrada por la bomba y su consumo eléctrico. Como se mencionó anteriormente, este sistema precisa de un fluido caloportador, que puede ser agua o agua más un anticongelante para regiones específicas.

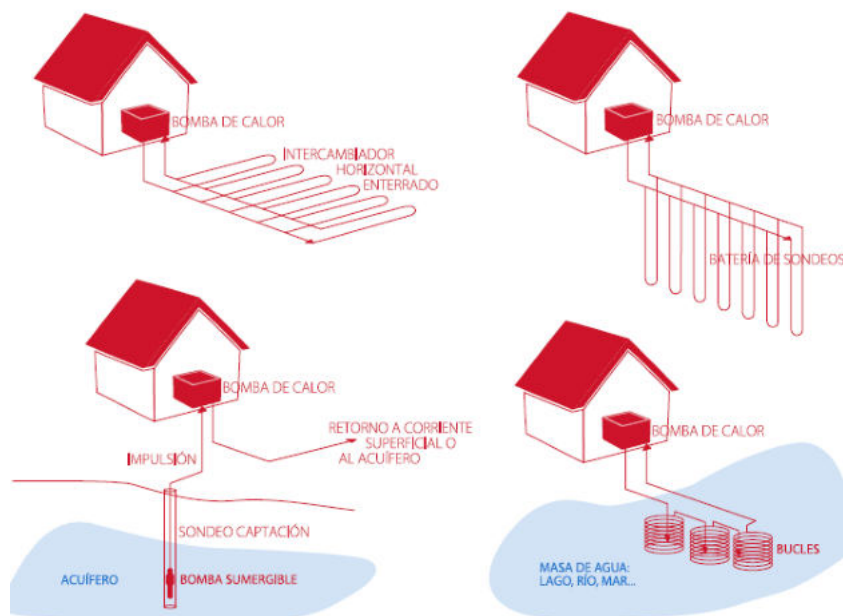


Figura 83: Tipos de circuitos serpentinas verticales y horizontales. Fuente: GEOPLAT (Plataforma Tecnológica española de geotermia)

Energías alternativas - Colectores solares térmicos

Como se mencionó anteriormente, una buena opción para el sistema de climatización es el empleo de paneles solares térmicos como energía auxiliar de apoyo, el cual puede significar el 20% de la demanda y también para agua caliente de los lavatorios. La energía solar térmica es diferente y mucho más eficiente que la energía solar fotovoltaica (que convierte la energía solar directamente en electricidad). Los paneles solares térmicos transforman la radiación solar en energía térmica obteniendo agua calentada para consumo doméstico o industrial y destinar al uso de agua caliente sanitaria (A.C.S.) climatización de locales habitables y de piscinas.



Figura 84. Imágenes de colectores solares. Fuente: Agencia andaluza de la energía-España <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/administracion/renovables/energia-termica/energia-solar-termica/energia-solar-termica-andalucia>

Los colectores de energía solar térmica están clasificados como colectores de baja, media y alta temperatura. Los de baja temperatura calientan agua, los de media agua y aire, generalmente los equipos son placas planas. Los colectores de alta temperatura concentran la luz solar usando espejos o lentes - planos o curvos- y generalmente son usados para la producción de energía eléctrica. Los equipos pueden ser placas planas, tubos de vacío o absorbentes (sin protección). En la placa plana el alma del sistema es un enrejado vertical de tubos metálicos que conducen el agua fría en paralelo, conectados por abajo por un tubo horizontal en la toma de agua fría y por arriba por otro similar al retorno. Los tubos metálicos se sustituyen por tubos de vidrio, introducidos de uno en uno, en otro tubo de vidrio (cristal borosilicato sustituyendo al cobre) entre los que se hace el vacío como aislamiento. Lo más ventajoso es que tienen muy alto rendimiento, y que pueden repararse individualmente. Los tubos de calor por cambio de fase (con tubo de cobre) aprovechan el cambio de fase de vapor a líquido dentro de cada tubo, para entregar energía a un segundo circuito de líquido de transporte; al calentarse por el sol, hierve y se convierte en vapor que sube a la parte superior en contacto con el líquido transportador, el cual siendo más frío que el vapor del tubo, capta el calor provocando que el vapor se condense y caiga en la parte baja del tubo para volver a empezar el ciclo (Figura 86). El líquido del tubo puede ser agua, a la que se le ha reducido la presión hasta un vacío parcial y tendrá un punto de ebullición bajo, lo que permite trabajar incluso con la insolación de los rayos infrarrojos en días nublados.

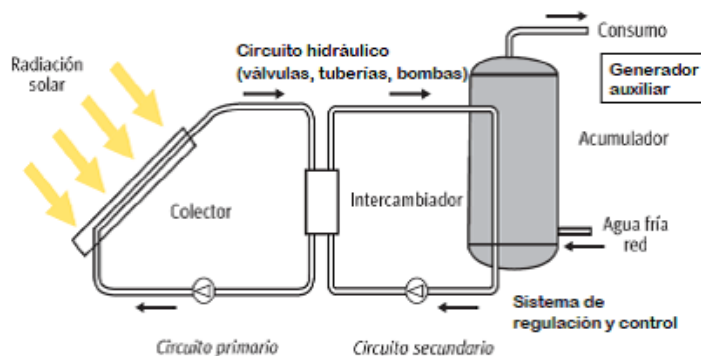


Figura 85 .Esquema de instalación solar térmica de baja temperatura.
Fuente: <http://www.autoxuga.com/energiasolar/introenergiasolar.html>

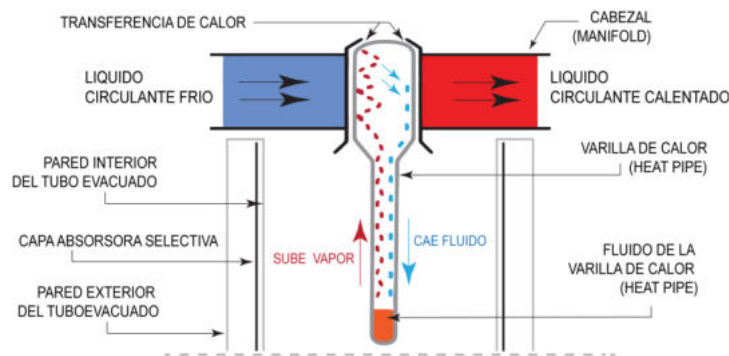


Figura 86. Esquema del sistema de funcionamiento captadores solares <http://www.autoxuga.com/energiasolar/introenergiasolar.html>

La instalación se compone de los captadores solares, un circuito primario cerrado (conecta colector y acumulador), un circuito secundario (del consumo), intercambiador de calor (transfiere el calor de las placas mediante un serpentín previa acumulación), acumulador (tanque donde se acumula el agua precalentada para su posterior uso), vaso de expansión (absorbe variaciones de volumen del fluido caloportador) y tuberías (cañerías de acero inoxidable BPDN aislada con espuma elastomérica y rodeada de una mica de EPDM). Si el sistema funciona por termosifón será la diferencia de densidad por cambio de temperatura la que moverá el líquido; si el sistema es forzado entonces se precisarán bombas (2 por cada circuito) y un panel de control principal.

Para el sistema de calentamiento, es necesario los intercambiadores térmicos de placas para transferir el calor al relacionarse con el tanque acumulador, la caldera y la propia instalación de suelo radiante por donde circula el agua entre 35° y 45° manteniendo una temperatura ambiente entre 18 y 22° C; con un regulador, se le puede dar prioridad al uso de lavado de manos.

DATOS BÁSICOS DEL COLECTOR	
Colector	Con 30 tubos
Largo Total 1	1980 mm
Alto Total 2	156 mm
Ancho Total 3	2196 mm
Área de Absorbancia 4	2.4 m ²
Área de Apertura 5	2.82 m ²
Área Total	4.35 m ²
Peso Total	94.8 kg
Potencia Pico	1,944 Watts / 6,632 Btu

* Datos obtenidos en ITW report 09COL805. Calculado al mediodía (trans IAM = 1)
G = 1000 W/m², ΔT (tm-ta) = 0

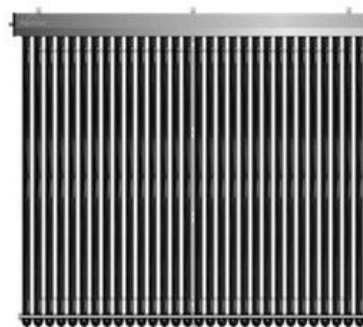


Figura 87. Los colectores solares APRICUS otorgan una vida útil de más de 30 AÑOS y ofrece una línea completa de productos solares térmicos con varilla de calor (heat-pipe), un sistema usado en toda la industria con excelentes resultados.

Deben estudiarse bien las posibilidades del mercado y establecer la carga definitiva que cubrirá de la demanda en calefacción y agua caliente sanitaria, pero es factible como sistema colaborativo con la idea de reducir el consumo de gas natural y emisiones de CO₂ a la atmósfera. En el caso del edificio, por su implantación, solo se utilizaría la azotea del volumen más alto, pues la otra recibiría sombra durante el amanecer y atardecer.

Uso racional de Agua

El cuidado del agua resulta más primordial que el de la energía en cuanto a que estamos tratando directamente con un recurso natural, el cual implica también notable energía para su potabilización, suministro y evacuación.

El creciente aumento de la población demanda una mayor cantidad de agua por persona, teniendo en cuenta que el agua potable es fundamental para la salud y solo 4lts de los 150lts estimados por persona son para beber. Pensando en los efectos del cambio climático sobre las pautas de lluvias y que los recursos hídricos se volverán escasos, estas cuestiones deben estar presentes en las decisiones futuras. Los edificios (Reino Unido)^{xxi} consumen alrededor de 50% del agua potable para diferentes etapas, por lo cual se hace imperiosa la necesidad de administrar este recurso para seguir preservándolo. Las medidas posibles son: artefactos y equipos eficientes que reduzcan la cantidad de agua necesaria, separar las aguas residuales y pluviales reciclando y reutilizando, propiciar las superficies permeables en terreno natural (no recargar el sistema sanitario) e incorporar sistemas de control y gestión del uso racional del agua. No solo se cuida el recurso sino también los costos por la demanda; los sistemas de reutilización de aguas grises pueden conseguir un ahorro de entre un 30% y un 45% de agua potable^{xxii}.

Para este edificio, se propone la separación de aguas grises y la recolección del agua de lluvia para su reutilización, instalar artefactos eficientes tales como inodoros con doble descarga, lavatorios con canillas con control del caudal y un sistema de control del consumo.

Aguas grises: las aguas residuales se dividen en grises (proviene de lavatorios, lavabos, duchas, piletas de lavar y lavarropas) y negras (efluentes cloacales). Las grises generalmente se descomponen más deprisa que las aguas negras y tienen mucho menos nitrógeno y fósforo. Aunque en realidad contienen algún porcentaje de aguas negras (por el lavado de manos luego de usar inodoro) incluyendo patógenos de varias clases. Pero las grises pueden recuperarse para riego de plantas (no comestibles) y también específicamente para la descarga de los inodoros, pues no es necesario que el agua sea potable. Se las debe tratar, previo filtrado en cisternas, o pueden ser depuradas mecánicamente y biológicamente en lagunas artificiales (humedales) con filtrado de arenas, gravas, plantas específicas, lodos activados, radiación ultravioleta y otros. Las aguas provenientes de estos artefactos, pueden reutilizarse también específicamente para la descarga de los inodoros, pues no es necesario sea agua potable.

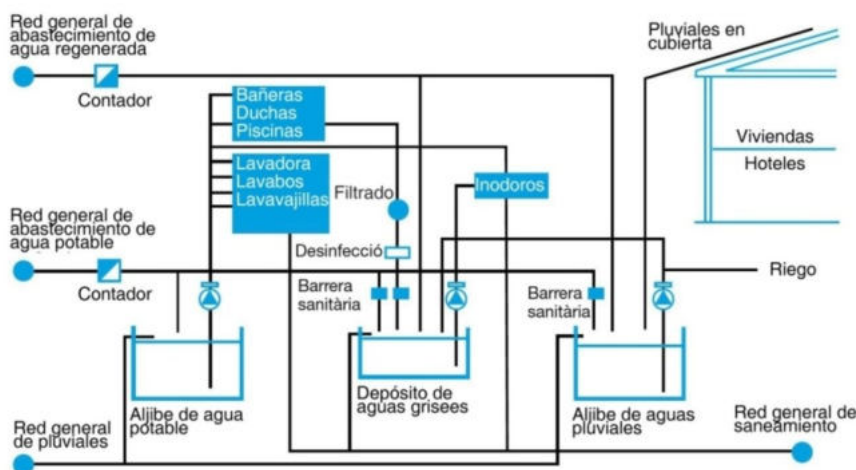


Figura 88. Esquema del sistema de separación y reutilización de las aguas residuales y pluviales.

Aguas pluviales: miles de litros son enviados directamente a la calle y pueden recargar el sistema de saneamiento de la ciudad o provocar inundaciones; hay ciudades o partidos en la provincia en donde es obligatorio retener el agua de lluvia durante la tormenta en el predio, para mitigar la carga urbana exigiendo creación de cisternas subterráneas. Por lo tanto no es mala idea como premisa precautoria. Por otro lado este tipo de agua, es altamente aprovechable también para riego, limpieza, descarga de inodoros y la higiene personal. Incluso, en sitios donde no hay mucha disponibilidad de agua potable, puede hervirse para beber o tratarla con radiación ultravioleta para su depuración. Por lo tanto, es una manera de no impactar en la infraestructura de la ciudad y al mismo tiempo aprovechar el recurso en el mismo predio. En este caso, sin

necesidad de que sea potable, se utilizará para los destinos mencionados, en descargas de inodoros, riego y limpieza en las canillas de servicio. En combinación con el reciclaje de las aguas grises, incendio, y la demanda usual de agua potable. En este edificio de notable envergadura si se suman todos los requerimientos es notable la repercusión de emplear desmedidamente tal recurso. A continuación, se muestra la comparativa de dos esquemas de implementación en el empleo del agua.

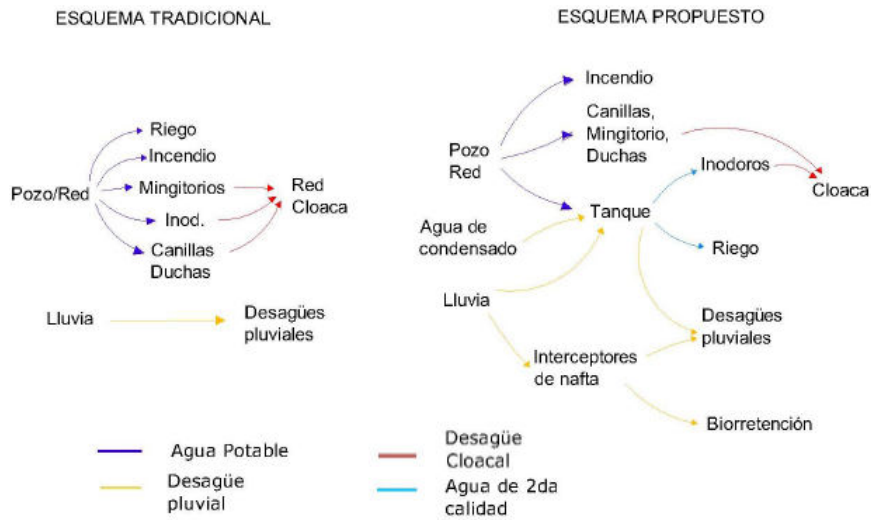


Figura 89. Esquemas del uso del agua tradicional- pleno agua potable y racional- ahorro con reciclaje. (Duran 2014).

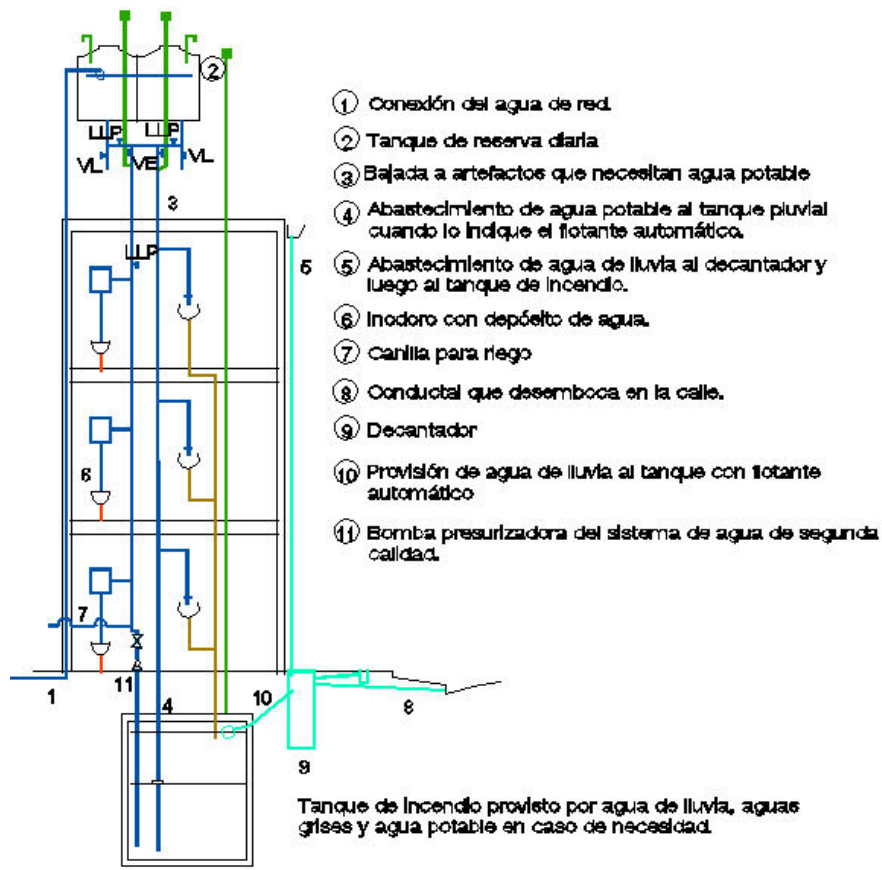


Figura 90. Esquema instalación agua de lluvia en edificio torre (Duran 2014).

Cálculo para la reutilización del agua de lluvia:

Para un diseño que considere la utilización de las aguas de lluvia, es preciso contar con espacio suficiente para ubicación de los depósitos y dimensionarlos de acuerdo a los parámetros pluviométricos de la zona y la superficie colectora. Esto es más factible en obras nuevas. En este edificio se propone recolectar el agua proveniente de las azoteas, y posiblemente añadir la proveniente de la plaza seca, veredas y sector cocheras en planta baja, previo tratamiento. Se ha realizado un cálculo global en base a datos climáticos y estimaciones de diseño y funcionamiento del edificio:

Datos	
Promedio anual de lluvia MDQ	1129,55mm
Promedio mensual de lluvia	94,13mm
Promedio semanal de lluvia	22,78mm (0,023m)
Estimado Dias con lluvia al mes	9
Cantidad inodoros a abastecer	245
Cantidad lavatorios a abastecer (agua potable)	245
Cantidad canillas para riego (PB y terrazas)	5
Cantidad canillas para limpieza	12
Superficie util azoteas	1400m ²
Dias abastecimiento cisterna	5
Calculo volumen tanque agua de lluvia- Reserva diaria	
245 inodoros x 150lts consumo	36750 kts
Sistema riego controlado	500lts
Canillas servicio para limpieza control	500lts
	RTD lluvia 37750 lts
RT Semanal	
37750 lts x 5 dias	188750 lts
Dimensionado tanque de lluvia	
1400mx0,023m) = 32,3m ³	32300 lts
AGUA POTABLE - lavatorios	
245 x 70lts	17150 RTD
	85750 RTS
Total semanal	274500 lts

Por lo visto de acuerdo los cálculos con el método del Arq. Durán (2014)^{xxiii} a la cantidad de lluvia posible de recolectar y almacenar para descarga de inodoros y canillas de riego, el caudal a aprovechar se aproxima a la demanda diaria estimada, pero cubriendo apenas el 17,11% de la demanda semanal. Lo restante se cubre con agua potable y reciclado de aguas grises de los lavatorios. Los cálculos realizados son respecto a artefactos convencionales, mientras que si elegimos aquellos que ahorran agua se estima una reducción del 50% (ver siguiente apartado de griferías y artefactos). La demanda semanal total de agua es de 274.500 lts, con la factibilidad de utilizar reciclada, seria 183750lts para inodoros y 5000 lts en canillas de servicio.

Si se emplearan artefactos eficientes la demanda de agua potable podría reducirse. Los inodoros convencionales emplean aproximadamente unos 10lts para su descarga; si en cambio se emplean los de doble descarga, en promedio serian unos 4,5lts (entre 3 lts y 6lts); esto representa un 50% de ahorro en la demanda. También existen artefactos que funcionan conjuntamente, donde el agua desechada del lavatorio, filtros mediante, pasa a formar parte directamente de la cisterna del inodoro (Figura 91).

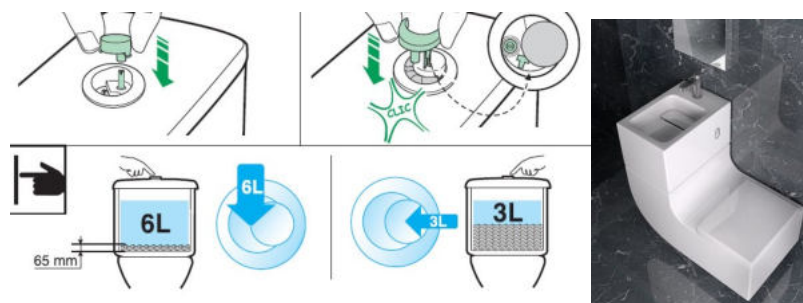
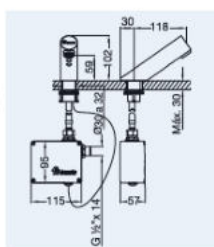


Figura 91. Sistema doble descarga y alternativa uso agua lavatorio e inodoro unificados (Fuente modelo W+W deRoca)

Lo demás es exclusivamente agua potable para los lavatorios en los toiettes de las oficinas, una demanda diaria de 17.150lts (245 x 70lts c/u)^{xxiv} y 85.750lts semanal. Asimismo si se utilizan las canillas con aireadores y reductores de caudal, representa en promedio un 50% menos en demanda de agua potable, pues pasa de unos 15lts a unos 8lts. Los grifos monocomando con mezcladora son aún más efectivos, y si se coloca un regulador de temperatura, es posible ahorrar en la energía necesaria para calentar el agua. Además existen sistemas electrónicos que funcionan con sensores, los cuales serían apropiados para comercios y oficinas (Figura 92).



Juegos electrónicos para lavatorio.

Alimentación: 4 pilas alcalinas tamaño AA (6V), no provistas con el juego
Rango de captación: de 10 cm aprox.
Descarga por presencia: desde la detección, hasta 4 segundos después de retirar las manos.
Tiempo máximo de descarga: 30 segundos.
Vida útil de las baterías: 250.000 ciclos o la fecha de utilización recomendada por el fabricante de las baterías.
Presión mínima de trabajo: 0,7 bar.

Figura 92. Aireadores y canilla automática con sensores .Fuente FV tronic

Suponiendo emplear este tipo de artefactos, la demanda de inodoros se reduce a 91875lts semanalmente, más los 2500 de las canillas, un total de 94375lts, de los cuales 32300 factibles que provengan de agua de lluvia, correspondiendo a cubrir entonces el 34.22% de la demanda semanal. Por otro lado, la demanda de agua potable se reduciría a 42875lts semanalmente, empleando las griferías ahorradoras.

Puede decirse entonces que la demanda total de agua potable más posible reciclada - descartando la reserva para incendio- corresponderá a 137.250lts frente a 274.500lts originales (utilizando sistemas ahorradores). Si además se considera reciclar las aguas provenientes de lavatorios (suponiendo recuperar la mitad) serían 21.4375lts disponibles; el agua de lluvia y grises recuperadas equivaldrían a 53.737.5lts en total a emplear, casi al 60% de la demanda semanal de provisión para inodoros, servicios limpieza y riego. Significa más de la mitad de la demanda cubierta por reciclado agua de lluvias y grises, lo demás debería completarse con agua potable. Incluso la cantidad de aguas recicladas podrían incrementarse (80% o más) si se emplearan todas las aguas grises de lavatorios e incorporaran el área pavimento y veredas de planta baja, para acrecentar cisterna de agua de lluvia.

En este caso lo que más predominancia tiene en el ahorro de agua potable, es el empleo de artefactos eficientes, ya que el empleo de agua de lluvia y reciclado de aguas grises, es relativo (por datos climáticos y sistema reciclado aguas grises efectivo).

Es importante tomar conciencia del recurso del agua potable y prestar atención en su uso y mantenimiento, independientemente de la posibilidad de contar con artefactos y griferías más eficientes. Se estima que al lavarse las manos se utilizan entre 2 y 18lts; con una canilla abierta se consumen unos 10 lts por minuto; si ésta gotea regularmente por fallas supone unos 30lts al día desperdiciados y si lo hace seguido equivale a 700 lts. Por lo tanto es imprescindible procurar el buen funcionamiento y ser responsable en cómo se utiliza el agua.

Aguas negras: En este caso no se profundiza en el tratamiento de las aguas negras, pero sería una acción responsable ya que, en la ciudad de Mar del Plata, existen problemas de contaminación relacionados con los desagües cloacales que son expulsados muy cercanamente en las costas. Aunque la problemática de los efluentes abarca toda la Provincia de Buenos Aires: *'Los problemas de abastecimiento de agua se centran tanto en la calidad como en la cantidad, al ser una de las provincias más densamente poblada e industrializada de la Argentina, existe en ella una alta concentración de núcleos urbanos, que se han desarrollado al amparo de las actividades agropecuarias. Estas ciudades en su mayoría disponen sus efluentes en los cuerpos de agua vecinos, que pueden ser tanto ríos de llanura, de diferentes caudales, lagunas o al propio Océano Atlántico. Según*

proyecciones del INDEC (2001) para el año 2009 y datos de AYSA^{xxv} (2009), el 47% (7050000 habitantes) de los habitantes de la provincia de Buenos Aires tiene acceso a la red de desagüe cloacal y el restante 53 % (7950000 habitantes) utilizan otras formas de eliminación (31% en cámara séptica con pozo ciego, 22 % sólo en pozo ciego, y un 0.3 % en hoyos, excavaciones, etc.), estas otras formas de disposición de efluentes aumentan los riesgos de contaminación de las napas freáticas. Además, debe señalarse que aproximadamente solo el 15 % de las aguas conducidas por la red cloacal, recibe algún tipo de tratamiento, y menos del 10 % recibe un tratamiento adecuado. Debido a la capacidad de las actuales Plantas de Tratamiento, se depura una escasa proporción de los efluentes.^{xxvi}

Un esquema del sistema integrado propuesto a nivel sanitario y uso de aguas puede verse en la Figura 106.

Energía eléctrica

Al ser un edificio de oficinas y comercial, es considerable la demanda para iluminación, empleo de sistemas artefactos y climatización. Lo principal es reducir lo más posible el requerimiento de iluminación artificial durante el día aprovechando la luz natural. Como las oficinas son privadas, no puede manejarse el tipo de equipos y sistemas de los usuarios, aunque si propiciar buenas conductas y recomendaciones para emplear aquellos más eficientes que ahorran energía (Figura 93). Si se puede intervenir en las aéreas comunes. Igualmente, con los artefactos de iluminación, se recomiendan lámparas fluorescentes o de bajo consumo, para ambientación general, y halógenas o leds para focalizar más intensamente sobre un punto concreto en el escritorio, mesadas de trabajo, etc (Figura 94). Para el sector de trabajo se recomiendan unos 500 lux de iluminancia^{xxvii}, con buena apreciación de los colores (Raxxviii>80) y tonos neutros (T⁹ color 3.500–5.000 K^{xxix}). En cambio, en las aéreas comunes de pasillos con un nivel medio bajo (200lux) es suficiente, una mediana apreciación de colores (Ra <80) y emplear sensores de presencia.

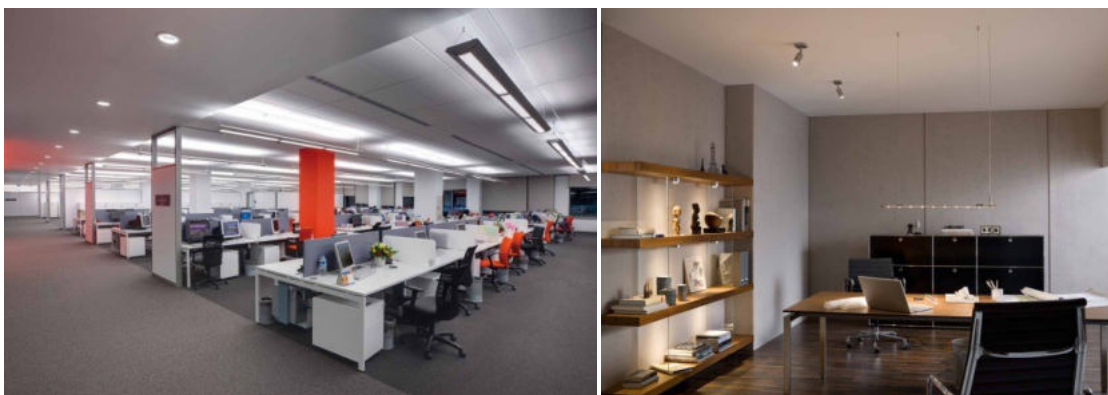


Figura 93. http://www.osram-latam.com/osram_latam/aplicaciones/edificios-de-oficinas/oficinas-diafanas/index.js



Figura 94. Lámparas para utilizar en oficinas (fuente OSRAM) de izquierda a derecha: halógenas , compactas fluorescentes y tubos fluorescentes.

Las lámparas incandescentes eran muy poco eficientes pues aprovechaban solo el 10% de la electricidad para emitir luz, mientras el 90% restante se perdía en forma de calor. Aquí en Argentina ya se ha descartado su uso con el plan de ahorro en energía eléctrica donde se promovió el cambio de lámparas incandescentes por las de bajo consumo. Actualmente se emplean halógenas: Se añade un compuesto gaseoso con halógenos al sistema

incandescente que permite regenerar el filamento metálico, lo que hace que mantengan su eficiencia en el tiempo y duren más (1.500 horas). Adecuadas para focalizar la luz sobre un punto concreto e intensamente. En el caso de tubos fluorescentes, formados por un tubo de vidrio con gases por donde al circular la corriente se produce la radiación luminosa visible; con eficiencias superiores a las incandescentes, consumen un 80% menos de electricidad y su duración es mayor (6.000-9.000 horas de vida útil). Existen en el mercado tubos de alto rendimiento (fluorescentes trifósforo), que proporcionan entre un 15-20% más iluminación para un mismo consumo eléctrico; para encendidos y apagados poco frecuentes. Debido a que contienen mercurio, tras su uso hay que depositarlos debidamente en un punto limpio. Las fluorescentes compactas (FC) son versiones compactas de los tubos fluorescentes pero su vida útil es superior (entre 6.000 y 9.000 horas). Los encendidos y apagados frecuentes reducen su vida útil. Al encenderse tardan unos minutos en alcanzar la máxima intensidad de luz, en cambio, las de tipo electrónico, de menor peso, se encienden al instante y permiten encendidos y apagados frecuentes. Consiste en un dispositivo semiconductor que emite luz cuando se polariza de forma directa y es atravesado por una corriente eléctrica. Producen la misma luz que una bombilla convencional pero usando un 90% menos de energía.

Para una mejor administración de la electricidad consumida en cuanto a la cantidad de luces utilizada, es interesante contar con la instalación de células fotosensibles, que ajustan automáticamente la cantidad de luz emitida por la lámpara en función del aporte de luz natural que haya en la zona; puede que se conecten y desconecten a un horario establecido o que los cambios sean progresivos. Y también son buenos aquellos sistemas que contemplan la iluminación natural y artificial respecto al deslumbramiento en cada local (Figura 95).

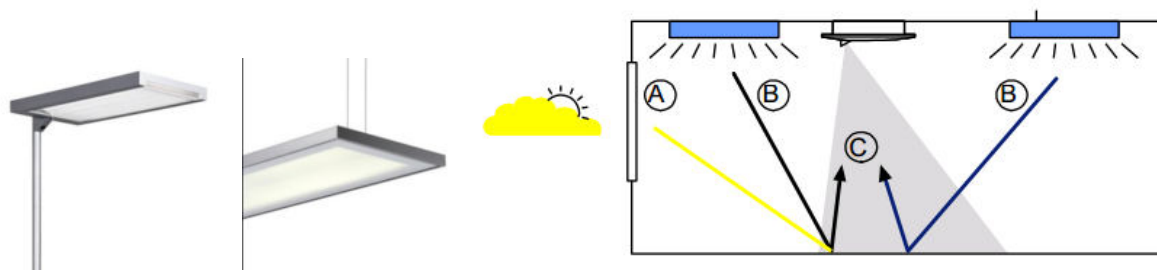


Figura 95. Modelos de luminarias que ayudan en evitar el deslumbramiento (fuente OSRAM) y Empleo de células que controlan el flujo luminoso combinando iluminación natural y artificial.

Es bueno contar con interruptores horarios para las áreas comunes y exteriores, con los cuales puede programarse apagar luces durante ciertos horarios o el fin de semana. También empleando detectores de presencia, actúan por movimiento en áreas poco utilizadas o de manera intermitente como pasillos, cocheras, etc. Con estos procedimientos puede llegar a ahorrarse un 30% en el consumo de electricidad. En cuanto a los equipos eléctricos tales como computadoras, impresoras, fax, plotter y otros complementarios tales como refrigeradores, cafeteras, pava eléctrica, microondas, televisión, cada uno tiene poco consumo de electricidad, pero todos sumados en el edificio por todas las horas de trabajo, pueden llegar a componer del 20 al 70% de la demanda. Por lo cual debe procurarse adquirir equipos más eficientes los cuales consumen menos energía para funcionar y generan menor calor.

Paisajismo

Básicamente lo sugerido es contar con especies autóctonas que requieren poco mantenimiento y demanda de agua potable. En Mar del Plata la vegetación original corresponde a bosques xerófilos de talas sobre los médanos (con conchillas) de 3 a 8m de altura, como los saucos, sombra de toro y coronillos. También las denominadas psamófilas, aquellas que se fijan en el suelo de arena de los médanos costeros, son lo espartillos, tupe y vara dorada. Las hidrófilas ubicadas en bañados, lagunas y arroyos, son los juncales, totorales y pajonales. Y en la zona más serrana, se ubican las saxícolas, que crecen en ambientes rocosos, como el curro,

chilca, carquejilla y también los cactus, helechos y líquenes (Figura 96). Luego se han introducido otras especies arbóreas que han persistido de buena manera en el ambiente: eucaliptos, pinos, cedros, cipreses, acacias, álamos, sauces, ligustros, casuarinas, plátanos, olmos, fresnos y robles. En la ciudad existe la reserva natural de Laguna de los Padres, la Reserva Natural Provincial La Restringa del Faro de Punta Mogotes, La Reserva Turística y Forestal Paseo Costanero Sur, y barrios tomados como reservas forestales, siendo los más conocidos el Bosque de Peralta Ramos y Sierra de Los Padres. Por otro lado, en muchas de estas áreas hay una reserva importante de fauna la cual es importante preservar.^{xxx}



Figura 96. Imágenes de algunas especies de izq a der: oruga de mar (*Cakilemaritima*), espartillo (*Spartina densiflora*), totora (*Typha latifolia*), Vara Dorada (*Solidago chilensis*).

Según recomendaciones del sector de arbolado del Municipio de General Pueyrredón, para zonas costeras se recomiendan las siguientes especies arbóreas: Dracena (*Cordyline australis*), Siempre verde (*Myoporum laetum*), Acacia (*trineris*), Acacia *longifolia*, Aromo (*Acacia dealbata*) y también algunas otras de las más idóneas en veredas anchas; según exigencias municipales es obligatorio mínimo 2 árboles cada 10m de frente de parcela. Para el caso de la implantación del edificio se propone ante todo preservar el terreno natural lo más posible, destinar superficies semipermeables para la circulación general e incluso estacionamientos en planta baja, y el resto del terreno plantar árboles en posiciones estratégicas que colaboren en el microclima a nivel peatonal al menos y utilizar la clase de especies mencionadas anteriormente en un diseño centrado en conservar el ecosistema natural incluso agreste del paisaje circundante al edificio.



Figura 97. De izq a derecha: Dracena (*Cordyline australis*), Aromo (*Acacia dealbata*) y Siempre verde (*Myoporum laetum*). Y sistema de riego por exudación microporoso.

En cuanto al mantenimiento, como se mencionó, es importante preservar el agua potable por lo cual se propone un sistema de riego controlado, el cual puede contar con sensores de lluvia y humedad para estimar necesidades o no de riego aprovechando las condiciones naturales. El sistema a emplear puede ser el riego por exudación, similar al de goteo, comprende un tubo semienterrado con múltiples perforaciones el cual cuando está lleno, comienza a exudar el líquido al exterior; esta es una de las técnicas que permite mayores ahorros^{xxxi}. Igualmente, la idea es efectuar el riego durante la noche y de acuerdo a la época del año, siendo en verano la mayor demanda, se presupone una baja demanda semanal de acuerdo a las especies seleccionadas.

DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DEL CASO MEJORADO

Diseño de las fachadas

En la fachada Este (Figura 98) de cara plena a la costa, se observa la incorporación de los parasoles verticales móviles- además de los horizontales- representados variando la apertura de los mismos; mientras que en la fachada Norte se presentan estos en la inclinada-izquierda del dibujo (Figura 99).



Figura 98. Fachada Este

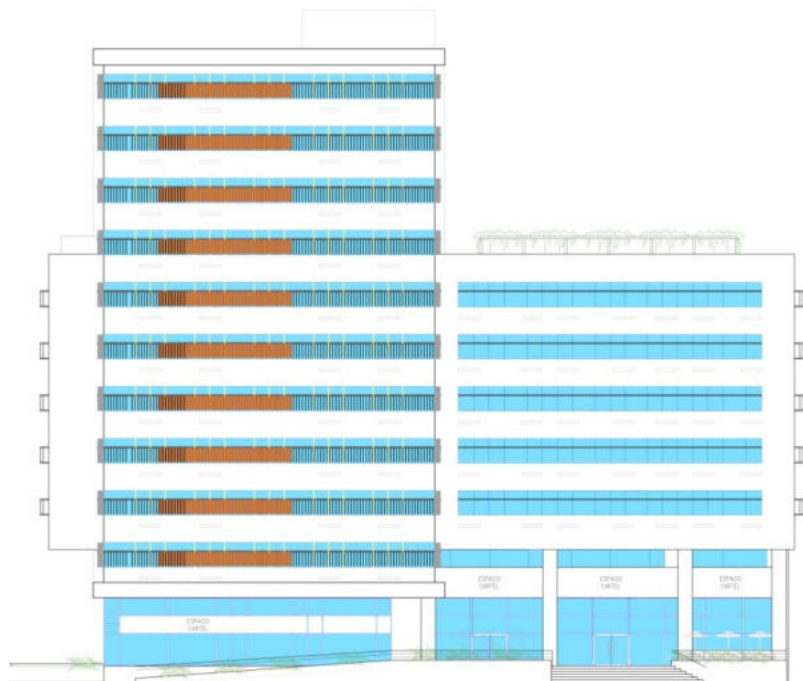


Figura 99: Fachada Norte.

En la fachada Oeste (Figura 100) se repite el recurso antes mencionado de los parasoles verticales móviles, además de los horizontales, para evitar el deslumbramiento y excesivo calor en las tardes estivales.



Figura 100: Fachada Oeste

En la fachada Sur (Figura 101) no se utilizan ningún tipo de parasol, pero si deberá asegurarse la aislación térmica. La fachada es similar a la original.



Figura 101: Fachada Sur

Asoleamiento - Esquema general y propuesta en el edificio en base a necesidades

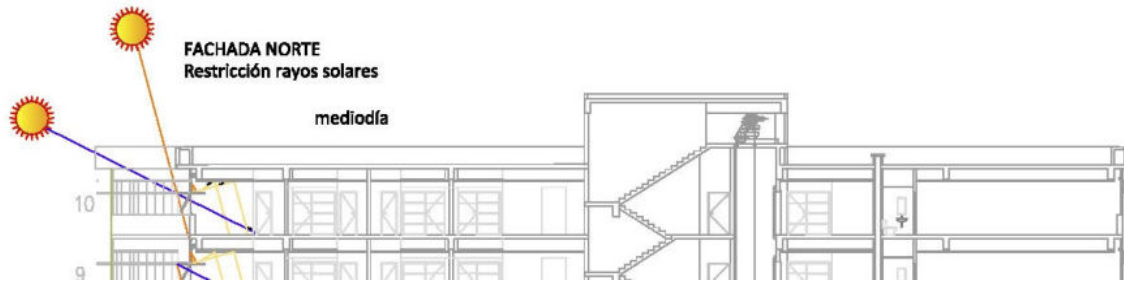


Figura 102: Radiación en fachada norte. Sector del corte A-A.

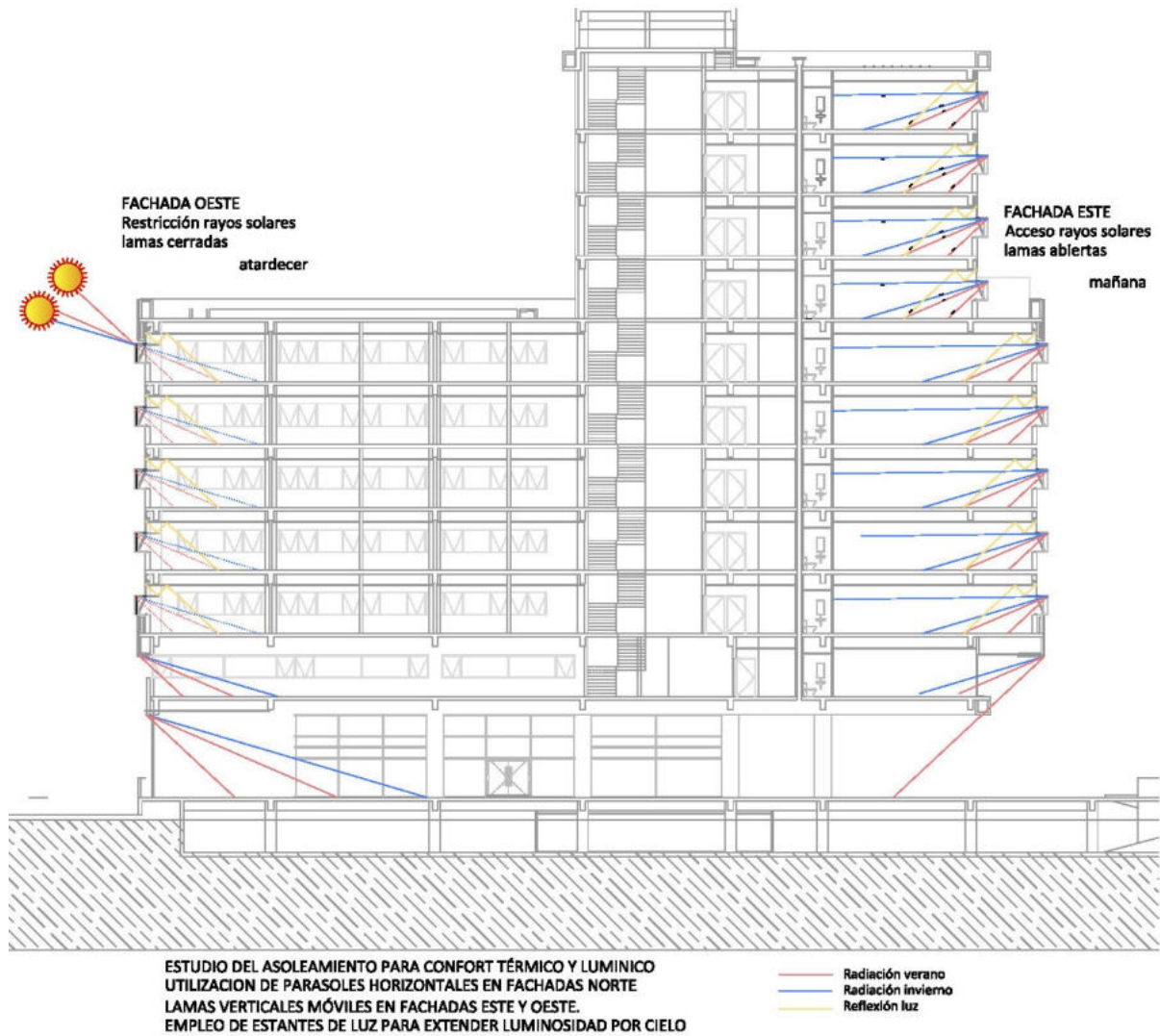


Figura 103: Radiación en fachadas laterales Este y Oeste. Corte B-B

Ventilación - Esquema general de funcionamiento propuesto para el edificio

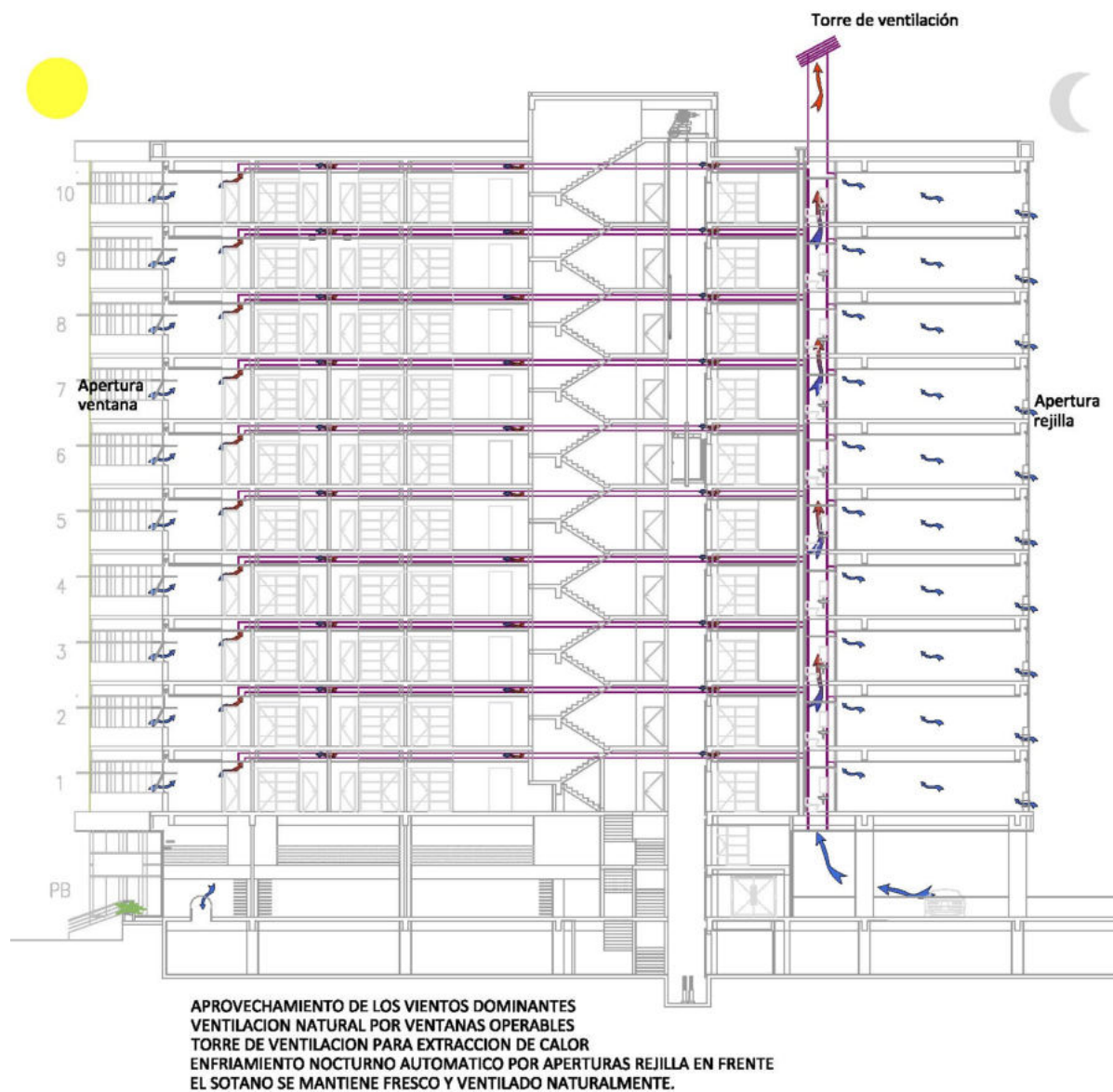


Figura 104: Ventilación Natural y forzada. Corte A-A

Climatización artificial - Esquema general de funcionamiento propuesto para el edificio

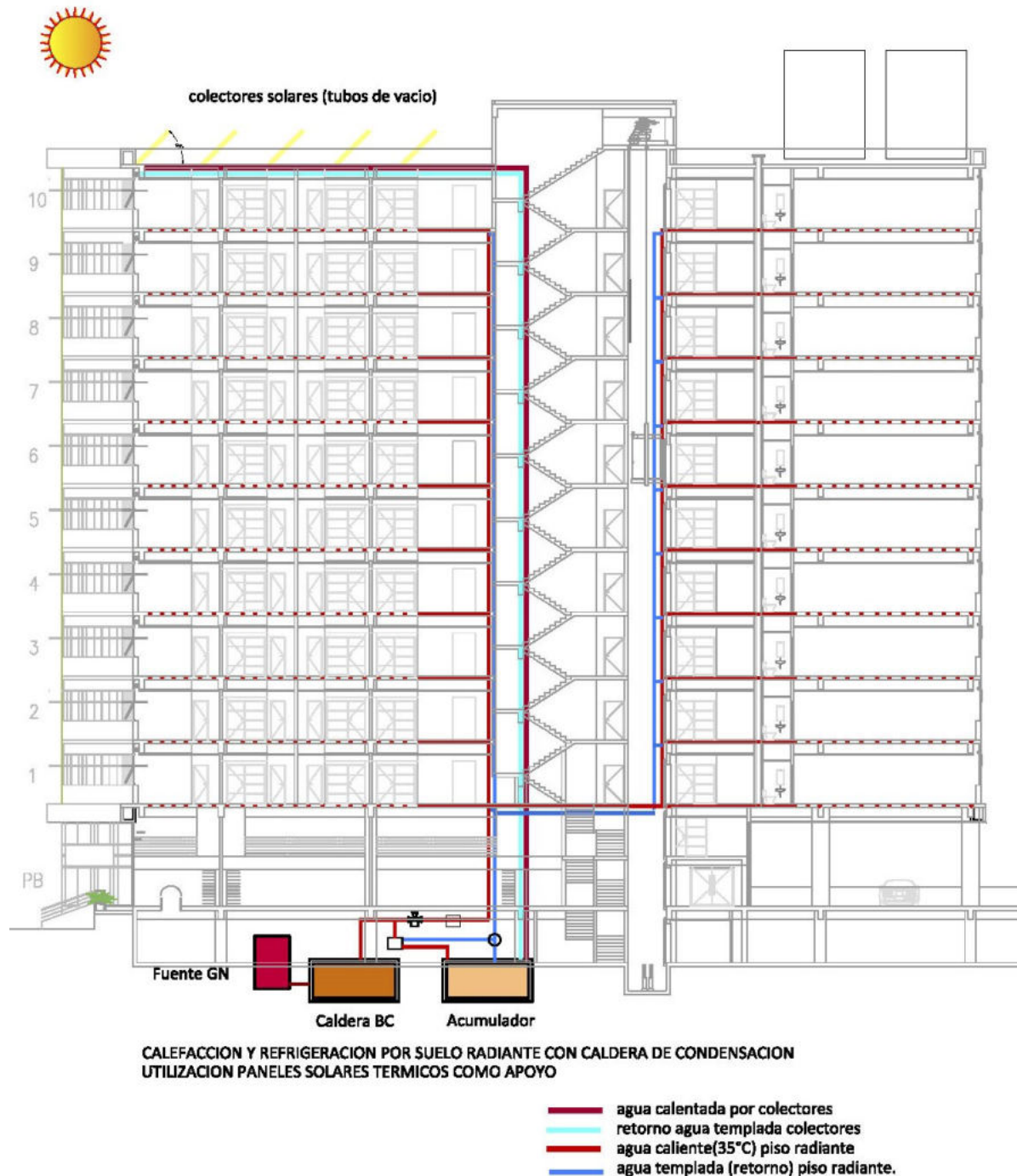


Figura 105: Climatización

Agua - Esquema propuesta utilización y ahorro

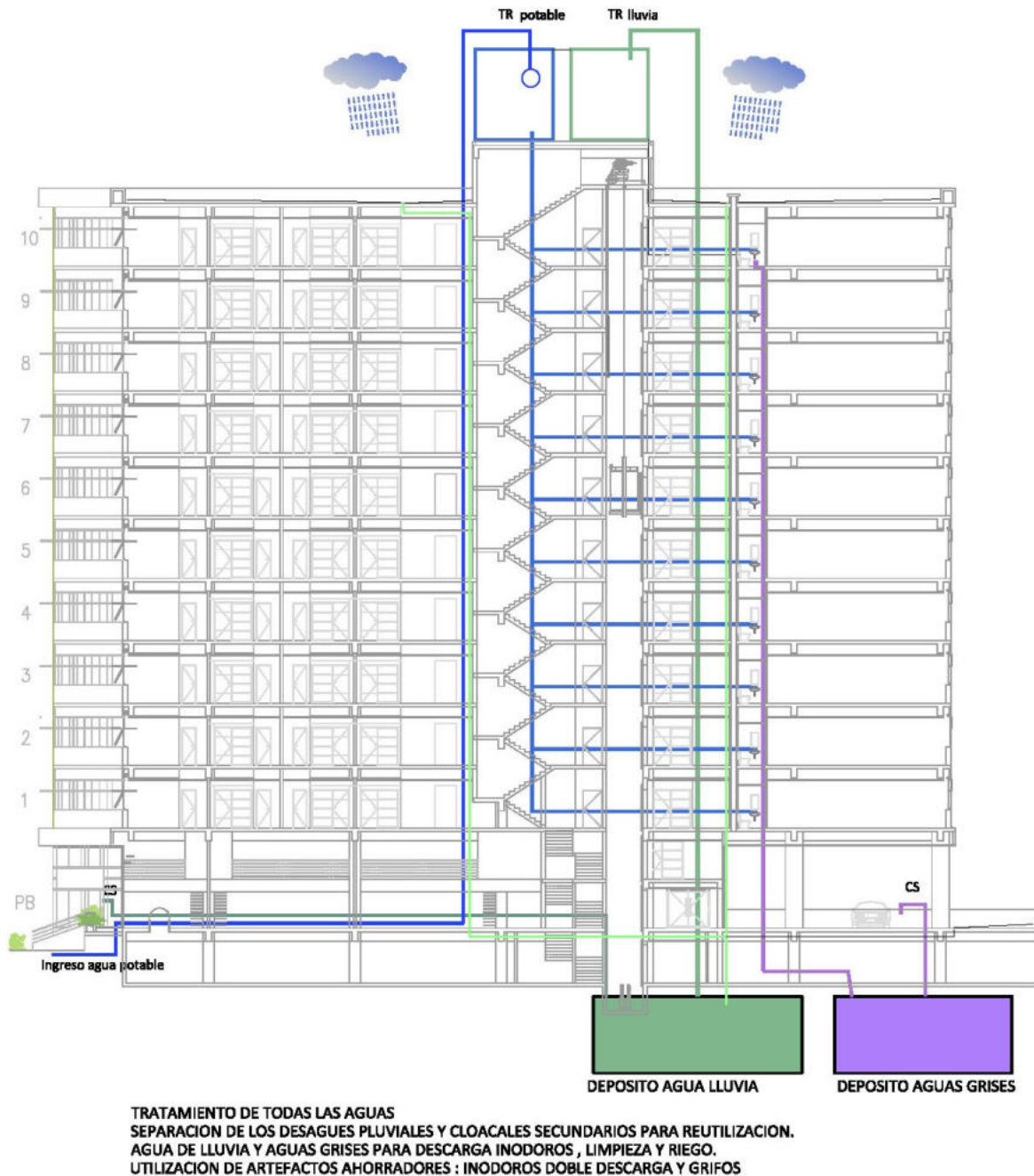


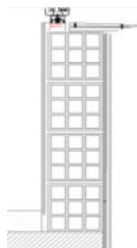
Figura 106. Reciclado y tratamiento de las aguas.

DEMOSTRACIÓN CUANTITATIVA

Análisis de la envolvente: transmitancia térmica

Como primera medida se analiza el edificio respecto de las normas IRAM 11601, 11605 de acondicionamiento higrotérmico. La transmitancia térmica de los sistemas constructivos de muros y techos deberán cumplir con las normas del K admisible para la situación de verano e invierno. Se aspira a un rango intermedio entre los valores A y B de dicha norma. Como primera instancia mostramos el resultado del análisis del modelo original, observando que tales resoluciones constructivas no cumplen con la norma y a continuación, nuestra propuesta mejorada. También el cálculo del coeficiente G global de pérdidas en toda la envolvente (superficies murarias, carpinterías, techos y pisos) de la norma 11604 para el caso sin y con DAC, comparando las tablas de pérdidas y lo mismo trasladado a la carga térmica necesaria para calefacción.

Análisis de los cerramientos en modelo original: Muro

CALCULO DE COEFICIENTE K DE CERRAMIENTOS					
normas IRAM 11601 y 11605					
1- Elemento					
paredes exteriores					
2- Forma constructiva					
ladrillos huecos					
3- Orientación					
N,S,E,O					
4- Sentido flujo del calor	horizontal				
5- Zona Bioambiental	IV templada fría				
6- Resistencia T sup.	7- Esp	8- Cond.	9- Rt	10- Dens.	11- Peso
	e	λ	e/λ	δ	$e \times \delta$
	m	W/m°C	m ² °C/W	kg/m ³	kg/m ²
RSI			0,13		
pínt. Latex interior	—	—	—		
empaste interior yeso	0,005		0,0125		
revoque grueso+ fino	0,015	0,93	0,0161	1900	28,5
ladrillo hueco 18	0,180		0,41		
aislación hidrofuga	0,010	1,16	0,0086	1900	19
revoque grueso + fino	0,015	1,16	0,0129	1900	28,5
pintura acrílica					
RSE			0,04		

12 **0,63** (m²°C/W)

K13 **1,59** (W/m²°C)

14 **76** (kg/m²)

		A	Prom	B	
15	INV muro	0,32	0,60	0,87	(W/m ² °C)
15	VERA muro	0,50	0,88	1,25	(W/m ² °C)

16 **1,59 > 0,60**
k PROYECTO > K.ADM

Tabla 7. Planilla de cálculo del coeficiente k de transmitancia térmica del muro original.
 ESPECIALIZACIÓN EN ARQUITECTURA Y HÁBITAT SUSTENTABLE - FAU UNLP

Analizando las capas componentes del muro original, se observa que el valor resultante K de $1.59\text{W/m}^2\text{°C}$ es mayor que el admisible al rango B de confort térmico para invierno $0.8759\text{W/m}^2\text{°C}$, además se pretende obtener un valor en un rango promedio entre A y B, $0.60\text{W/m}^2\text{°C}$ en este caso.

Análisis de los cerramientos en modelo original: Techo

CALCULO DE COEFICIENTE K DE CERRAMIENTOS					
normas IRAM 11601 y 11605					
1- Elemento	<p>Esquema del sistema constructivo</p>				
2- Forma constructiva					
3- Orientación					
4- Sentido flujo del calor					
5- Zona Bioambiental					
6- Resistencia T sup.	7-e	8- coef C	9-Rt	10- D	11- peso
	m	W/m ² C	m ² C/W	kg/m ³	kg/m ²
RSI			0,1		
placa de yeso suspendida	0,0125	0,31	0,0403		
camara no ventilada	0,6		0,14		
losa nervurada H°A°	0,1	1,63	0,0613	1900	190
contrap. H° de cascotes	0,075	0,76	0,0987	1400	
carpeta	0,02	1,13	0,0177	1100	22
membrana PVC	0,005	0,17	0,0294	1100	5,5
RSE			0,04		

0,2	12	0,53 (m ² C/W)				
K13	1,90	(W/m ² C)				
14	217,5	(kg/m ²)				
	A	Prom	B			
15	INV	techo	0,28	0,5	0,72	(W/m ² C)
15	VERA	techo	0,19	0,34	0,48	(W/m ² C)
16	1,90 > 0,34					
	k PROYECTO > k ADM					

Tabla 8. Planilla de cálculo del coeficiente k de transmitancia térmica del techo original.

En el caso de la cubierta, los cálculos a verificar se hacen para la situación de verano, con un valor admisible promedio establecido en $0.34\text{W/m}^2\text{°C}$. También para la resolución de la losa nervurada planteada originalmente, el valor k resultante $1.90\text{W/m}^2\text{°C}$ es mayor que el admisible estipulado, por lo tanto no cumple con la norma.

Análisis de los cerramientos en modelo original: entrepisos, tabiques interiores y carpinterías.

6- Resistencia T sup. entrepiso interiores	7-e	8- coef C	9-Rt	10-D	11- peso
	m	W/m°C	m ² C/W	kg/m ³	kg/m ²
RSI			0,1		
losa nervurada H*A*	0,1	1,63	0,061	1900	209
bv					
soporte EPS piso radiante	0,035	0,034	1,029		
contrap. H° cascotes	0,045	0,76	0,059	1400	
carpeta hidrófuga	0,02	1,13	0,018	1100	22
cerámicas	0,005	0,7	0,007	1100	5,5
RSI			0,1		

$$0,205 \quad 12 \quad 1,37 \text{ (m}^2\text{C/W)}$$

$$K13 \quad 0,73 \text{ (W/m}^2\text{C)}$$

Tabla 9. Planilla de cálculo del coeficiente k del entrepiso en interiores.

6- Resistencia T sup. Entrepiso al exterior	7-e	8- coef C	9-Rt	10- D	11- peso
	m	W/m°C	m ² C/W	kg/m ³	kg/m ²
RSE			0,04		
losa nervurada H*A*	0,1	1,63	0,061	1900	209
bv					
soporte EPS piso radiante	0,035	0,034	1,029		
contrap. H° cascotes	0,045	0,76	0,059	1400	
carpeta hidrófuga	0,02	1,13	0,018	1100	22
cerámicas	0,005	0,7	0,007	1100	5,5
RSI			0,17		

$$0,205 \quad 12 \quad 1,38 \text{ (m}^2\text{C/W)}$$

$$K13 \quad 0,72 \text{ (W/m}^2\text{C)}$$

Tabla 10. Planilla de cálculo del coeficiente k del entrepiso en contacto con exterior (semicubierto PB).

6- Resistencia T sup.	7-Esp	8- Cond.	9-Rt	10- Dens.	11- Peso
	e	λ	e/λ	δ	e x δ
	m	W/m°C	m ² C/W	kg/m ³	kg/m ²
RSI			0,13		
pint. Latex interior	—	—	—		
empaste interior yeso	0,005		0,0125		
monocapa duo	0,015	0,93	0,0161		
ladrillo hueco 12	0,120		0,36		
monocapa duo	0,015	0,93	0,0161		
empaste interior yeso	0,005		0,0125		
pint. Latex interior	—	—	—		
RSI			0,13		

$$0,16 \quad 0,68 \text{ (m}^2\text{C/W)}$$

$$K \quad 1,48 \text{ (W/m}^2\text{C)}$$

Tabla 11. Planilla de cálculo del coeficiente k del tipo de tabiques interiores del modelo original.

Las carpinterías, como se mencionó en el apartado de la propuesta constructiva original, son ventana simple con perfil de aluminio y un solo vidrio, con un k equivalente a 5.8 w/m²°C (Tabla A.1 norma IRAM 11507-4).

Categoría de aislación	Transmitancia térmica, K (en W/m ² K)
K ₁	K < 1,0
K ₂	1,0 ≤ K ≤ 1,5
K ₃	1,5 < K ≤ 2,0
K ₄	2,0 < K ≤ 3,0
K ₅	3,0 < K ≤ 4,0
No clasificable	K > 4,0

Tipología	Transmitancia térmica (K) de ventanas con perfilera de aluminio en [W/(m ² K)]			
	Vidrio simple 6 (mm)	DVH 6-12-6 (mm)	DVH Low E 6-12-6 (mm)	DVH Low E c/argón 4-15-4 (mm)
Ventana simple sin ruptor de puente térmico	5,86	3,82	3,14	2,80
Ventana simple con ruptor de puente térmico	4,86	2,82	2,13 ⁽¹⁾	1,79
Doble ventana con ruptor de puente térmico	1,99	1,25	0,97 ⁽²⁾	0,83
Doble ventana con cortina de enrollar cerrada	1,52	1,05	0,84 ⁽³⁾	0,74

Tabla 12: Categoría aberturas según aislamiento.

Tabla 13: K Ventanas perfilera en aluminio. Norma IRAM 11507-4

Análisis de los cerramientos en modelo mejorado: Muro

CALCULO DE COEFICIENTE K DE CERRAMIENTOS					
normas IRAM 11601 y 11605					
1- Elemento <i>paredes exteriores</i>	<p>Esquema del sistema constructivo</p>				
2- Forma constructiva <i>pared doble + aislam.</i>					
3- Orientación					
4- Sentido flujo del calor <i>horizontal</i>					
5- Zona Bioambiental <i>IV templada fría</i>					
6- Resistencia T sup.	7- Esp	8- Cond.	9- Rt	10- Dens.	11- Peso
	e	λ	e/λ	δ	e x δ
	m	W/m°C	m ² C/W	kg/m ³	kg/m ²
RSI			0,13		
pínt. Latex interior	—	—	—		
empaste interior yeso	0,005		0,013		
Revoque monocapa duca	0,015	0,93	0,016	1900	28,5
ladrillo hueco cerámico	0,120		0,36	900	108
BV Pintura asfáltica	0,001	0,17	0,003	25	0,013
EPS media densidad	0,040	0,035	1,143	15	0,6
ladrillo macizo	0,120		0,13	1800	216
Azotado hidrófugo	0,010	1,13	0,009	1800	18
Revoque termoaislante	0,020	0,19	0,105	600	12
Pintura texturado ext	0,003				
RSE			0,04		

12 **1,95** (m²C/W)

k **0,51** (W/m²C) **383,1** (kg/m²)

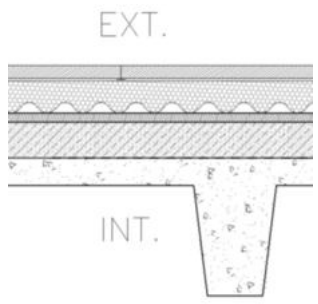
		A	Prom	B	
INV	muro	0,32	0,60	0,87	(W/m ² C)
VERA	muro	0,50	0,88	1,25	(W/m ² C)

16 **0,51 < 0,60**
k PROYECTO < k ADM

Tabla 14. Planilla de cálculo del coeficiente k de transmitancia térmica del muro mejorado.

El resultado del cálculo de transmitancia térmica de la versión mejorada del muro es de 0.51 W/m²°C siendo menor que el k admisible de 0.60 W/m²°C -establecido como promedio entre el rango A y B de confort térmico para invierno- por lo cual cumple holgadamente con la norma.

Análisis de los cerramientos en modelo mejorado: Techo

CALCULO DE COEFICIENTE K DE CERRAMIENTOS					
normas IRAM 11601 y 11605					
1- Elemento	 <p>Esquema del sistema constructivo</p>				
2- Forma constructiva					
3- Orientación					
4- Sentido flujo del calor					
5- Zona Bioambiental					
6- Resistencia T sup.	7-e	8- coef C	9- Rt	10- D	11- peso
	m	W/m ² °C	m ² °C/W	kg/m ³	kg/m ²
RSI			0,1		
placa de yeso suspendida	0,0125	0,31	0,04	600	
camara no ventilada	0,6		0,14		
losa nervurada H*A*	0,1	1,63	0,061	2400	240
BV	0,0005	0,17	0,003	1200	0,6
contrap. H+ EPS (pend. 3%)	0,075	0,08	0,938	300	22,5
carpeta hidrófuga	0,02	1,13	0,018	2000	40
EPS alta densidad (NEOTECH)	0,074	0,032	2,313	20	1,48
cámara de aire	0,03				0
baldoson de cemento puzolánico	0,03	0,44	0,068	600	18
RSE			0,04		

12 **3,72** (m²°C/W)

K13 **0,27** (W/m²°C)

14 **322,6** (kg/m²)

		A	Prom	B	
15	INV techo	0,28	0,5	0,72	(W/m ² °C)
15	VERA techo	0,19	0,34	0,48	(W/m ² °C)

16 **0,27 < 0,34**
k PROYECTO < k ADM

Tabla 15. Planilla de cálculo del coeficiente k de transmitancia térmica del techo mejorado.

Para la situación del techo, con la incorporación de aislación térmica, es notable el cambio reflejado en el valor del coeficiente de transmitancia térmica, el valor es de 0.27 W/m²°C siendo menor que el k admisible estipulado en 0.34 W/m²°C para verificar efectivamente en la situación verano.

Análisis de los cerramientos en modelo mejorado: Carpinterías, entresijos y tabiques interiores.

Tabla B.1 IRAM 11507-4 - Transmitancia térmica (K) de ventanas con perfilera de PVC ⁽⁴⁾

Tipología	Transmitancia térmica (K) de ventanas con perfilera de PVC [W/(m ² K)]			
	Vidrio simple 6 (mm)	DVH 6-12-6 (mm)	DVH low E 6-12-6 (mm)	DVH low E c/argon 4-15-4 (mm)
Ventana simple PVC de 2 cámaras	4,65	2,61	1,93	1,59
Ventana simple PVC de 3 cámaras	4,59	2,55	1,86 ⁽¹⁾	1,52
Ventana doble PVC de 3 cámaras	1,90	1,14	0,86 ⁽²⁾	0,71
Ventana doble PVC de 3 cámaras con cortina de enrollar cerrada	1,47	0,97	0,76 ⁽³⁾	0,64

(1) Ver B.3.2
(2) Ver B.3.3
(3) Ver B.3.4
(4) En referencia al valor de transmitancia térmica (K), cada fabricante debe aportar el valor correspondiente a su sistema y material para efectuar el cálculo de acuerdo con el ejemplo propuesto.
NOTA. Los valores de transmitancia térmica indicados resultan de cálculo teóricos.

Tabla 16. Datos del tipo de ventana y su transmitancia térmica (k) obtenidos de la norma para aberturas en PVC.

6- Resistencia T sup.	7-Esp	8- Cond.	9-Rt	10- Dens.	11- Peso
	e	λ	e/λ	δ	e x δ
	m	W/m°C	m ² C/W	kg/m ³	kg/m ²
RSI			0,13		
pínt. Latex interior	—	—	—		
empaste interior yeso	0,005		0,0125		
monocapa duo con eps	0,015	0,93	0,0161	1900	28,5
ladrillo hueco 8	0,080		0,23		
placa fonoabsorbente	0,035		1,1		
ladrillo hueco 8	0,080		0,23		
revoque grueso + fino	0,015	0,93	0,0161	1900	28,5
empaste interior yeso	0,005		0,0125		
pínt. Latex interior	—	—	—		
RSI			0,13		

0,235

1,88 (m²C/W)

K 0,53 (W/m²C)



Tabla 17. Planilla de cálculo del coeficiente k del tabique interior propuesto.

6- Resistencia T sup.	7-e	8- coef C	9-Rt	10- D	11- peso
piso en contacto ext	m	W/m°C	m ² C/W	kg/m ³	kg/m ²
RSE			0,04		
placa de yeso suspendida	0,0125	0,31	0,0403	600	
camara no ventilada	0,1		0,18		
eps media densidad	0,03	0,035	0,8571		
losa nervurada H ^o A ^o	0,1	1,63	0,0613	1900	209
soporte EPS piso radiante	0,035	0,034	1,0294		
contrap. H ^o cascotes	0,045	0,76	0,0592	1400	
carpeta hidrófuga	0,02	1,13	0,0177	1100	22
cerámicas	0,005	0,7	0,0071	1100	5,5
RSI			0,17		

0,3475

12 2,46 (m²C/W)

K13 0,41 (W/m²C)



Tabla 18. Planilla de cálculo del coeficiente k de transmitancia térmica del entresijo en contacto con el exterior

VERIFICACIÓN DE LA CONDENSACIÓN SUPERFICIAL E INTERSTICIAL. NORMA IRAM 11625

Como se mencionó en la introducción del análisis climático de la zona, se hace imperiosa la necesidad de evitar la condensación, por tanto, deben examinarse los componentes de las propuestas constructivas en techos y muros. Se emplea el diagrama psicrométrico (Figura 108), donde se relacionan la temperatura, la humedad, presión atmosférica y la temperatura de rocío. La temperatura de diseño interior es 20°C (rango B de confort higrotérmico para invierno), la temperatura mínima de diseño exterior para Mar del Plata es -4,4°C, y la HR exterior se considera siempre 90%, mientras que el valor de la HR interior se obtiene del diagrama siendo 62% (Figura 107). En la planilla del cálculo de condensación se han agregado los datos que permiten calcular la resistencia al vapor de cada uno de los materiales. Se han realizado los cálculos manualmente y luego se verificaron con el programa CEEMACON (Gonzalo, 2003). Primero se calcula la caída de temperatura:

Cálculo caída de temperatura muro:

$$\Delta T = T_{id} - T_{ed} \quad 20^{\circ}\text{C} - (-4,4^{\circ}\text{C}) = 24,4^{\circ}\text{C}$$

$$\tau = (R_{si} \times \Delta T) / R_t \quad (0,13 \times 24,4) / 1,941 = 1,63^{\circ}\text{C}$$

$$\Theta = T_{id} - \tau \quad 20^{\circ}\text{C} - 1,63^{\circ}\text{C} = 18,37^{\circ}\text{C}$$

Cálculo caída de temperatura techo:

$$\Delta T = T_{id} - T_{ed} \quad 20^{\circ}\text{C} - (-4,4^{\circ}\text{C}) = 24,4^{\circ}\text{C}$$

$$\tau = (R_{si} \times \Delta T) / R_t \quad (0,10 \times 24,4) / 3,891 = 0,63^{\circ}\text{C}$$

$$\Theta = T_{id} - \tau \quad 20^{\circ}\text{C} - 0,63^{\circ}\text{C} = 19,37^{\circ}\text{C}$$

Con estos datos, se entra en el diagrama psicrométrico y se obtiene el valor de la presión de vapor y temperaturas de rocío y se realiza una primera observación para chequear la condensación superficial, en la planilla correspondiente al muro y al techo, observando en este caso no existe.

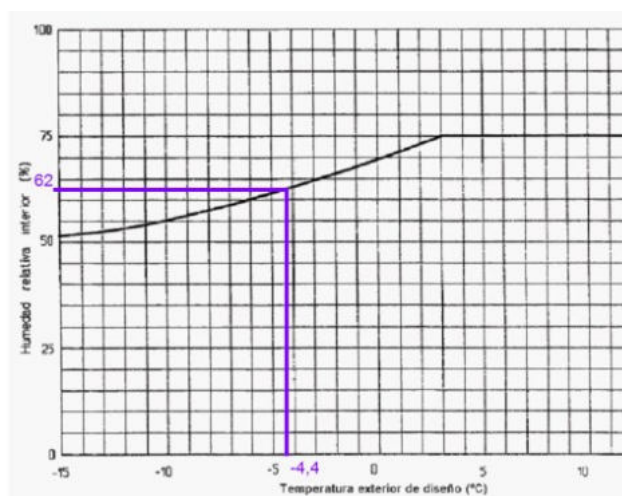


Figura 107. Diagrama obtención de la humedad relativa interior a partir de la TDMIN.

Entonces se analizan las capas sucesivas del muro (Tabla 19 y Tabla 20) y del techo proyectado (Tabla 21 y Tabla 22), para identificar si existirá algún riesgo de condensación superficial e intersticial. Los valores de las temperaturas interiores deben ser mayores que las temperaturas de rocío para que no exista condensación, y el pasaje del vapor con la presión, no termine afectando al cerramiento previsto.

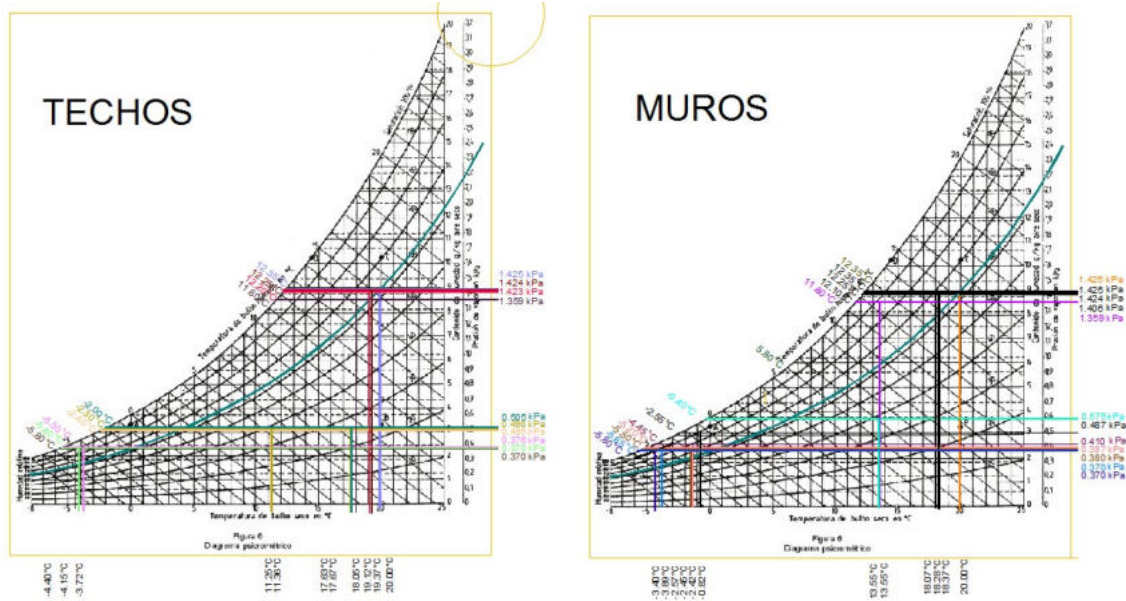


Figura 108. Diagrama psicrométrico para obtención de valores presión y caída de temperatura (muros y techos).

Verificación de la condensación intersticial en muros

RIESGO DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL - FORMA CONSTRUCTIVA MURO										
I CAPAS	2-e	3-λ	4- R	5-T	6- δ	7- Rv	8- HR	9- P	10-Tr	11-ΔT
	Espesor	Conduct	Res. Térm.	Temp.	Permeab	Resist.vap		Presión	T. rocío	≠ Temp.
	m	m°C/W	m²°C/W	°C	g/mhkPa	m²hkPa/g	%	kPa	°C	°C
Temp interior de diseño				20,00			62	1,425	12,35	7,65
RSI			0,130				-			0,00
pintura latex interior				18,37			-	1,425	12,35	6,02
empaste interior yeso	0,0030	0,400	0,008	18,28	0,110	0,027	-	1,424	12,25	6,03
revoque monocapa duo	0,0150	0,930	0,016	18,07	0,044	0,341	-	1,406	12,10	5,97
lad hueco cerámico 12	0,1200		0,360	13,55	0,130	0,923	-	1,359	11,60	1,95
BV pintura asfáltica			0,000	13,55	0,065	15,380	-	0,575	-0,40	13,95
EPS media densidad	0,0400	0,035	1,143	-0,82	0,023	1,739	-	0,487	-2,55	1,73
lad. macizo 12	0,1200		0,130	-2,45	0,080	1,500	-	0,410	-4,45	2,00
azotado hidrófugo	0,0100	1,130	0,009	-2,57	0,022	0,455	-	0,387	-5,20	2,63
rev ext termoaislante	0,0200	0,190	0,105	-3,89	0,150	0,133	-	0,380	-5,50	1,61
pintura texturada	0,0030			-3,89	5,000	0,200	-	0,370	-5,65	1,76
RSE			0,040				-			
aire exterior				-4,40			90	0,370	-5,80	

RT	Δt	Perm	Rv	Δp
1,94	24,4	5,62	20,70	1,06

Tabla 19. Cuadro demostrativo de las capas del muro y análisis del riesgo de condensación intersticial.

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0,54	0,51		
K mínimo	2,00	1,50	2,40	SI VERIFICA
K recomendado	1,25	0,85	1,50	SI VERIFICA
K ecológico	0,50	0,32	0,60	NO VERIFICA

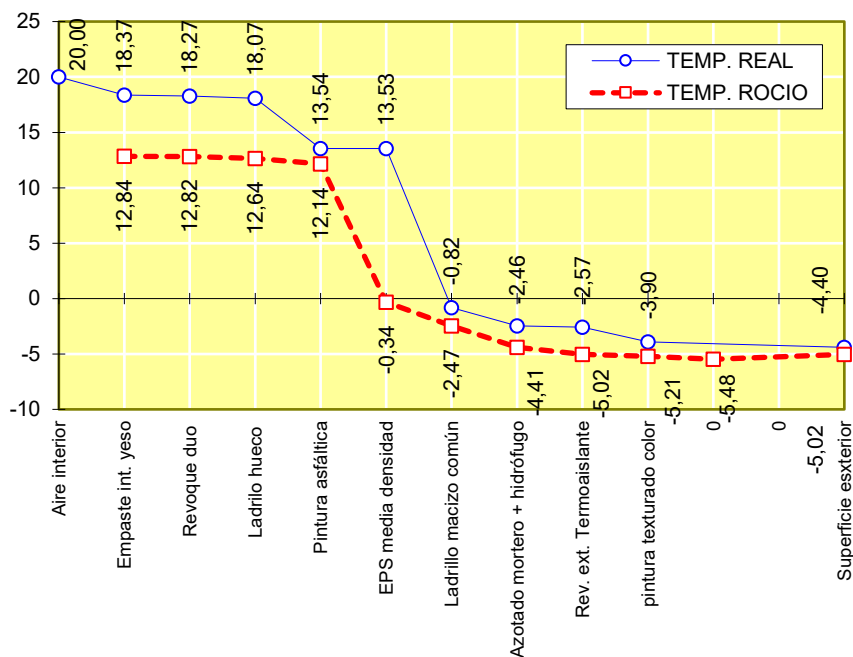
VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1,47	
Presión de vapor exterior	kPa	0,39	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	24,40	
Resistencia superficial interior	m ² .K/W	0,17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	2,09	
Temperatura de la superficie interna	°C	17,91	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	12,84	NO CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	20,00		
Empaste int. yeso	18,37	12,84	NO CONDENSA
Revoque duo	18,27	12,82	NO CONDENSA
Ladrillo hueco	18,07	12,64	NO CONDENSA
Pintura asfáltica	13,54	12,14	NO CONDENSA
EPS media densidad	13,53	-0,34	NO CONDENSA
Ladrillo macizo común	-0,82	-2,47	NO CONDENSA
Azotado mortero + hidrófugo	-2,46	-4,41	NO CONDENSA
Rev. ext. Termoaislante	-2,57	-5,02	NO CONDENSA
pintura texturado color	-3,90	-5,21	NO CONDENSA
0	#N/A	-5,48	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie exterior	-4,40	-5,02	NO CONDENSA
Aire exterior	-4,40		

Tabla 20. Cuadro demostrativo de las capas del muro y análisis del riesgo de condensación intersticial (programa CEEMACON).



Tanto en el primer cuadro de acuerdo a la norma como en el del programa CEEMACON(ver anexo A), se observa que no existe condensación en ninguna de las capas del muro; se representa la caída de temperatura de dicho programa donde verifica tal afirmación.

Verificación de la condensación superficial e intersticial en techos:

RIESGO DE CONDENSACIÓN INTERSTICIAL - FORMA CONSTRUCTIVA TECHO										
1 CAPAS	2-e	3-λ	4- R	5-T	6- δ	7- Rv	8- HR	9- P	10-Tr	11-ΔT
	Espesor	Conduct	Res. Térm.	Temp.	Permeab	Resist.vap		Presion	T. rocío	≠Temp.
	m	m°C/W	m ² °C/W	°C	g/mhkPa	m ² hkPa/g	%	kPa	°C	°C
Temp interior de diseño				20,00			62	1,425	12,35	7,65
RSI			0,100				-			0,00
				19,37			-	1,425	12,35	7,02
placa de yeso	0,0125	0,310	0,040	19,12	0,110	0,114	-	1,424	12,25	6,87
cámara no ventilada	0,6000		0,170	18,05		0,063	-	1,423	12,20	5,85
losa de Hormigon armado	0,1000	1,630	0,061	17,67	0,020	5,000	-	1,359	11,60	6,07
BV techado asfáltico	0,0010	0,170	0,006	17,63	0,015	66,667	-	0,505	-2,00	19,63
Contrapiso alivianado	0,0800	0,080	1,000	11,36	0,150	0,533	-	0,498	-2,30	13,66
Carpeta hidrófuga	0,0200	1,130	0,018	11,25	0,070	0,286	-	0,495	-2,45	13,70
placas EPS altadensidad	0,0740	0,031	2,387	-3,72	0,008	9,250	-	0,376	-5,50	1,78
Baldosas cemento puzzolani	0,0300	0,440	0,068	-4,15	0,060	0,500	-	0,370	-5,60	1,45
							-			
RSE			0,040				-			
aire exterior				-4,40			90	0,370	-5,80	

RT	Δt	Perm	Rv	Δp
3,891	24,4	0,433	82,412	1,06

Tabla 21. Cuadro demostrativo de las capas del techo y análisis del riesgo de condensación intersticial.

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0,26	0,26		
K mínimo	0,76	1,00	0,99	SI VERIFICA
K recomendado	0,48	0,71	0,62	SI VERIFICA
K ecológico	0,19	0,27	0,25	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1,47	
Presión de vapor exterior	kPa	0,39	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	24,40	
Resistencia superficial interior	m ² .K/W	0,17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1,05	
Temperatura de la superficie interna	°C	18,95	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	12,84	NO CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	20,00		
Placa yeso	19,37	12,84	NO CONDENSA
Cámara no ventilada	19,12	12,82	NO CONDENSA
Losa H A	18,05	12,70	NO CONDENSA
Techado asfáltico	17,67	12,02	NO CONDENSA
Contrapiso alivianado	17,63	-2,04	NO CONDENSA
Carpeta hidrofuga	11,36	-2,21	NO CONDENSA
Placa Neotech (alta densidad)	11,25	-2,29	NO CONDENSA
Baldosas cemento puzzol	-3,72	-5,31	NO CONDENSA
0	-4,15	-5,48	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie exterior	-4,40	-5,31	NO CONDENSA
Aire exterior	-4,40		

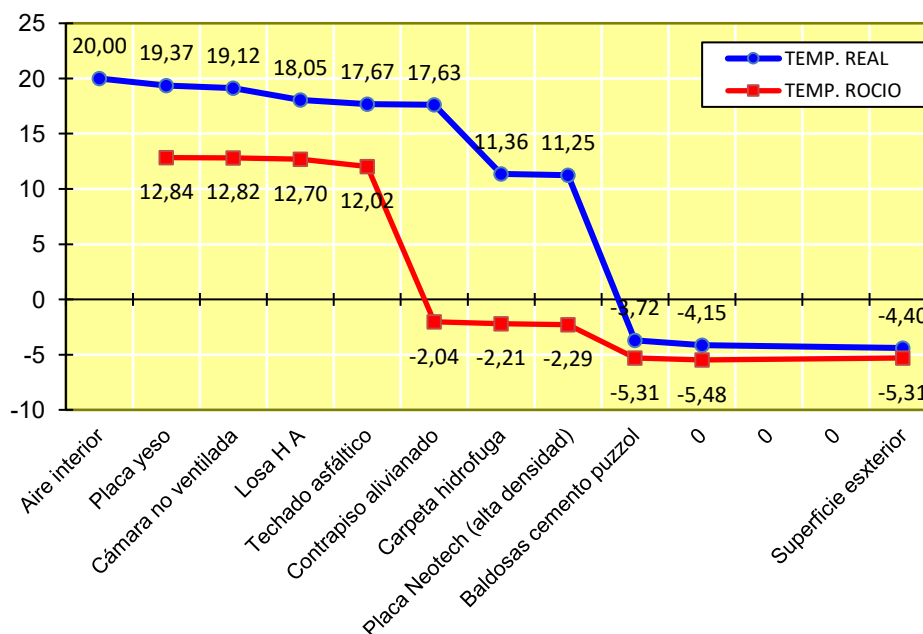


Tabla 22. Cuadro demostrativo de las capas del techo y análisis del riesgo de condensación intersticial.

También se realizaron las 2 verificaciones, manualmente y mecánicamente con el programa CEEMACON (ver anexo A) para el caso del techo y no existe condensación en ninguna de las capas.

AHORRO EN CALEFACCIÓN - CALCULO COEFICIENTE VOLUMÉTRICO G

El coeficiente global de pérdidas térmicas G es la cantidad de energía térmica que pierde un local calefaccionado por unidad de volumen, por unidad de tiempo y por cada grado de diferencia de temperatura en estado estacionario. Básicamente se cuantifican las pérdidas de calor por transmisión por la envolvente e infiltración por el ingreso de aire para ventilación.

Para verificar, el valor resultante Gcal (cálculo) deberá ser menor que el Gadm (admisible) para esta región; teniendo en cuenta las temperaturas medias de la ciudad, el volumen interior a considerar y los grados día mes. Para Mar del Plata se calcularon los GDM para alcanzar los 20°C, que son 2180.75 . Se utiliza la tabla 3 de la norma 11604, teniendo en cuenta que es para edificios, pero con 20% de superficies vidriadas.

Tabla 3 - Valores admisibles (G_{adm}) para edificios con área envolvente vidriada ≤ 20 %

Volumen calefaccionado (m ³)	Grados días de calefacción (°D)											
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	2000	2500	3000	4000	5000
10000	1,128	1,114	1,105	1,099	1,093	1,088	1,083	1,079	1,067	1,050	1,035	0,988
15000	1,106	1,092	1,084	1,078	1,073	1,068	1,064	1,060	1,048	1,031	1,017	0,972
20000	1,093	1,080	1,072	1,066	1,061	1,056	1,052	1,048	1,037	1,021	1,007	0,963
25000	1,084	1,071	1,063	1,058	1,053	1,048	1,044	1,040	1,029	1,013	1,000	0,957
30000	1,077	1,064	1,057	1,052	1,047	1,042	1,038	1,035	1,023	1,008	0,994	0,952
35000	1,072	1,059	1,052	1,047	1,042	1,038	1,034	1,030	1,019	1,003	0,990	0,948
40000	1,068	1,055	1,048	1,043	1,039	1,034	1,030	1,026	1,016	1,000	0,987	0,945

Tabla 23. Fragmento de la tabla con indicadores para determinar G_{adm}. Norma 11604

Para obtener el coeficiente volumétrico G_{adm} admisible se realiza una interpolación de los valores cercanos, a partir del cálculo siguiente (Tabla 24) resultando el G admisible 1.025

$$\text{cálculo G adm} = \frac{X = X_0 + (X_1 - X_0) \cdot (X - X_0)}{X_1 - X_0}$$

VOL. CALEF.	gradosdías		
m3	2000	2180,75	2500
35000	1,023		1,013
38074	1,022	1,02561	1,011
40000	1,021		1,010

Tabla 24. Interpolación para obtener el coeficiente G admisible para el volumen del caso de estudio y los GDM.

Fórmula para el cálculo

$$G_{cal} = \frac{\sum K_m \times S_m + \sum K_v \times S_v + \sum K_t \times S_t + \sum Per \times P_p + 0,35 \times N}{V}$$

G_{cal} coeficiente volumetrico del edificio calefaccionado (W/m³.k)

K_m transm.térmica cerramientos opacos al ext.(W/m².k)

S_m superficie int. de los cerramientos opacos(m²)

K_v transmitancia térmica cerramientos no opacos al ext (aberturas)(W/m³.k)

S_v superficie interior cerramientos no opacos(m²)

K_t transmitancia térmica cerramientos hacia locales no calefaccionados(W/m³.k)

S_t superficie interior cerramientos lindantes (m²)

Per perimetro del piso en contacto ext.(m)

P_p pérdidas por piso en contacto ext. suelo (W/m.k)

V volumen a calefaccionar (m³)

0,35 capacidad específica del aire

n numero de renovaciones promedio por hora

Primero se consideró al edificio en su totalidad, para obtener una idea de su comportamiento global según las resoluciones constructivas del modelo original y el porcentaje inicial de superficies opacas y vidriadas (Tabla 25). Luego se realizaron los cálculos de pérdidas globales pero reduciendo la superficie vidriada -aumentando la cantidad de muros en antepechos- manteniendo las mismas características constructivas y sus valores de transmitancia (Tabla 26). De tales resultados se observa que no verifica el G de cálculo respecto del G admisible. Finalmente se confeccionaron los cómputos para el modelo con la alternativa mejorada con las modificaciones constructivas y la reducción de superficies vidriadas, y en este caso si verifica la norma (Tabla 27).

Cálculo del Coeficiente G en modelo original

CALCULO DEL COEF GLOBAL DE PERDIDAS TERMICAS G - norma IRAM 11604/2001					
Localidad y Prov.: Mar del Plata, Bs As			Zona bioclimática: IV templado frio		
Sup. Total (m2)	14644	Volumen (m3)	38074	G cal adm.	1,025
Alt. Local (m)	2,6	Renov/hora	2	GDM 20°C	2180,75
OPCION sin DAC					
CERRAMIENTOS OPACOS EXT (muros, techos, entrepisos al extrior)					
Elemento	Descripción	sup (m2)	coef	k (W/m²°C)	Pérdidas(W/°C)
muros	simple	1264,31	1	1,59	2010,25
techo plano	sin aisl.	1491,82	1	1,9	2834,46
entrepiso	sin aisl.	579,79	1	0,72	417,45
Sumatoria pérdidas cerramientos opacos					5262,16
CERRAMIENTOS NO OPACOS EXT (aberturas)					
Elemento	Descripción	sup (m2)	coef	k (W/m²°C)	Pérdidas(W/°C)
aberturas	simple alum	3978,35	1	5,8	23074,43
Sumatoria pérdidas no opacos					23074,43
OTROS CERRAMIENTOS (entrepisos s/sótanos o muros lindantes con espacio no calef.)					
Elemento	Descripción	sup (m2)	coef	k (W/m²°C)	Pérdidas(W/°C)
entrepiso	losa y eps	912,03	0,5	0,72	328,33
Sumatoria pérdidas otros					328,33
PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO					
Descripción		Perímetro (m)	Pp	Pérdidas(W/°C)	
piso s/sótano losa y eps		100	1,38	138	
PERDIDAS totales POR TRANSMISIÓN					(W/°C)
Sumatoria cerramientos					28802,92
PERDIDAS VOLUMÉTRICAS INFILTRACION AIRE				#	(W/m³°C)
Calor esp. del aire(0,35) x # renovaciones				1,5	0,525
PERDIDAS VOLUMÉTRICAS por TRANSMISIÓN					(W/m³°C)
Pérdidas totales/ volumen					0,756
PERDIDAS VOLUMÉTRICAS GLOBALES					(W/m³°C)
Coef G cálculo		Pérdidas transmisión + infiltración			1,281
Coef G admisible		Segun volumen y GDM			1,025

1,28 > 1,025
G cálculo > G adm

Tabla 25. Planilla de cálculo del coeficiente G para el caso actual (V1)

Analizando la envolvente se desprende que la mayor cantidad de pérdidas se dará a través de la superficie vidriada. Por las características constructivas de los cerramientos, especificado con el valor k de transmitancia

térmica y considerando un valor de 1.5 renovaciones diarias. Como bien se observa en el resultado final (que suma las pérdidas y las renovaciones) el G de cálculo es mayor al G admisible, $1,28 > 1.025$.

Cálculo del Coeficiente G en modelo original (V2)

CALCULO DEL COEF GLOBAL DE PERDIDAS TERMICAS G - norma IRAM 11604/2001					
Localidad y Prov.: Mar del Plata, Bs As			Zona bioclimática: IV templado frio		
Sup. Total (m ²)	14644	Volumen (m ³)	38074	G cal adm.	1,025
Alt. Local (m)	2,6	Renov/hora	2	GDM 20°C	2180,75
OPCION sin DAC					
CERRAMIENTOS OPACOS EXT (muros, techos, entrepisos al exterior)					
Elemento	Descripción	sup (m ²)	coef	k (W/m ² °C)	Pérdidas(W/°C)
muros	simple	2283,84	1	1,59	3631,31
techo plano	sin aisl.	1491,82	1	1,9	2834,46
entrepiso		579,79	1	0,72	417,45
Sumatoria pérdidas cerramientos opacos					6883,21
CERRAMIENTOS NO OPACOS EXT (aberturas)					
Elemento	Descripción	sup (m ²)	coef	k (W/m ² °C)	Pérdidas(W/°C)
aberturas	simple alum	2958,82	1	5,8	17161,16
Sumatoria pérdidas no opacos					17161,16
OTROS CERRAMIENTOS (entrepisos s/sótanos o muros lindantes con espacio no calef.)					
Elemento	Descripción	sup (m ²)	coef	k (W/m ² °C)	Pérdidas(W/°C)
entrepiso	s/sotano	912,03	0,5	0,72	328,33
Sumatoria pérdidas otros					328,33
PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO					
Descripción		Perímetro	Pp	Pérdidas(W/°C)	
entrepiso		100	1,38	138	
PERDIDAS totales POR TRANSMISIÓN					(W/°C)
Sumatoria cerramientos					24510,70
PERDIDAS VOLUMÉTRICAS INFILTRACION AIRE				#	(W/m ³ °C)
Calor esp. del aire(0,35) x # renovaciones				1,5	0,525
PERDIDAS VOLUMÉTRICAS por TRANSMISIÓN					(W/m ³ °C)
Pérdidas totales/ volumen					0,644
PERDIDAS VOLUMÉTRICAS GLOBALES					(W/m ³ °C)
Coef G cálculo		Pérdidas transmisión + infiltración			1,169
Coef G admisible		Segun volumen y GDM			1,025

$1,17 > 1,025$
G cálculo > G adm

Tabla 26. Planilla de cálculo del coeficiente G para el caso actual (V2 solo aumentada superficie muraria)

Como primera medida se optó por aumentar la superficie opaca en las fachadas. Finalmente se trabaja con esta segunda alternativa en cuanto a superficies para la propuesta técnico constructiva (version 2 sin DAC y versión 3 con DAC). Una primera observación en cuanto a esta decisión, es que la version 2 no llega al indice de verificación sin embargo se reduce la cantidad de pérdidas totales: el G del proyecto da 1.17 siendo mayor

aun al G admisible de 1.025. Por tanto es fundamental para el siendo mayor que el G admisible alculo la premisa de disminuir la superficie vidriada.

Cálculo del Coeficiente G en modelo mejorado (V3)

CALCULO DEL COEF GLOBAL DE PERDIDAS TERMICAS G - norma IRAM 11604/2001					
Localidad y Prov.: Mar del Plata, Bs As			Zona bioclimática: IV templado frio		
Sup. Total (m2)	14644	Volumen (m3)	38074	G cal adm.	1,025
Alt. Local (m)	2,6	Renov/hora	2	GDM 20°C	2180,75
OPCION con DAC					
CERRAMIENTOS OPACOS EXT (muros, techos, entrepisos al extrior)					
Elemento	Descripción	sup (m2)	coef	k (W/m²°C)	Pérdidas(W/°C)
muros	doble + aisl	2283,84	1	0,51	1164,76
techo plano	con aisl	1491,82	1	0,27	402,79
entrepiso	con aisl	579,79	1	0,41	237,71
Sumatoria pérdidas cerramientos opacos					1805,26
CERRAMIENTOS NO OPACOS EXT (aberturas)					
Elemento	Descripción	sup (m2)	coef	k (W/m²°C)	Pérdidas(W/°C)
aberturas	PVC DVH lowe	2958,82	1	1,86	5503,41
Sumatoria pérdidas no opacos					5503,41
OTROS CERRAMIENTOS (entrepisos s/sótanos o muros lindantes con espacio no calef.)					
Elemento	Descripción	sup (m2)	coef	k (W/m²°C)	Pérdidas(W/°C)
entrepiso	s/sotano	912,03	0,5	0,41	186,97
Sumatoria pérdidas otros					186,97
PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO					
Descripción		Perímetro	Pp	Pérdidas(W/°C)	
entrepiso		100	1,08	108	
PERDIDAS totales POR TRANSMISIÓN (W/°C)					
Sumatoria cerramientos					7603,64
PERDIDAS VOLUMÉTRICAS INFILTRACION AIRE				#	(W/m³°C)
Calor esp. del aire(0,35) x # renovaciones				1,5	0,525
PERDIDAS VOLUMÉTRICAS por TRANSMISIÓN (W/m³°C)					
Pérdidas totales/ volumen					0,200
PERDIDAS VOLUMÉTRICAS GLOBALES (W/m³°C)					
Coef G cálculo		Pérdidas transmisión + infiltración			0,725
Coef G admisible		Segun volumen y GDM			1,025

$0,72 < 1,025$
G cálculo < G adm

Tabla 27. Planilla de cálculo del coeficiente G para la alternativa mejorada (V3).

Como se mencionó anteriormente, en la V3 se utilizan las mismas superficies que en la V2, solo que se aplican las propuestas de mejoras del sistema constructivo para disminuir el valor de la transmitancia térmica y así reducir el numero de pérdidas a través del cerramiento. En todos los casos el número de renovaciones no se modificó, por lo que es un valor constante y relevante en cuanto a las pérdidas por infiltración, pero no se considera al momento de las comparaciones en las conclusiones. En la opción mejorada V3 se observa que efectivamente al cambiar los tipos constructivos y sumando más aislación, el valor total G de proyecto es menor que el G admisible ($0.72 < 1.025$) por lo tanto verifica la norma 11604.

Cálculo de la carga térmica para calefacción

Estimación de grados días mes

Para el cálculo de la demanda se desea conservar la temperatura interior de 20°C de confort para invierno. De acuerdo al cálculo GDM (Tabla 28), debería calefaccionarse todo el año. Se estimaron el horario de trabajo 8 hs diarias y 2 hs más de entrada en régimen, 10hs en total en el periodo mayo a octubre; y reducido en los meses de abril y noviembre. Lo que aquí no puede considerarse detalladamente es que, pasado el mediodía se alcanzan las máximas temperaturas y quizás en ciertos periodos del día pueda contarse con climatización pasiva a partir de la radiación solar que penetra por las aberturas. Entonces la demanda en calefacción se estima solo valorando la situación del interior y exterior a través de la envolvente, no se están computando las cargas internas debidas a iluminación artificial, uso de artefactos eléctricos y personas.

MESES	TBC	TMED	Dm	GD mes
enero	20	20	31	0,00
febrero	20	19,1	28	25,20
marzo	20	18,45	31	48,05
abril	20	14,85	30	154,50
mayo	20	11,95	31	249,55
junio	20	8,85	30	334,50
julio	20	7,8	31	378,20
agosto	20	9,45	31	327,05
septiembre	20	10,65	30	280,50
octubre	20	13,2	31	210,80
noviembre	20	15,7	30	129,00
diciembre	20	18,6	31	43,40
				2180,75

Tabla 28. Cálculo de los grados día para calefacción con los datos del SMN 1991-2000.

Cálculo con y sin DAC

$$Q = N \times G_{dmes} \times G \times V = (\text{kwh/año})$$

Fórmula para calcular la carga térmica

1000

Datos: Volumen 38074
 G sin DAC 1,17

Datos: Volumen 38074
 G con DAC 0,72

CARGA TÉRMICA ANUAL calculada calefacción			
Meses	N (hs)	GDM	QT sin DAC
enero			0,00
febrero		25,20	0,00
marzo		48,05	0,00
abril	7,00	154,50	48177,13
mayo	10,00	249,55	111165,99
junio	10,00	334,50	149008,31
julio	10,00	378,20	168475,17
agosto	10,00	327,05	145689,59
septiembre	10,00	280,50	124953,16
octubre	10,00	210,80	93904,19
noviembre	5,00	129,00	28732,54
diciembre		43,40	0,00

CARGA TÉRMICA ANUAL calculada calefacción			
meses	N (hs/día)	GDM	QT (con DAC)
enero			0,00
febrero		25,20	0,00
marzo		48,05	0,00
abril	7,00	154,50	29647,46
mayo	10,00	249,55	68409,84
junio	10,00	334,50	91697,42
julio	10,00	378,20	103677,02
agosto	10,00	327,05	89655,13
septiembre	10,00	280,50	76894,25
octubre	10,00	210,80	57787,19
noviembre	5,00	129,00	17681,57
diciembre		43,40	0,00

kwh/año **870106,07**
 Mj **3132381,87**

kwh/año **535449,89**
 Mj **1927619,61**

Tabla 29. Comparaciones planillas de cálculo de la carga térmica en calefacción para el caso sin DAC y con DAC.

Comparando resultados se aprecia en el caso mejorado una reducción de la energía demandada para calefacción correspondiente a un 37% respecto del modelo original sin DAC. Estos valores resultantes de la comparación pueden también llevarse al equivalente en costos de acuerdo a la energía utilizada, sea electricidad o gas natural; en este caso para el sistema de calefacción (combinado) y puede demostrarse el ahorro futuro en las facturaciones mensuales y a lo largo de la vida útil del edificio, lo cual es un gran beneficio.

Análisis resultados comparativos

En cuanto al análisis de la envolvente por el coeficiente G de pérdidas globales de calor, cabe mencionar que para el cálculo se empleó la tabla 3 de la norma IRAM 11601: Valores admisibles (G adm) para edificios con área envolvente vidriada menos o igual a un 20% de la superficie total. Y ésta, no es la situación del edificio modelo del estudio, pues originalmente era mayormente vidriado y se modificó. Lo que se pretende aclarar es que no se cuenta con parámetros acordes a la situación de edificios en torre con estas características- mayormente o completamente vidriado- más allá de las recomendaciones sostenibles de ahorro energético recalcando lo imperioso de reducir las superficies vidriadas para evitar pérdidas de calor.

Se presentaron 3 situaciones: modelo original con materialidad y superficies (V1 sin DAC), misma materialidad y modificación de la superficie vidriada (V2 sin DAC) y conservando este último porcentaje de superficies, pero modificando la resolución constructiva (V3 con DAC).

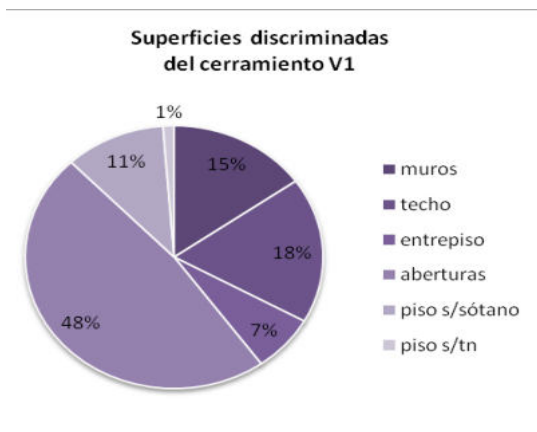


Figura 109. Superficies discriminadas en porcentajes (V1)

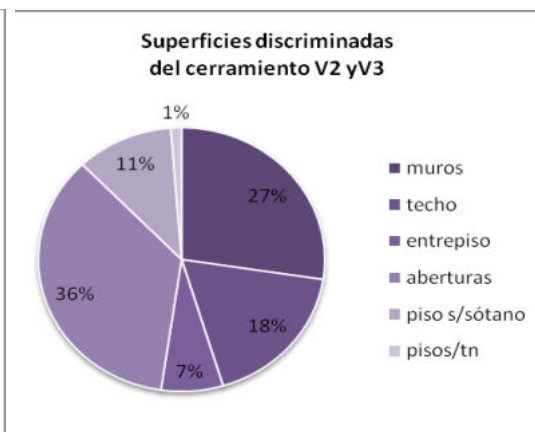


Figura 110. Superficies discriminadas en porcentajes (V2 y V3)

De acuerdo a los gráficos se nota que en la segunda instancia la superficie vidriada disminuyó, aumentando la muraria y lo demás se mantiene igual. Pero esta estrategia no es la que define el mejoramiento.

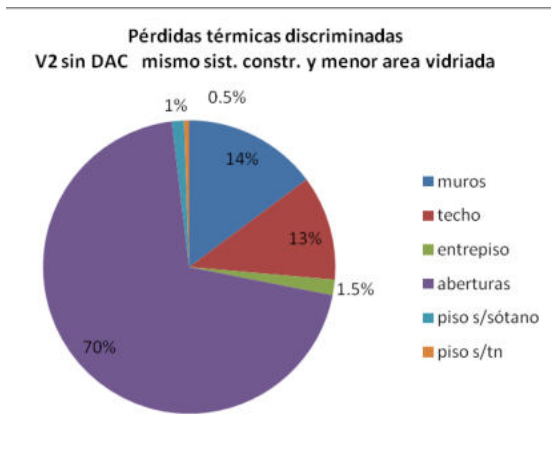


Figura 111. Pérdidas de calor discriminadas en porcentaje (V2)

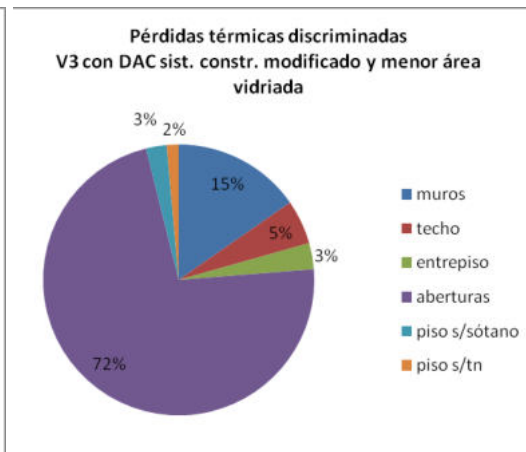


Figura 112. Pérdidas de calor discriminadas en porcentaje (V3)

Estudiando los gráficos correspondientes a porcentajes de pérdidas de acuerdo al tipo de cerramiento entre el caso con y sin DAC (Figura 111 y 112), pareciera no haber mejoría, pues en ambos casos la mayor cantidad de pérdidas se dan a través de las aberturas, con una proporción alrededor del 70%, mientras que el 30% restante varía. Lo que no llega a demostrarse aquí es la diferencia real que se presenta en los valores del G de cálculo, de cómo disminuyen las pérdidas totales permitiendo verificar a la Norma. Por lo tanto en el siguiente gráfico se presenta la comparativa del caso original y el propuesto (Figura 113).

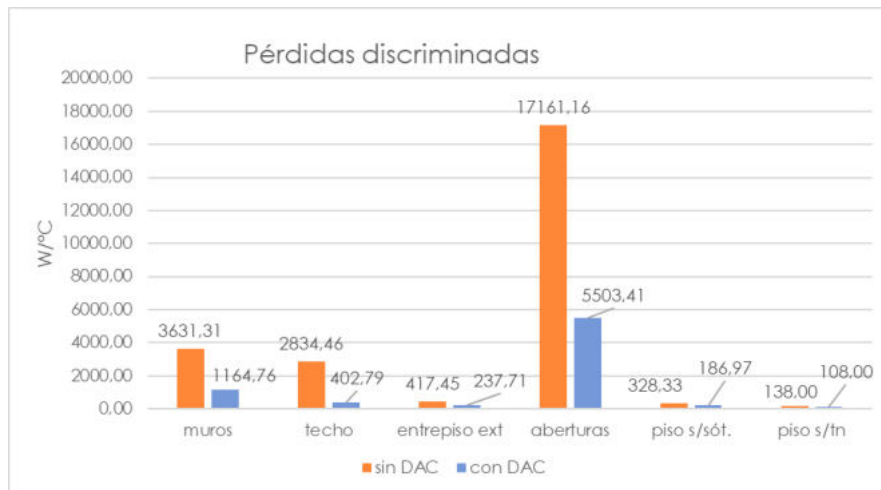


Figura 113. Comparación pérdidas globales discriminadas para el caso sin DAC y con DAC.

Las perdidas disminuyen casi un 68% en muros y aberturas, un 43% en entrepisos en contacto con el exterior, 22% sobre terreno natural y un 86% en la cubierta; implicando en la totalidad de la envolvente un notable mejoramiento en el caso con DAC, pues reduce casi un 70% las pérdidas respecto del caso sin DAC.

AHORRO DE ENERGIA EN REFRIGERACIÓN – Norma IRAM 11659

En primera instancia al observar el clima de Mar del Plata las temperaturas medias y los requerimientos para alcanzar el grado de confort se llegaría a la conclusión que la necesidad más importante es la de proveer calefacción, dejando en segundo plano la refrigeración o llegándola a omitir con la hipótesis que con refrigeración pasiva el tema estaría resuelto. Esta apreciación variará a partir de ellos estudios siguientes.



Figura 114 Ganancias de calor en un local. Fuente: ASHRAE Guía de diseño de energía avanzada para edificios de oficina pequeños y medianos. Obteniendo 50% de ahorro hasta cero energía/

La refrigeración de un espacio involucra varios aspectos, como el clima de la localidad, la orientación del edificio, la radiación solar, coeficientes de transmitancia térmica de la envolvente, cantidad de superficies opacas y vidriadas, tipo de actividad a realizar, cantidad de personas, tipo de equipamiento, características de las luminarias. Este conjunto de variables se resume en dos grupos, cargas externas e internas cuya sumatoria es la *carga térmica total de verano*.

Un edificio de oficinas tiene mayor cantidad de ganancias de calor que una vivienda ya que posee mayor cantidad de cargas internas por la cantidad personas, equipamiento, iluminación y con más cantidad de horas de uso continuo a diferencia de una vivienda. Pensando en la climatización en esta zona, al igual que la calefacción, la refrigeración es un aspecto necesario para proveer el grado de confort a sus ocupantes en la época estival sobre todo.

Para realizar el cálculo de la carga térmica total de verano se tomó como referencia las normas IRAM11659-1 y 11659-2 destinadas a edificios de viviendas, considerándose la metodología de cálculo para la obtención de la carga térmica total de refrigeración (QR), el coeficiente volumétrico de refrigeración (GR) quedando pendiente el coeficiente volumétrico de refrigeración admisible (GR_{adm}) ya que la norma tiene como límite un volumen de 10.000 m³ y el modelo de estudio cuenta con 26.845 m³ (para el cálculo de las áreas a refrigerar se consideraron las superficies de oficinas descontando los baños, pasillos, y demás áreas públicas). Respecto al GR_{adm} de la norma, al no considerar valores superiores a 10.000 m³, no era posible obtener un coeficiente para verificación. Por otro lado la norma es específica para edificios de vivienda. Por lo expuesto, para permitir avanzar en el análisis, se tomó como referencia el paper *"Ahorro de energía en refrigeración de edificios para oficinas. Propuesta de indicadores de eficiencia y valores admisibles"* de los autores M. B. Salvetti, J Czajkowski y A. Gómez, en el cual se indican valores admisibles de QR_{adm} y de GR_{adm} para edificios de oficinas con relación vidriado-opaco del 20% y 50%. Al igual que en el caso de las viviendas estos valores llegan hasta 10.000 m³. Más adelante se explicará con más detalle la metodología para obtener un valor admisible acorde a la envergadura del edificio en estudio.

Aplicación de la Norma IRAM 11659-1 y 11659-2

La Norma IRAM 11659-2 es aplicable a las Zonas Bioambientales I, II, III, IV, en las localidades donde la temperatura máxima de diseño sea superior a los 30°C (T_{DMX}). Mar del Plata está ubicada en la zona Bioambiental IVd marítima con una temperatura exterior de diseño que supera los 30°C; con estos datos se confirma que el caso de estudio aplica. Para comenzar con el cálculo de la carga térmica de refrigeración se colocan en una planilla de la norma los datos generales del proyecto.

Datos generales del local					
Localidad	Mar del Plata		Zona bioambiental	Zona IV templada fría- Subzona d.marítima	
Provincia	Buenos Aires		ASNMM (m)	21	
Largo		m	$\Delta w = (w_e - w_i)$	18.37	g/kg
Ancho		m	Temperatura de diseño interior (T _{di})	26	°C
Altura	2.60	m	Humedad relativa interior (HR _{Di})	50	%
Superficie cubierta total	10451.80	m ²	Temperatura máxima de diseño (T _{DMX})	35.6	°C
Volumen	26845.20	m ³	Humedad relativa exterior (HR _{De})	28	%
Humedad absoluta exterior (w _e)	28.87	g/kg	$\Delta t = (T_{DMX} - T_{Di})$	9.6	°C
Humedad absoluta interior (w _i)	10.50	g/kg	Temperatura media	19.43	°C
			Humedad relativa	76.3	%

Tabla 30. Planilla datos generales para el procesamiento de datos
 ESPECIALIZACIÓN EN ARQUITECTURA Y HÁBITAT SUSTENTABLE - FAU UNLP

Para definir la temperatura de diseño interior se toma como referencia la tabla 1 de la norma IRAM 11659-1, definiendo el tipo de local "lugares de trabajo oficinas y despachos", nivel de confort B, con una temperatura de diseño interior de 26°C con una humedad relativa interior de 50%. Los datos de temperatura máxima de diseño y la humedad relativa se encuentran en la tabla A.2 (datos climáticos de verano) de la Norma IRAM 11603. Los datos de la humedad relativa exterior, la humedad absoluta exterior y la humedad absoluta interior se obtienen del Diagrama Psicométrico. Los cálculos de refrigeración fueron realizados en el modelo de estudio sin DAC(V1) y con DAC(V3), para posteriormente realizar una comparación y análisis de los resultados.

Coeficiente K (W/m ² ·k) Envolvente sin D.A.C.	
Muro ext.	1.59
Techo	1.90
Ventanas	5.80

Figura 115. Transmitancia térmicas proyecto sin DAC

Coeficiente K (W/m ² ·k) Envolvente con D.A.C.	
Muro ext.	0.51
Techo	0.27
Ventanas	1.86

Figura 116. Transmitancia térmicas proyecto con DAC

Carga térmica por conducción

A continuación, se presentan las planillas para el cálculo de la carga térmica por conducción según materialidad en la cual se consideran las áreas totales de la envolvente multiplicadas por el coeficiente de transmitancia térmica y el Δt. En esta primera instancia se observa una diferencia en los resultados, la carga térmica por conducción del proyecto sin DAC es tres veces mayor que el proyecto con DAC.

Carga térmica por conducción, Q _c (SIN DAC)					
Nº	Designación	Área total (m ²)	K (W/m ² ·K)	Δt (°C)	qC
1	Muro Norte	215.41	1.59	9.6	3288.02
2	Muro Este	64.74	1.59	9.6	988.19
3	Muro Oeste	212.472	1.59	9.6	3243.17
4	Muro Sur	625.508	1.59	9.6	9547.75
5	losa de cubierta	1493	1.9	9.6	27232.32
6	V Norte	967.33	5.8	9.6	53860.93
7	V Este	1394.77	5.8	9.6	77660.79
8	V Oeste	1123.59	5.8	9.6	62561.49
9	V Sur	720.304	5.8	9.6	40106.53
Carga térmica por conducción total, Q _c (i)					278489.20

Tabla 31. Carga térmica por conducción sin DAC

Carga térmica por conducción, Q _c (CON DAC)					
Nº	Designación	Área total (m ²)	K (W/m ² ·K)	Δt (°C)	qC
1	Muro Norte	215.41	0.51	9.6	1054.65
2	Muro Este	64.74	0.51	9.6	316.97
3	Muro Oeste	212.472	0.51	9.6	1040.26
4	Muro Sur	625.508	0.51	9.6	3062.49
5	losa de cubierta	1493	0.27	9.6	3869.86
6	V Norte	967.33	1.86	9.6	17272.64
7	V Este	1394.77	1.86	9.6	24905.01
8	V Oeste	1123.59	1.86	9.6	20062.82
9	V Sur	720.304	1.86	9.6	12861.75
Carga térmica por conducción total, Q _c (i)					84446.45

Tabla 32. Carga térmica por conducción con DAC

Carga térmica solar

La carga térmica solar es uno de los principales factores, que interviene en el cálculo, para el ingreso de calor dentro de las edificaciones por medio de las superficies vidriadas. En este cálculo intervienen la intensidad de radiación solar en watt por metro cuadrado (I_s) y el factor de exposición solar del vidrio o carpintería (f_{e,s}). El valor del I_s se lo encuentra en la tabla 10 de la norma IRAM 11659-2, donde se especifican la cantidad de radiación solar en watts de acuerdo a la orientación y zona bioambiental, tomando los datos correspondientes a las 13:00hs según recomendación de la norma.

Para los datos del f_{e,s} se utilizaron los datos de la tabla 5 de la Cátedra de Instalaciones^{xxxii}, Balance térmico de verano, en la cual se encuentra un listado de especificaciones de vidrios con protecciones solares como cortinas de tela, persianas exteriores horizontales y verticales. Cabe recalcar que en la tabla no se indican

valores f_{es} para parasoles horizontales y verticales. Para estos cálculos se toman las opciones definidas en la norma, el vidrio de las ventanas con DAC es tipo DVH con LOW E 6-12-6 mm con protección de cortinas de tela al interior con un valor f_{es} de 0.27. Para el proyecto sin DAC se ha considerado un vidrio incoloro de 3 mm sin ningún tipo de protección interior o exterior, con un valor de f_{es} de 1.

Carga térmica solar, Q_s (SIN DAC)					
I_s es la radiación solar total sobre el plano y F_{es} es el factor de exposición solar.					
Nº	Designación, material y orientación	A (m ²)	I_s (W/m ²)	F_{es}	q_s (W)
1	V Norte	967.33	385	1	372422.05
2	V Este	1394.77	260	1	362640.20
3	V Oeste	1123.59	366	1	411233.94
4	V Sur	720.304	260	1	187279.04
5					
6					
Carga térmica solar total, Q_s (ii)					1333575.23
TOTAL DE CALOR SENSIBLE EXTERNO (iii=i+ii)					1612064.43

Tabla 33. Carga térmica solar proyecto sin DAC

Carga térmica solar, Q_s (CON DAC)					
I_s es la radiación solar total sobre el plano y F_{es} es el factor de exposición solar.					
Nº	Designación, material y orientación	A (m ²)	I_s (W/m ²)	F_{es}	q_s (W)
1	V Norte	967.33	385	0.27	100553.95
2	V Este	1394.77	260	0.27	97912.85
3	V Oeste	1123.59	366	0.27	111033.16
4	V Sur	720.304	260	0.27	50565.34
Carga térmica solar total, Q_s (ii)					360065.31
TOTAL DE CALOR SENSIBLE EXTERNO (iii=i+ii)					444511.76

Tabla 34. Carga térmica solar proyecto con DAC

Carga térmica por fuentes internas

Como se mencionó anteriormente las cargas internas la conforman la cantidad de personas, el tipo de iluminación y el equipamiento para lo cual hay que calcular el calor sensible y el calor latente. El calor sensible es aquel que un cuerpo recibe aumentando su temperatura sin afectar la estructura molecular del mismo, es decir no cambia de estado. El calor latente es la cantidad de energía necesaria para que una sustancia pueda cambiar de fase, de sólido a líquido o de líquido a gaseoso. El calor sensible de objetos y sustancias es el que mayor calor aporta en comparación con la energía que aporta el calor latente. Para el coeficiente de ocupación se toma como referencia la tabla 6 Norma IRAM 11659-1, la cual considera para un edificio de oficinas una persona por cada ocho m² (1persona/ 8 m²). Para la iluminación se eligió un tipo de lámpara fluorescente de alta eficiencia luminosa y energética marca Osram HE ES 13W/830, especificación que se consideró en los casos sin DAC y con DAC. De acuerdo al coeficiente de ocupación y a la cantidad de m² útiles la cantidad total es 1306 personas; tomándose este valor de referencia para el cálculo del equipamiento de oficina con computadoras, impresoras, notebook, y adicionalmente se estableció que un porcentaje posea heladeras y cafeteras, aunque se desestimaron en esta oportunidad microondas y pava eléctrica de uso común hoy día.

Carga térmica por fuentes internas (Calor SENSIBLE) , Q_{o_s}				
Calor interno (personas)	N_{pers}	M (W/pers)		Q_{persS} (W)
Personas	1306	47		61404.325
-	-	-		
Calor interno (iluminación)	A (m^2)	C_T	q_{ilum} (W/ m^2)	Q_{ilumS} (W)
Iluminación artificial (50% incandescentes)				
Iluminación artificial bajo consumo	2534		13	32942
Calor interno (artefactos)	N_{art}	Q_s (W/art)		Q_{arts} (W)
cafetera	111	230		25415
impresora	180	40		7200
notebook	280	45		12600
monitor	983	45		44235
CPU	983	200		196600
heladera	22	310		6820
calor sensible por equipamiento				292870.00

Tabla 35.Carga térmica por fuentes internas (Calor sensible)

Subtotal de ganancias de calor por fuentes internas $Q_{o_s} = Q_{persS} + Q_{ilumS} + Q_{arts}$ (iv)	387216.33
Ganancia de calor en conductos (v) = (iv + iii)	79971.23
TOTAL DE CALOR SENSIBLE INTERNO (vi) = (v + iv)	467187.5553
CAR: Carga térmica por ventilación sensible: $C_{AR} = N_{pers} \cdot C_{aire}$ [m^3 /hpers] $C_{AR}=1306$ personas x15 m^3 /hpers =19597.12 m^3 /hpers	
CALOR SENSIBLE DEL AIRE EXTERIOR (vii)= CAR .0.25.Δt 19597.12 m^3 /hpersx0.25x9.6 °C=	47033.1
CARGA TOTAL DE CALOR SENSIBLE	
Calor sensible externo (iii)	1612064.43
Calor sensible interno (vi)	467187.5553
Calor sensible del aire exterior (vii)	47033.1
CARGA TOTAL DE CALOR SENSIBLE (iii+vi+vii)	2126285.09

Tabla 36.Total calor sensible proyecto sin DAC

Subtotal de ganancias de calor por fuentes internas $Q_{oS} = Q_{persS} + Q_{ilumS} + Q_{arts}$ (iv)	387216.33
Ganancia de calor en conductos (v) = (iv + iii)	33269.12
TOTAL DE CALOR SENSIBLE INTERNO (vi) = (v + iv)	420485.45

CAR: Carga térmica por ventilación sensible: $C_{AR} = N_{pers} \cdot C_{aire}$ [m ³ /hpers] CAR=1306 personas x15 m3/hpers =19597.12 m3/hpers	
CALOR SENSIBLE DEL AIRE EXTERIOR (vii)= CAR .0.25.Δt 19597.12 m3/hpersx0.25x9.6 °C=	47033.1
CARGA TOTAL DE CALOR SENSIBLE	
Calor sensible externo (iii)	444511.76
Calor sensible interno (vi)	420485.4485
Calor sensible del aire exterior (vii)	47033.1
CARGA TOTAL DE CALOR SENSIBLE (iii+vi+vii)	912030.31

Tabla 37. Total calor sensible proyecto con DAC

Carga térmica por fuentes internas (Calor LATENTE)			
Calor interno (personas)	N_{pers}	M (W/pers)	Q_{persS} (W)
Personas	1306	52	67936.7
Calor interno (artefactos)	N_{art}	Q (W/art)	Q_{arts} (W)
cafetera	111	60	6630
TOTAL CALOR LATENTE INTERNO			74566.7
Carga térmica por ventilación latente $Q_a = C_{AR} \times 0.61 \times \Delta w$			W
CALOR LATENTE DEL AIRE EXTERIOR 19597.12x0.61x18.37			219599.50
CARGA TOTAL DE CALOR LATENTE			
Calor latente interno			74566.7
Calor por ventilación latente			219599.50
CARGA TOTAL DE CALOR LATENTE			294166.20

Tabla 38. Total calor latente por fuentes internas

Carga térmica total en refrigeración

CARGA TÉRMICA TOTAL EN REFRIGERACIÓN QR (SIN DAC)			
	Carga total de calor sensible	2126285.09	W
	Carga total de calor latente	294166.20	W
	TOTAL	2420451.29	W
COEFICIENTE VOLUMÉTRICO DE REFRIGERACIÓN GR			
	CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN	2420451.29	W
	Volumen a refrigerar	26845.20	W/m ³
	Coeficiente volumétrico admisible refrigeración GR	90.16	W/m ³
	Coeficiente volumétrico admisible refrigeración, GRadm	??????	W/m ³

Tabla 39. Carga térmica total sin DAC

CARGA TÉRMICA TOTAL EN REFRIGERACIÓN QR (CON DAC)			
	Carga total de calor sensible	912030.31	W
	Carga total de calor latente	294166.20	W
	TOTAL	1206196.51	W
COEFICIENTE VOLUMÉTRICO DE REFRIGERACIÓN GR			
	CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN	1206196.51	W
	Volumen a refrigerar	26845.20	m ³
	Coficiente volumétrico de refrigeración GR	44.93	W/m ³
	Coficiente volumétrico admisible refrigeración, GRadm	??????	W/m ³

Tabla 40. Carga térmica total con DAC

Obtención de valores admisibles GRadm y QRadm

Se obtiene el coeficiente volumétrico de refrigeración (GR) dividiendo el valor total de la carga térmica de refrigeración (QR) por el volumen a refrigerar, valor que tiene que ser verificado por el coeficiente volumétrico admisible (GRadm) y comprobar que el proyecto cumple con la norma. Para este caso no existe norma oficial de ahorro de energía en refrigeración para edificios de oficinas razón por la cual no era posible verificar los resultados del caso. Se optó por revisar la documentación que la maestría nos proporcionó sobre este tema hallando el artículo "Ahorro de energía en refrigeración de edificios para oficinas. Propuesta de indicadores de eficiencia y valores admisibles" M.B Salvetti, J.Czajkowski y A. Gómez. En este trabajo realizaron una revisión de la norma IRAM 11659-2 Ahorro de energía en refrigeración, Edificios para vivienda, y propusieron valores aplicables a edificios de oficinas tales como la carga térmica total de verano (QR), de la cual se deriva el coeficiente de refrigeración por unidad de superficie (SR) y el coeficiente volumétrico de refrigeración (GR), considerando los factores de ocupación, iluminación y equipamiento de oficinas siendo estos valores mayores a los de una vivienda. En esta investigación también se plantean tres grados de relación de superficies vidriadas y opacas desde el 20% de superficie vidriada hasta un valor máximo de 50% análogo a la norma IRAM 11659-2, el volumen máximo designado para los valores QR y GR es hasta 10.000 m³. El proyecto de estudio cuenta con un volumen de 26.845 m³ y surge la interrogante ¿Qué metodología utilizar para volúmenes mayores de 10.000 m³?

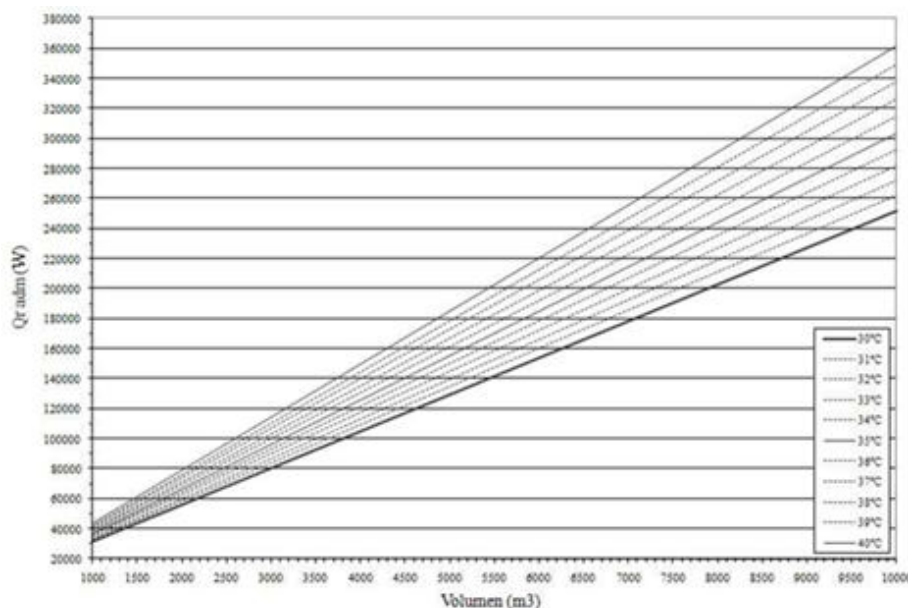


Figura 117. Valores admisibles de QR para edificios de oficinas con 50% de la envolvente vidriada. Fuente "Ahorro de energía en refrigeración de edificios de oficina propuesta de indicadores de eficiencia y valores admisibles".

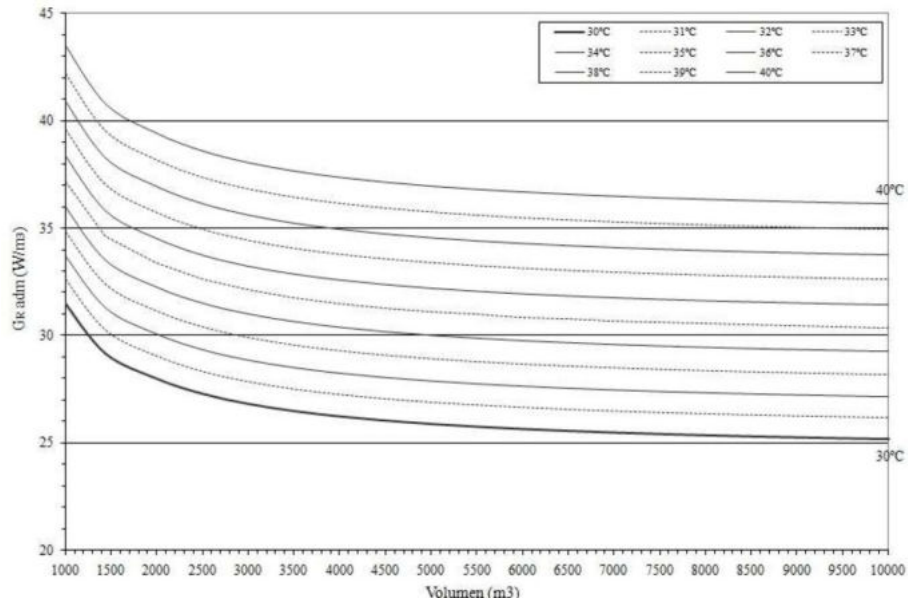


Figura 118. Valores admisibles de GR para edificios de oficinas con 50% de la envolvente vidriada. Fuente "Ahorro de energía en refrigeración de edificios de oficina propuesta de indicadores de eficiencia y valores admisibles"

Se decidió de utilizar como base estos gráficos, de la situación para edificios de oficinas con 50% de vidrio. Mediante una interpolación gráfica con los valores admisibles de la carga QR y GR para que alcancen los 26.845 m³. Se utilizó como base el gráfico de Q_{radm} tomando como referencia la temperatura máxima de diseño 35.6 °C (TDMX) y seguir la tendencia de la recta interceptándola con los 26.845 m³ en el eje. El método gráfico da como resultado un Q_{radm} de 820.000 W mientras que el QR del proyecto con DAC es 1206196W. Por lo tanto la carga de refrigeración aun no verificaría en el proyecto con DAC.

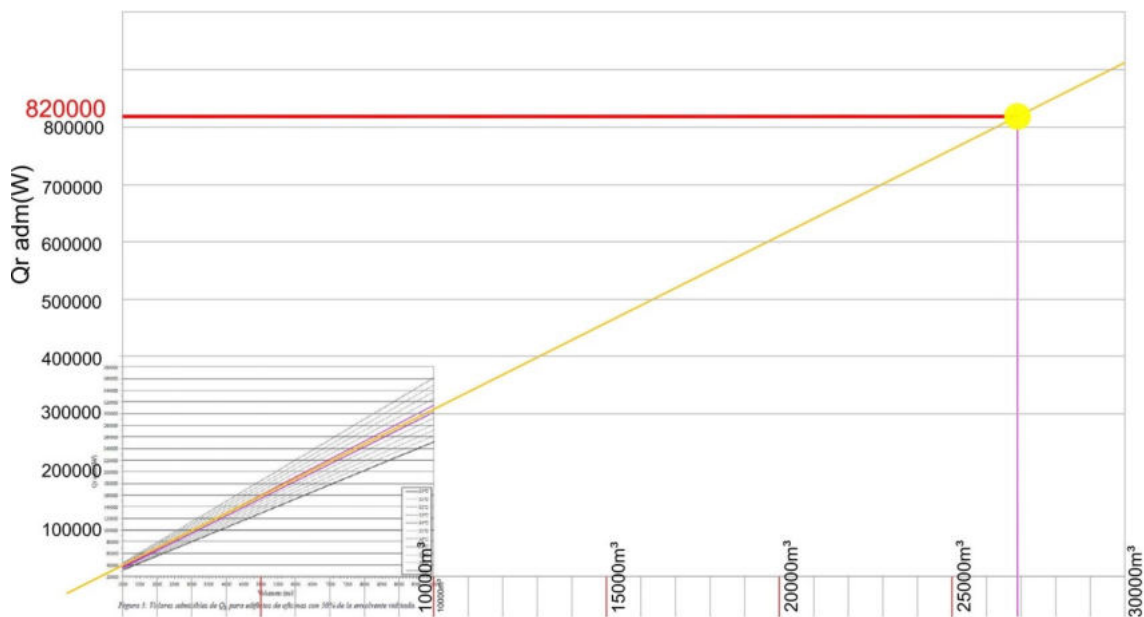


Figura 119. Valores admisibles de QR para edificios de oficinas con 50% de la envolvente vidriada, gráfico extendido a 30.000 m³. Fuente: Elaboración propia en base a los gráficos del paper citado.

Para la obtención del coeficiente volumétrico G de refrigeración admisible (G_{radm}) se utilizó como referencia el gráfico de G_{radm}, tomando la curva correspondiente a TDMX DE 35.6°C que luego se convierte en una recta

ligeramente inclinada extendiéndola hasta que se intercepte con los 26.845 m³. Este procedimiento da como resultado un Gradm de 29.5 W/m³, mientras que el GR del proyecto con DAC es 44.93 W/m³; entonces el coeficiente volumétrico GR de cálculo no verifica para el proyecto con DAC.

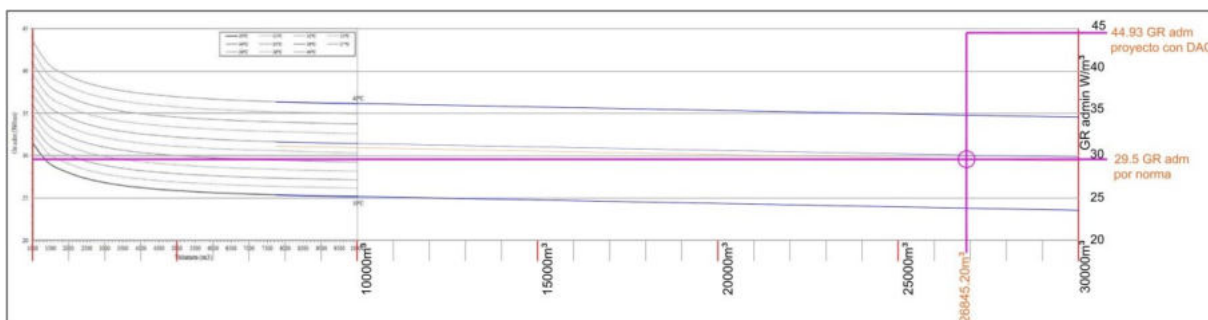


Figura 120. Valores admisibles de GR para edificios de oficinas con 50% de la envolvente vidriada, gráfico extendido a 30.000 m³. Fuente: Elaboración propia en base a los gráficos del paper citado.

Resultados proyecto sin DAC y con DAC

COEFICIENTE VOLUMÉTRICO DE REFRIGERACIÓN GR			COEFICIENTE VOLUMÉTRICO DE REFRIGERACIÓN GR		
CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN	2420451,29	w	CARGA TÉRMICA DE REFRIGERACIÓN	1206196,51	W
Volumen a refrigerar	26845,20	W/m ³	Volumen a refrigerar	26845,20	m ³
Coefficiente volumétrico GR cálculo	90,16	W/m ³	Coefficiente volumétrico GR cálculo	44,93	W/m ³
Coefficiente volumétrico GRadm	29,5	W/m ³	Coefficiente volumétrico GRadm	29,5	W/m ³

equivalente	688,21	Toneladas de refrigeración (TRF)
-------------	---------------	----------------------------------

equivalente	342,96	Toneladas de refrigeración (TRF)
-------------	---------------	----------------------------------

Figura 121. Resultados proyecto sin DAC

Figura 122. Resultados proyecto con DAC

Análisis resultados comparaciones

Como se mencionó anteriormente el proyecto mejorado no cumple con los valores admisibles de la carga térmica de refrigeración y tampoco con el coeficiente volumétrico de refrigeración, a pesar que previamente se han cumplido con las normas IRAM 11601,11603,11604, 11605 11625, 11630, situación que será analizada en las reflexiones finales de este trabajo. A continuación, se hace mención al desglose por tipo de cargas que influyen en el resultado final en un caso y otro.

RESUMEN PROYECTO SIN DAC	
Cargas térmicas externas e internas (watts)	
Conducción de la envolvente (S)	278489,20
Carga térmica solar (S)	1333575,23
Carga térmica por personas (S)	61404,33
Carga térmica por equipamiento (S)	292870,00
Carga térmica por Iluminación (S)	32942,00
Carga térmica por aire exterior (S)	47033,1
Carga térmica por personas (L)	67936,70
Carga térmica por equipamiento (L)	6630,00
Carga térmica por aire exterior (L)	219599,50

Tabla 41. Resumen de Cargas térmicas y externas sin DAC.

RESUMEN PROYECTO CON DAC	
Cargas térmicas externas e internas (watts)	
Conducción de la envolvente (S)	84446,45
Carga térmica solar (S)	360065,31
Carga térmica por personas (s)	61404,33
Carga térmica por equipamiento (S)	292870,00
Carga térmica por Iluminación (S)	32942,00
Carga térmica por aire exterior (S)	47033,1
Carga térmica por personas (L)	67936,70
Carga térmica por equipamiento (L)	6630,00
Carga térmica por aire exterior (L)	219599,50

Tabla 42. Resumen de las Cargas térmicas y externas con DAC

En los 2 casos, el valor de las cargas térmicas -calor sensible -por ocupación de las personas, equipamiento, iluminación y aire exterior- es el mismo; igual que el valor de la carga térmica por calor latente proveniente del equipamiento y aire exterior también coinciden. Los otros factores hacen la diferencia global.

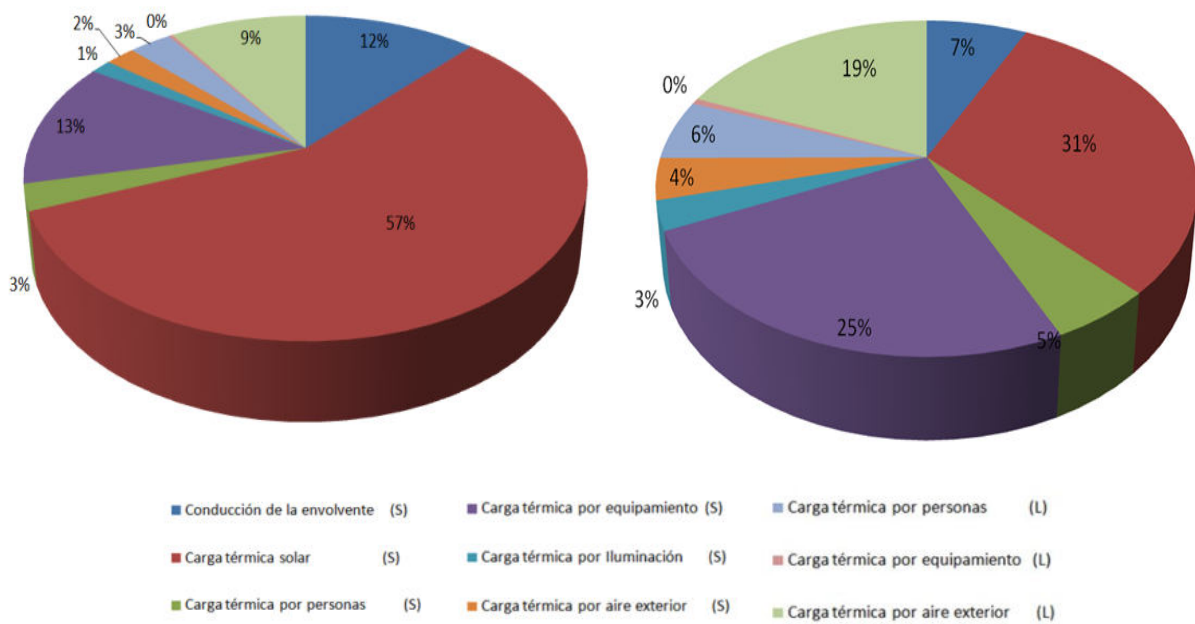


Figura 123. Izq Porcentajes cargas térmicas externas e internas proyecto sin DAC. Figura 124. Porcentajes cargas térmicas externas e internas proyecto con DAC

Análisis cargas del proyecto sin DAC

En el proyecto sin DAC, el mayor porcentaje de carga lo representa la térmica solar siendo el 57% del total, ya que se ha considerado para el cálculo un vidrio simple incoloro y sin protecciones solares, factor determinante en el resultado. En segundo lugar, el valor de la carga térmica (calor sensible) 13% del equipamiento e iluminación y la conducción de la envolvente 12%. El tercer mayor porcentaje es valor del calor latente por aire exterior con un 9%. Con porcentajes menores al 3% se ubican las cargas térmicas por calor latente de las personas y el equipamiento.

Análisis cargas del proyecto con DAC

En el análisis del proyecto con DAC se observa, que gracias al mejoramiento de la envolvente tanto en muros como aberturas, se logra reducir bastante el valor de la carga térmica solar sobre todo, pasando a conformar ahora 31%, gracias al cambio en la conducción de la envolvente, con respecto al proyecto sin DAC. Luego otros valores cercanos a éste son el de carga térmica del equipamiento (sensible) con un 25% y del aire exterior (latente) un 19%. Parecieran haber aumentado los valores absolutos, pero en realidad es menos respecto de la proporción total y las cargas están más repartidas. Puede observarse la implicancia real a continuación:

Análisis comparativo de las cargas intervinientes en el caso original y con DAC para Refrigeración

De este modo sí pueden notarse las variaciones en el desglose de las cargas térmicas en cada caso. Tomando cada tipo de carga comparando la versión original con la del mejoramiento, se observa que los ítems donde se percibe el cambio son los de calor sensible proveniente de la conducción de la envolvente y por la carga térmica solar a través de la radiación, con una reducción equivalente al 70%. Tanto el tipo y cantidad de equipamiento, así como las personas se tomaron como valor fijo, por lo que tampoco se reflejan cambios en ese sentido; claramente, las variaciones se dan a partir del tratamiento de los cerramientos.

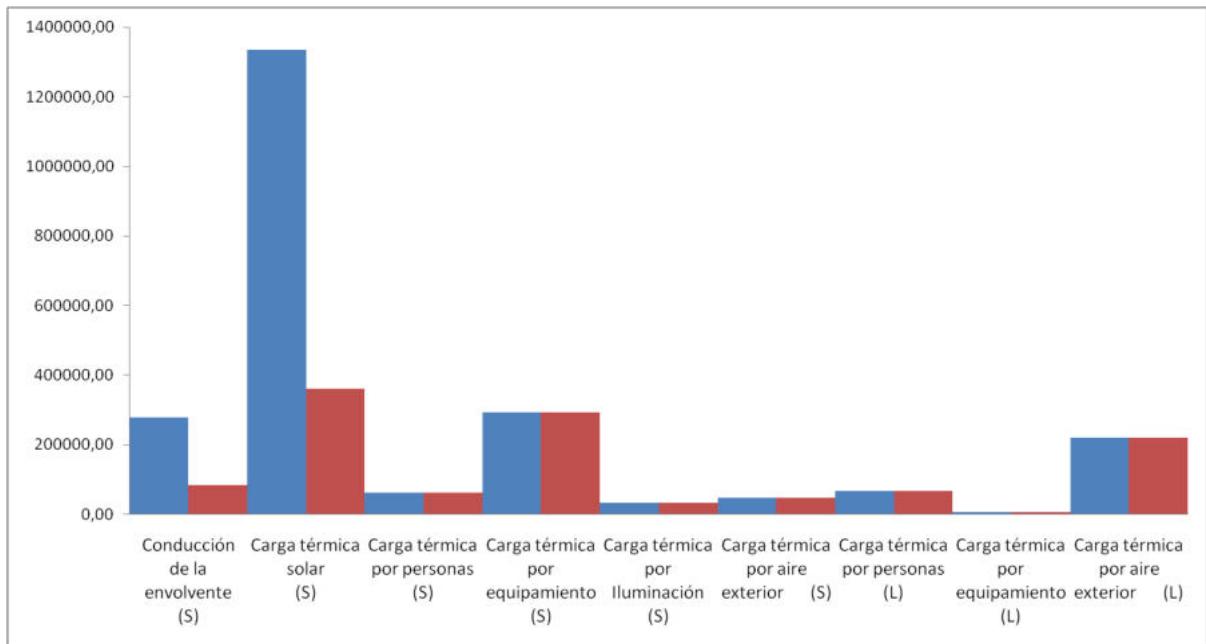


Figura 125: Comparación cargas externas e internas en el caso sin DAC y con DAC.

El mejoramiento de la envolvente y adecuadas protecciones solares son determinantes para el mejoramiento térmico de la edificación, disminuyendo aproximadamente un 50% la carga total de refrigeración de 688.21 TR (toneladas de refrigeración) de la situación original a 342.96 TR del caso mejorado. A pesar de esta circunstancia relevante, cabe destacar que, según los parámetros empleados para obtención de un Gradm y Qradm suponiendo su validez, no verificaría la norma 11659 con las pautas admisibles vigentes.

SIMULACIÓN ENERGÉTICA

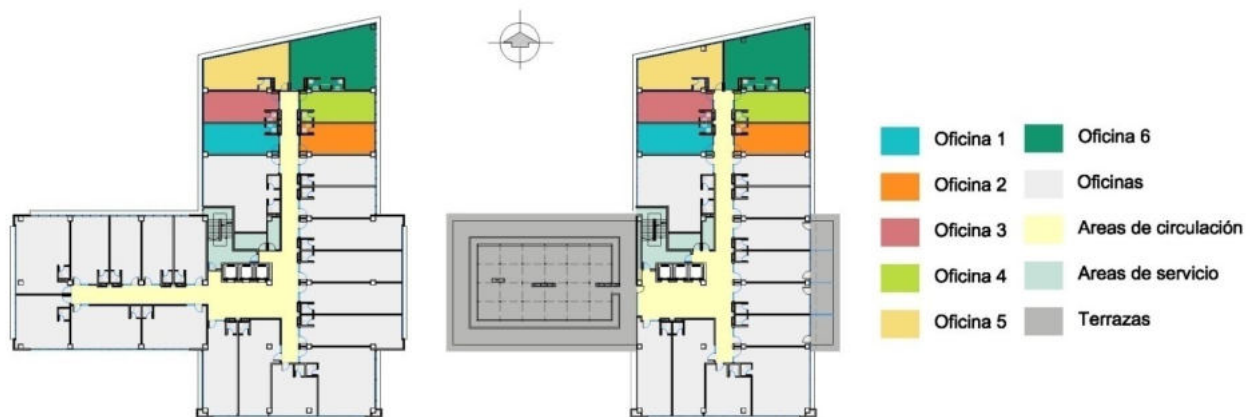


Figura 126. Sectorización del edificio en el que se realizó la simulación energética (oficinas 1 a 6)

Metodología para la simulación

Con la finalidad de comprobar el comportamiento térmico del caso de estudio en 2 alternativas, se procedió a realizar una simulación energética con el programa Energy Plus. En este proceso no fueron consideradas las cargas internas ya que la finalidad fue verificar el comportamiento de la envolvente sin DAC y con DAC frente a los efectos del clima de Mar del Plata en verano y en invierno (ver anexo B). Para los cálculos no se ha colocado valor al termostato y no incluye sistemas de calefacción o refrigeración.

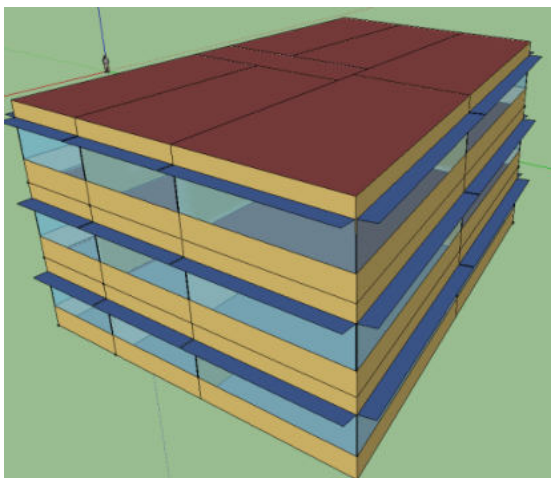


Figura 127. Volumen completo del modelo a simular (Maqueta en Sketch up - datos vinculados a Energy Plus)

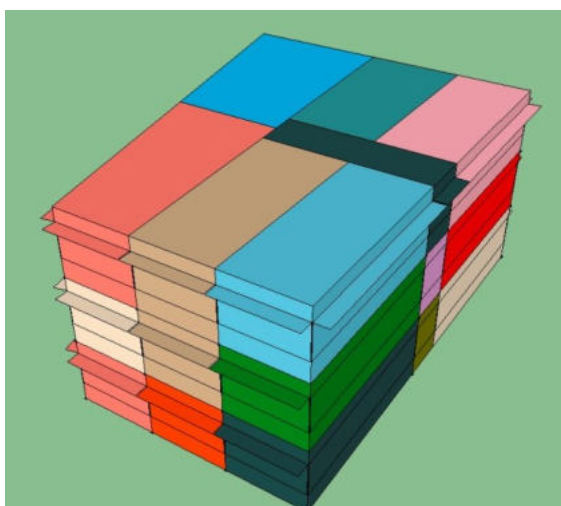


Figura 128. Oficina señalizada para su análisis individual (Maqueta sketch up - datos vinculados a Energy Plus)

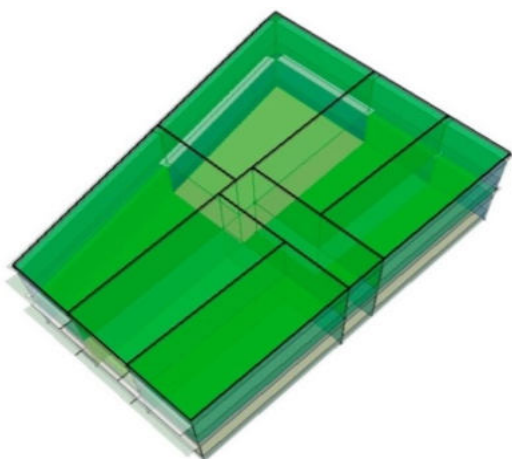


Figura 129. Identificación zonas térmicas para simular. (Maqueta Sketch Up)

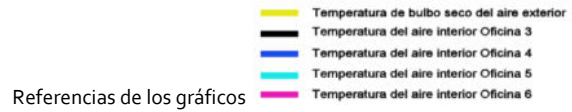
Al ser un proyecto que tiene más de 10000 m², se consideró armar la maqueta de un sector del edificio, el cual está identificado en la Figura 126. De esta parte del edificio, se analizaron 6 tipos de oficinas: las oficinas 1 y 3

orientadas al oeste, las oficinas 2 y 4 con orientación al este. Las oficinas esquineras 5 y 6 presentan doble fachada con una leve inclinación respecto al norte, también orientadas hacia el este y al oeste respectivamente. Por su ubicación y características estos espacios podrían ser los más vulnerables a los efectos térmicos. La maqueta en sketch up fue realizada sólo con tres niveles de oficinas(Figura 128), tomando el nivel 2 y el nivel 3, para realizar el análisis de los resultados, suponiendo el penúltimo y ultimo pisos del edificio. Siguiendo con la misma metodología del trabajo en general se han realizado simulaciones de los dos casos de estudio, proyecto con DAC y sin DAC. Se cargaron los datos climáticos del lugar y se emplearon los valores de transmitancia anteriores.

Los resultados de la simulación se presentarán de la siguiente forma:

- Simulación anual
- Simulación en los 3 meses en verano e invierno
- Simulación período de una semana en verano e invierno
- Simulación tomando como referencia el día con las más altas o bajas temperaturas en verano e invierno.

Gráficos y Análisis resultantes



Análisis resultados piso intermedio sin DAC:

Anual

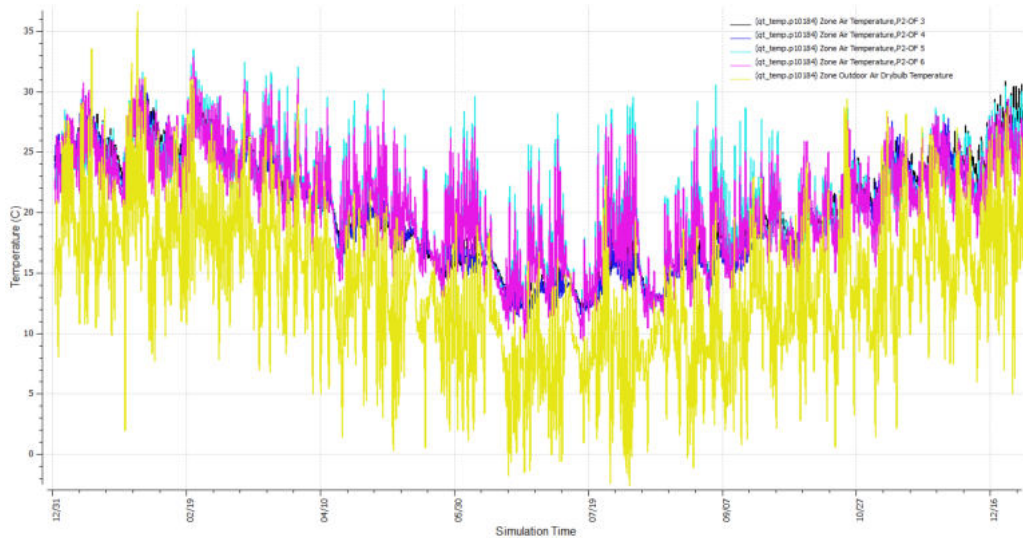


Figura 130. Comportamiento térmico anual piso intermedio, sin DAC

Verano Periodo completo

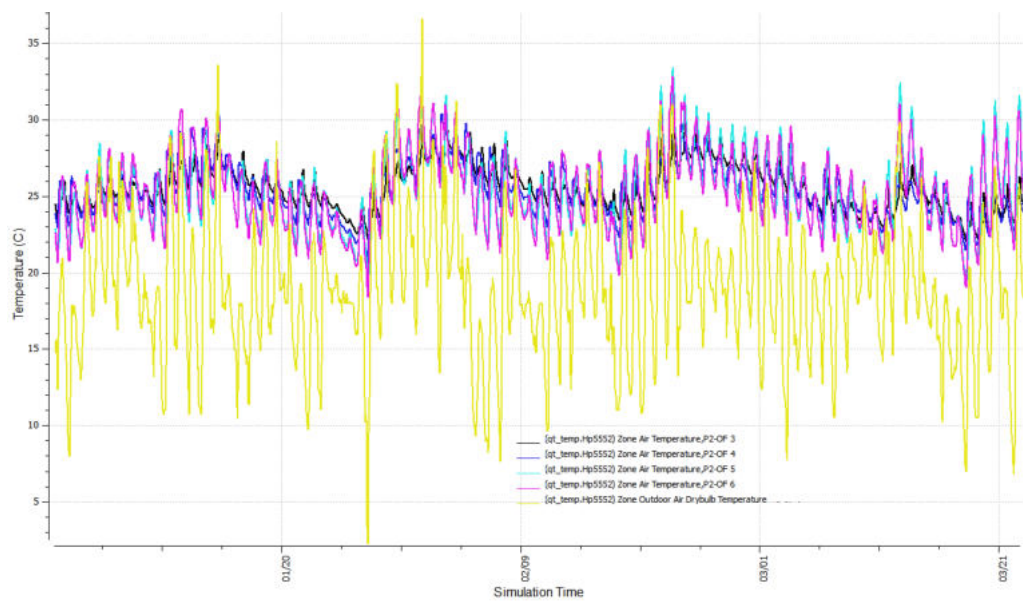


Figura 131. Comportamiento térmico periodo estival (sin DAC)

Se observan grandes amplitudes térmicas. Las temperaturas exteriores se presentan en un rango desde 8°C hasta 36,5°C, mientras que en el interior las temperaturas oscilan desde 18°C hasta 33°C.

Semana

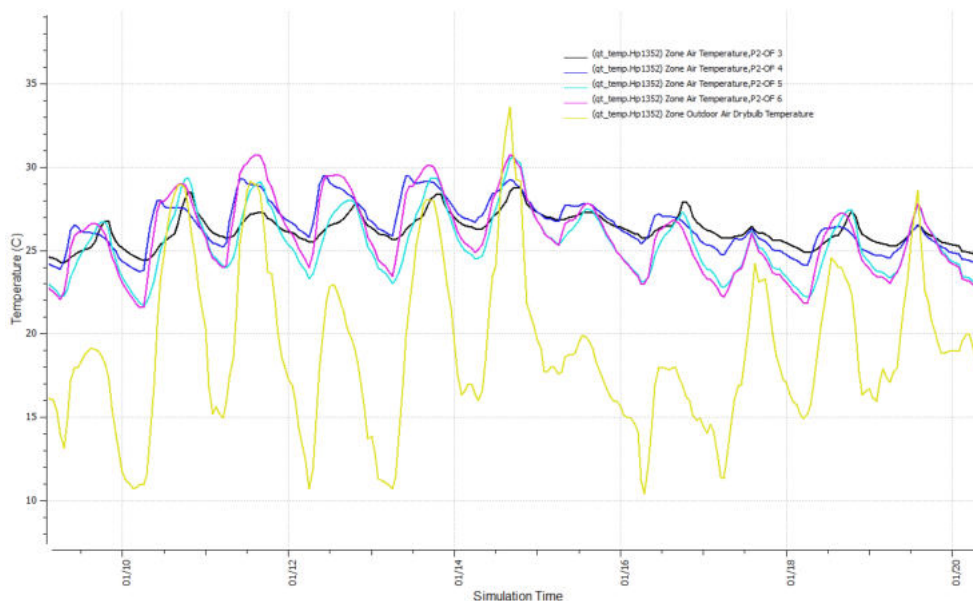


Figura 132. Comportamiento térmico 10 al 20 de enero (sin DAC)

Figura 132. La temperatura exterior más baja registra una mínima de 11°C y 33.5°C la más alta con una amplitud de 22.5°C. Las temperaturas interiores van de los 22 a 31°C , con una amplitud de 9°C en las oficinas esquineras y una amplitud de 5°C para las otras. Las oficinas 5 y 6 tienen temperaturas más altas que las 3 y 4, por la característica de doble fachada vidriada expuesta. Las diferencias de temperaturas entre el exterior y promedio interior rondan los 15.5°C, fundamentalmente respecto a las mínimas, mientras que son similares las máximas.

Día

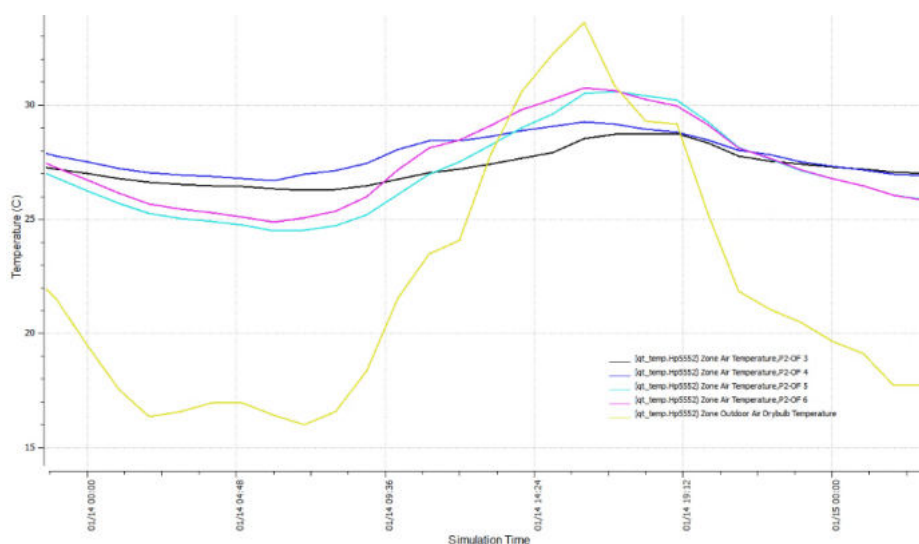


Figura 133. Comportamiento térmico 14 de enero (sin DAC)

De la Figura 133 Se tomó como base el día más caluroso de la semana, con mínimas de 16.5°C y máxima de 33.5°C pasadas las 15:00hs. El interior con promedio de 27°C. Mínima 24.5 en para esquineras y máximas de 31°C; mientras que las oficinas 3 y 4 con mínimas de 26.5 y máximas de 29.5°C en tales resultados se evidencia la influencia del sol este/ oeste. A pesar de una amplitud térmica exterior de 17°C, el interior es más uniforme y caluroso.

Invierno Periodo completo

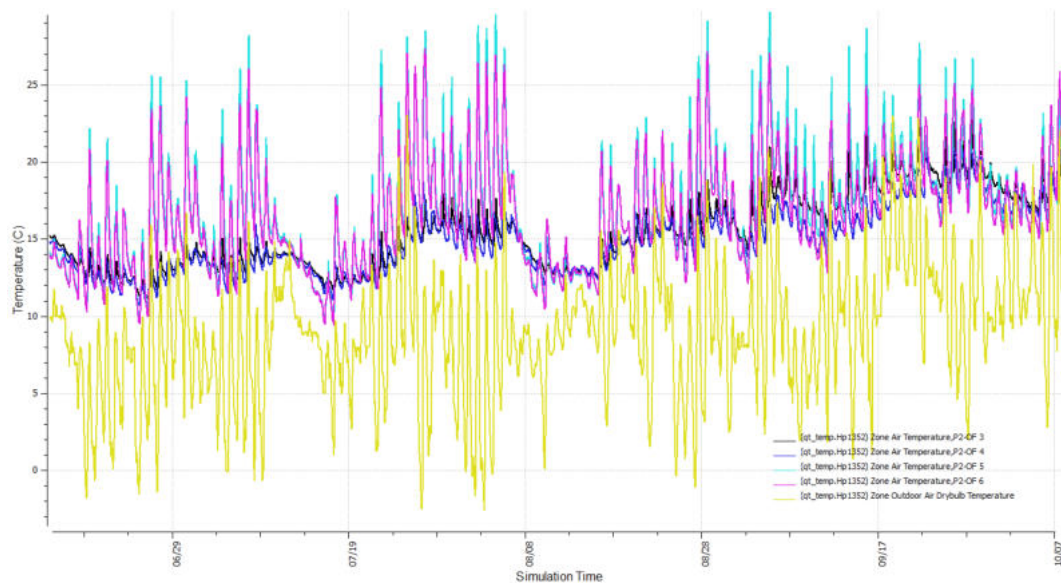


Figura 134. Comportamiento térmico meses de invierno 21 de junio-20 de septiembre (sin DAC)

En la Figura 134 las temperaturas en el interior son mayores que las temperaturas del exterior en invierno. Temperaturas interiores mínimas de 9.5 °C y máximas de 29°C , mientras que las exteriores oscilan desde -2°C hasta los 24°C. Puede establecerse que en general durante el periodo invernal las temperaturas interiores oscilan bastante, con una importante amplitud de más de 20°C en el día; es destacable que el rango de las temperaturas interiores sobrepasen a las exteriores, por la ganancia pasiva de calor.

Semana

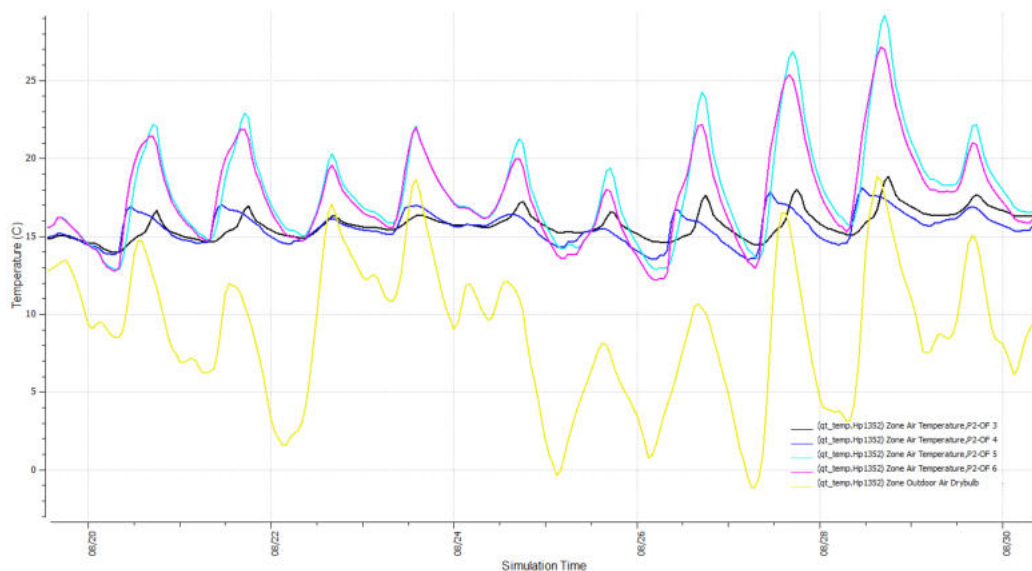


Figura 135. Comportamiento térmico 20 al 30 de agosto (sin DAC)

En la Figura 135 Se observa en esta semana que en general las temperaturas interiores superan a las exteriores y presentan un rango más uniforme de valores, sobre todo las oficinas 3 y 4 entre 14°C y 19°C, mientras que las 5-6 entre 12°C y 29°C, contrastando el exterior en el rango entre -1 °C y 18.5°C. El promedio de las mínimas interiores es bastante mayor que las exteriores con una amplitud de 14.5°C. También las máximas internas para las oficinas 3 y 4 apenas superan la temperatura exterior (fuera del rango mínimo confort) pero las esquinas presentan una amplitud térmica de más de 10 °C respecto al exterior.

Día

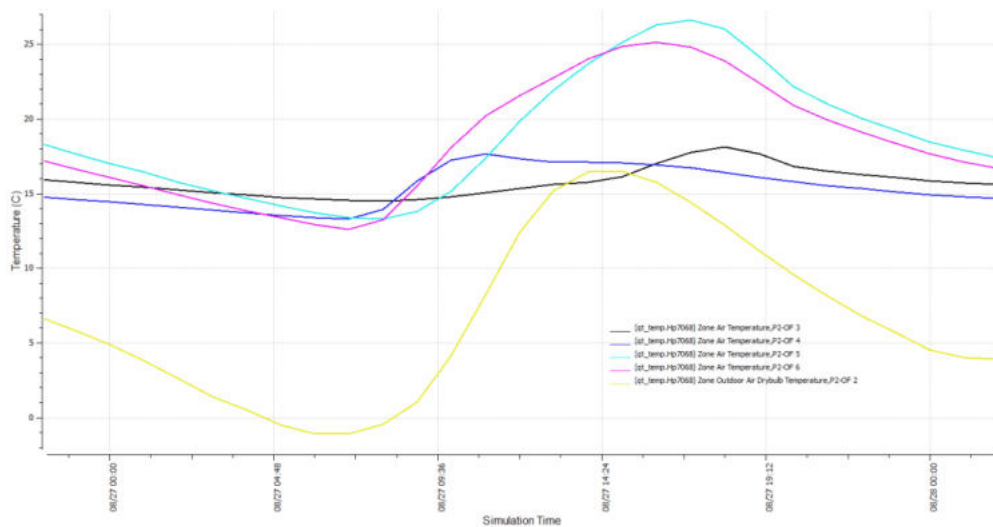


Figura 136. Comportamiento térmico día 27 de agosto (sin DAC)

Las temperaturas interiores oscilan entre los 13°C y 26.5°C (sobre todo oficinas esquineras), replicando la curva de las temperaturas exteriores que van entre -1°C y 16.5°C, con una amplitud diaria de 17.5°C. Al amanecer aumenta la temperatura interior, llegando a una máxima de 26.5°C en las esquineras, y 18°C en la 3 y 4 al atardecer y anochecer. La orientación de las oficinas y la mayor superficie vidriada producen acumulación de calor, mientras que las 3 y 4 se hallan bajo el rango de confort deseado, durante toda la jornada. Respecto a la amplitud exterior interior, todas las oficinas tienen 14°C de diferencia.

Análisis resultados piso intermedio con DAC

Anual

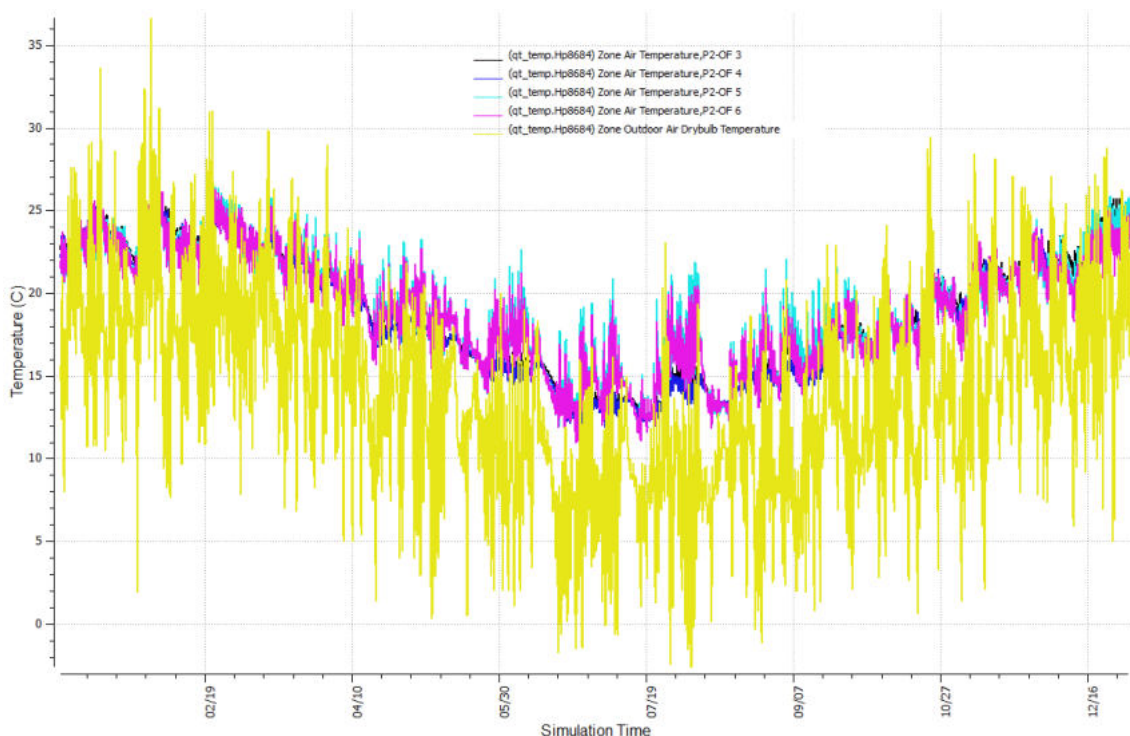


Figura 137. Comportamiento térmico anual pisos intermedios (con DAC)

Verano Período completo

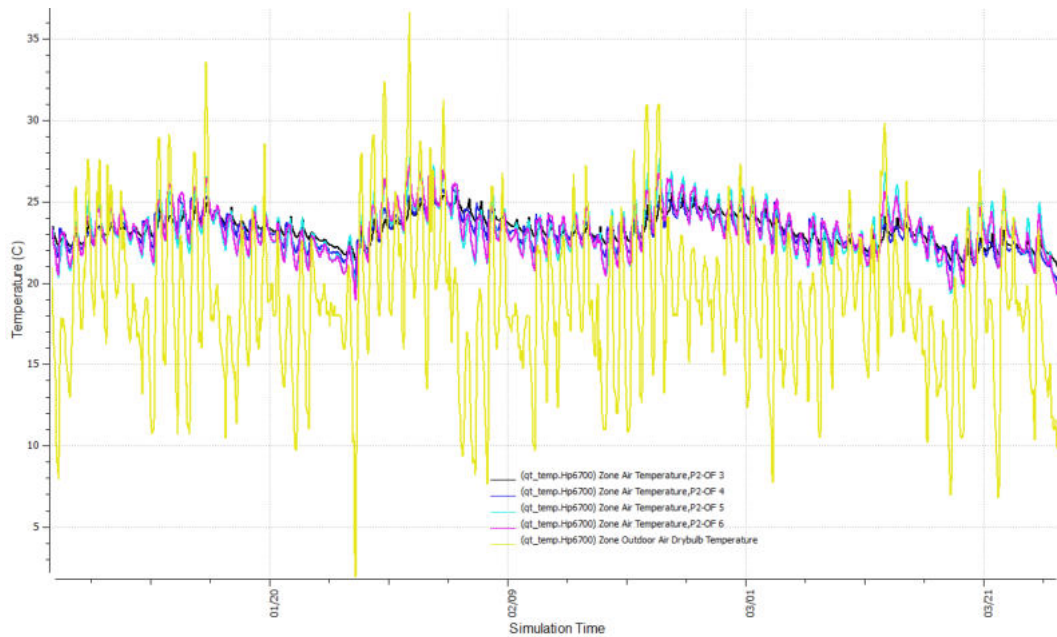


Figura 138. Comportamiento térmico meses verano (con DAC)

Se observa un comportamiento térmico interior más uniforme con temperaturas que oscilan entre 19°C y los 27.5°C; con 8.5°C de diferencia en el día y un promedio de 24°C durante el periodo estival.

Semana

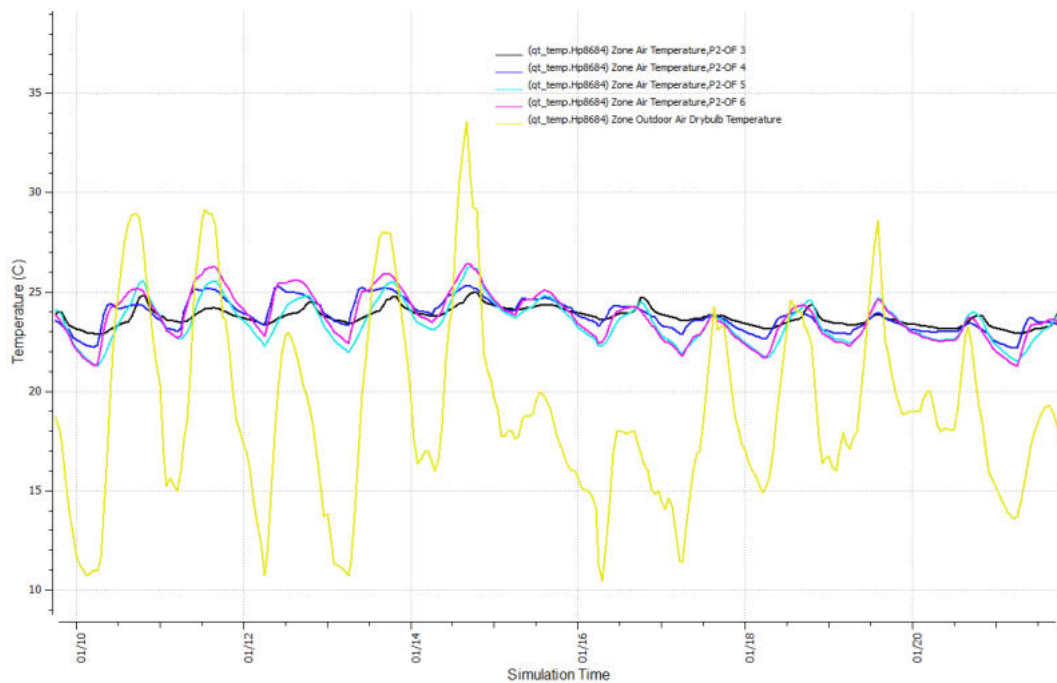


Figura 139. Comportamiento térmico 10 al 20 de enero (con DAC)

En la Figura 139, se observan amplitudes térmicas considerables entre el exterior e interior, con mínimas entre 11°C y 33.5°C; y diferencias mínimas de temperaturas entre los espacios interiores según su orientación. Las oficinas 5 y 6 llegan a una máxima de 26.5°C y mínima de 21.5°C, la oficina 4 máxima de 25.5°C mínima 23.5°C y la oficina 3 máxima 25°C mínima 22.5°C. Lo que refleja mayor uniformidad durante la jornada.

Día

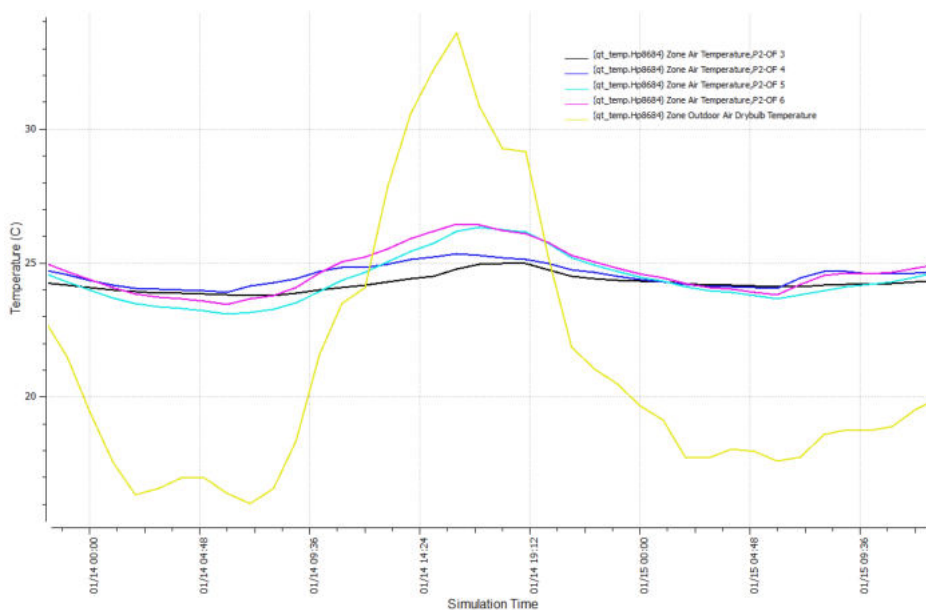


Figura 140. Comportamiento térmico 14 de enero (con DAC)

En la Figura 140 se observan grandes amplitudes térmicas entre el interior y el exterior, pero porque El comportamiento térmico interior es homogéneo independientemente de las temperaturas exteriores, con mínima y máxima que oscilan entre los 23.5°C y 26.5°C. La temperatura máxima de la oficina 6 es 26.5°C y en el exterior es 33.5°C, una diferencia de 7°C. La temperatura más baja le corresponde a la oficina 5 con 23.5°C , muy cercana a la máxima interna, mientras la temperatura más baja en el exterior es 16.2°C diferencia de 7.5°C.

Invierno Periodo completo

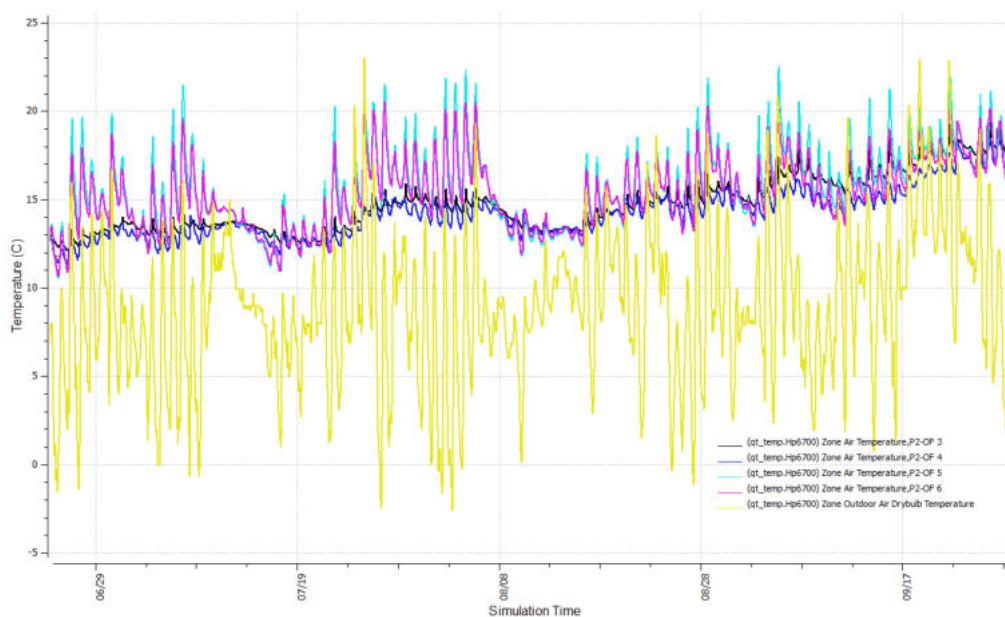


Figura 141. Comportamiento térmico meses de invierno 21 de junio-21 de septiembre (con DAC)

En la Figura 141 se registran temperaturas interiores entre los 10.5 °C y 22°C; bastante mayor amplitud que en el caso del verano. En algunos puntos la temperatura exterior es más alta que la temperatura interior y en

otros casos la temperatura exterior e interior se equiparan en algunos picos de máxima, pero en general las temperaturas exteriores se mantienen muy por debajo de las temperaturas interiores.

Semana

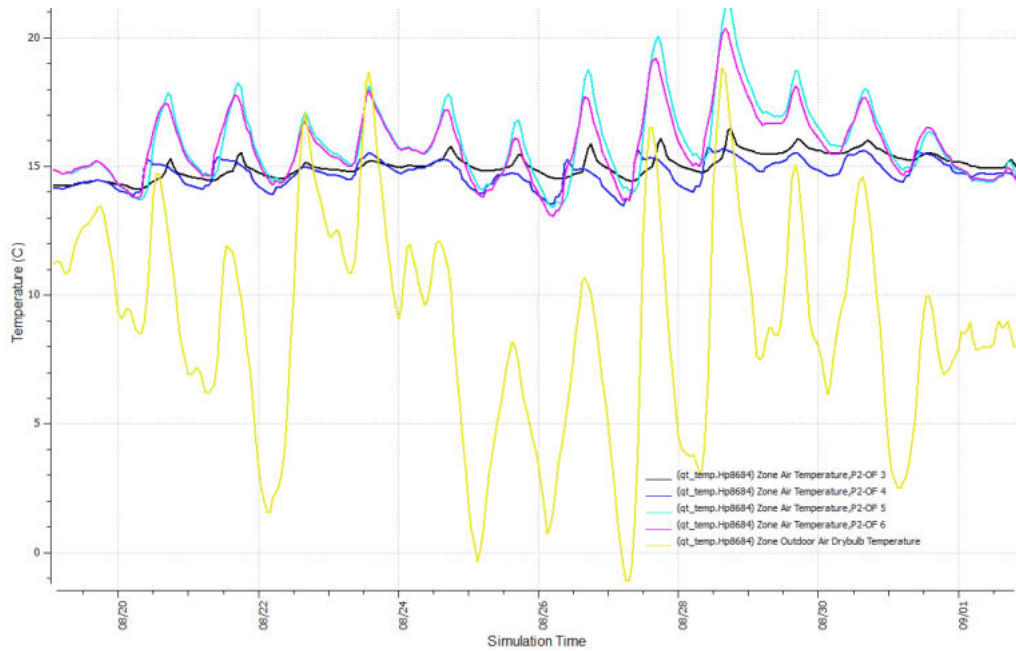


Figura 142. Comportamiento térmico 20 al 30 de agosto (con DAC)

La Figura 142, de la semana invernal, muestra en general menos saltos de temperatura en relación al exterior. Las oficinas 5 y 6 se comportan de manera similar y acompañan los picos exteriores aumentando su temperatura con una máxima de 21°C registrada en la 5 y la mínima de 13°C en la 6. Las oficinas 3 y 4 presentan temperaturas más bajas, pero cercanas entre los 13°C a 16°C.

Día

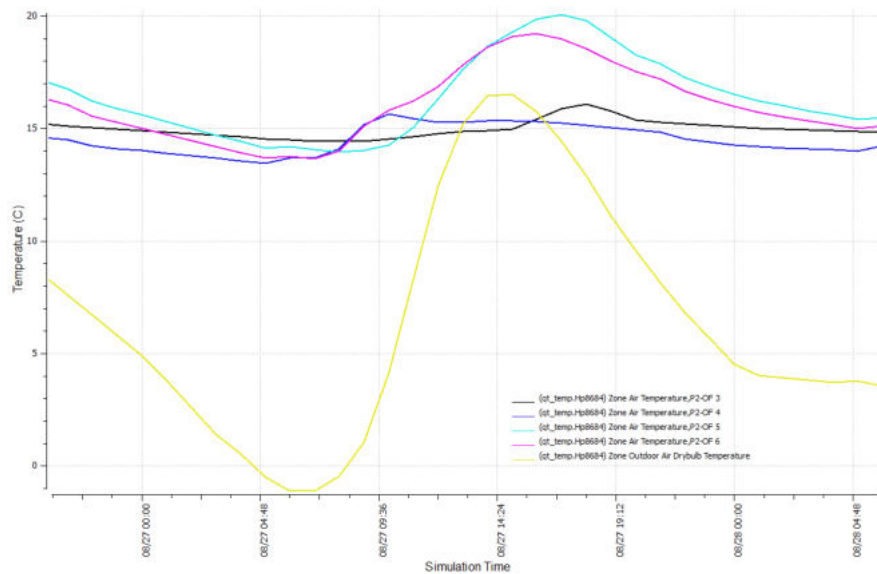


Figura 143. Comportamiento térmico 27 de agosto (con DAC)

Las temperaturas interiores presentan un comportamiento uniforme en horas de la madrugada bajando hasta antes del amanecer, en un rango de 13.50°C a 16°C ; con el sol las temperaturas van aumentando con máximas

en oficinas 3 y a 4 que llegan a 16°C, 20°C la 5 y 19°C la 6. La envolvente tiene un buen desempeño en general, manteniendo las temperaturas interiores alrededor 15° mientras que la mínima exterior es de -1°C.

Análisis resultados último piso sin DAC:

Verano Semana

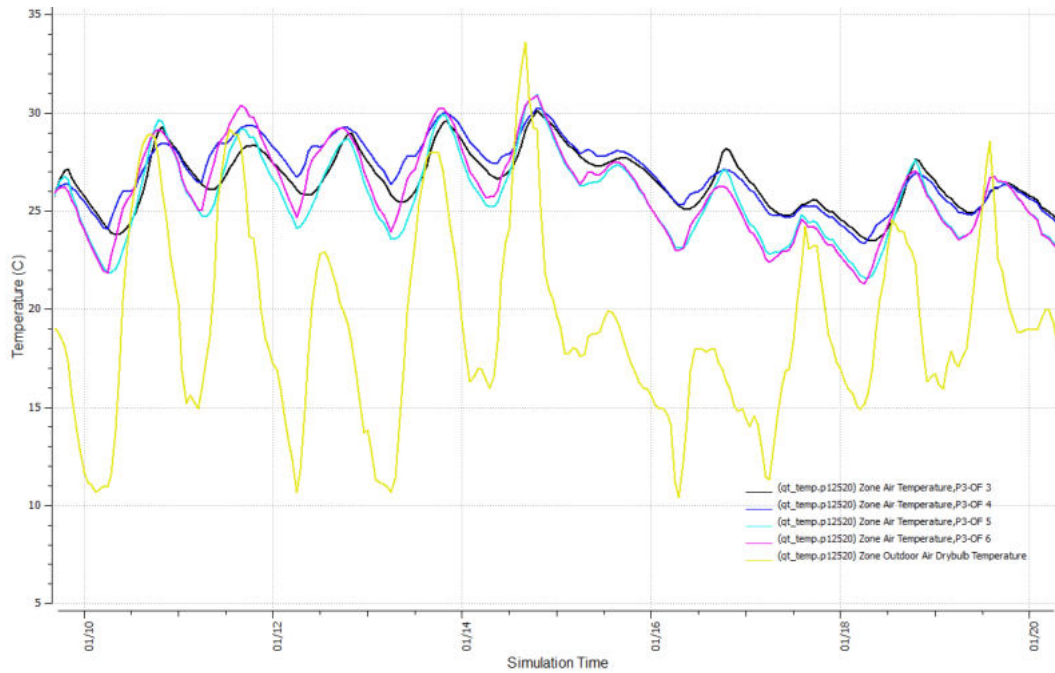


Figura 144. Comportamiento térmico 10 al 20 de enero (sin DAC)

En la Figura 144 las temperaturas interiores de todas las oficinas del último piso, oscilan entre los 22 °C y 31°C, siendo en general bastante mayores que las temperaturas exteriores. En algunas situaciones las oficinas 3(oeste) y 4 (este) inclusive sus temperaturas son más altas que las oficinas esquineras. Por lo tanto, influye mucho además la exposición de la superficie de azotea al sol.

Día

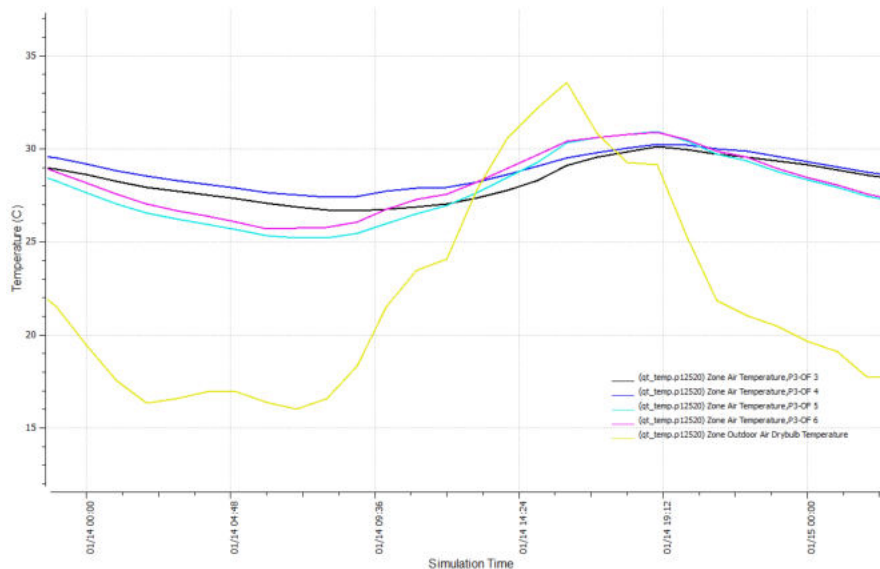


Figura 145. Comportamiento térmico 14 de enero (sin DAC)

En la Figura 145 se observa que las temperaturas interiores oscilan entre 31°C y 25.3°C, siendo todas similares en comportamiento; y en el exterior van de 16°C a los 33°C, siendo mayor diferencia interior- exterior durante la madrugada; y sobre calentamiento durante la jornada laboral.

Invierno Semana

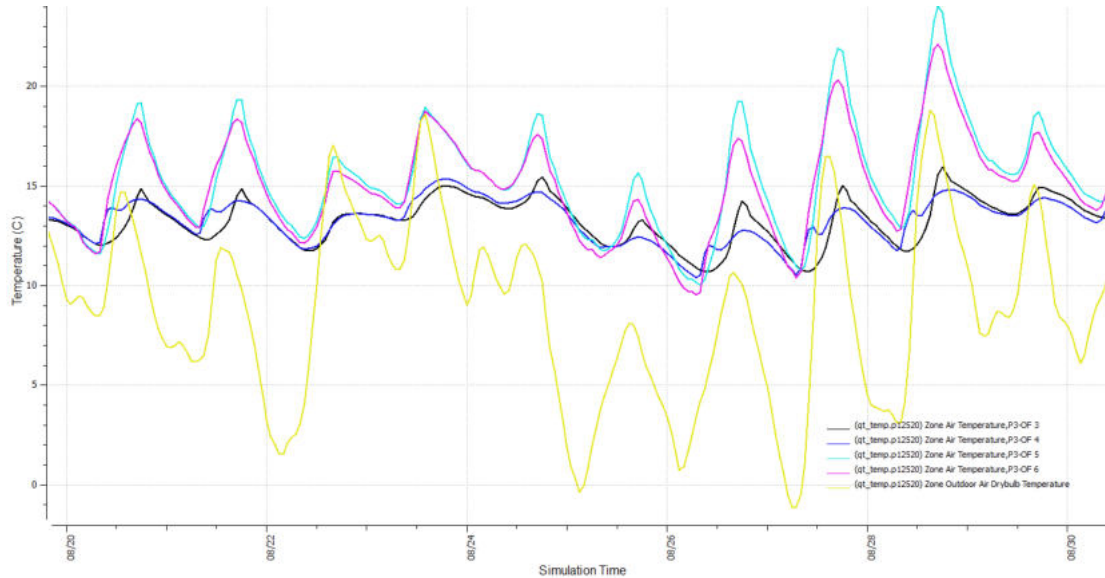


Figura 146. Comportamiento térmico 20 al 30 de agosto (sin DAC)

En la Figura 146 se observa que las temperaturas máximas interiores se presentan en las oficinas 5 y 6 con una máxima de 23.5 °C y con una mínima de 13.5°C. Las oficinas 3 y 4 mantienen temperaturas entre 11°C y 16°C. Las temperaturas exteriores se mantienen más por debajo de las temperaturas interiores en horas de la madrugada, y en general el interior es más cálido.

Día

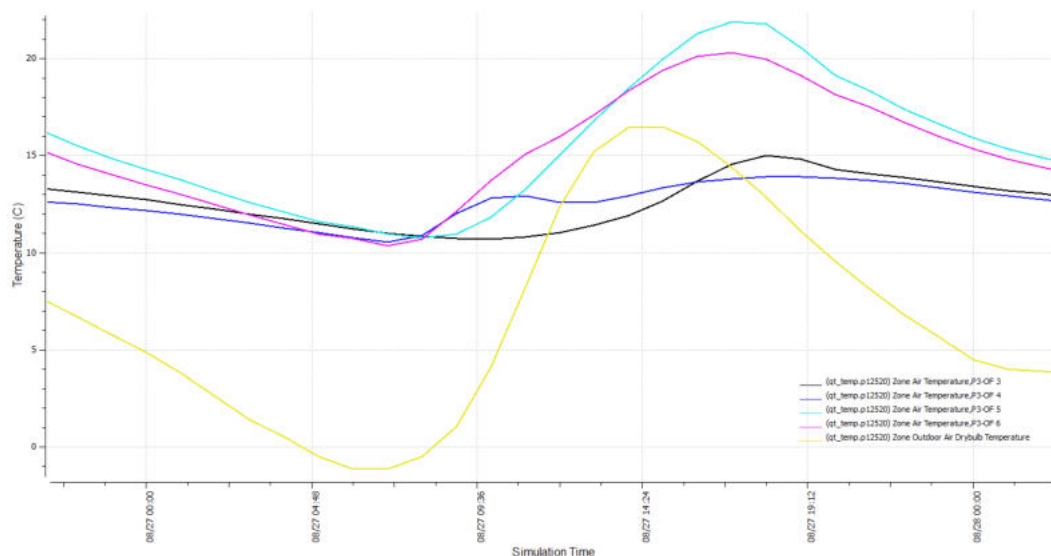


Figura 147. Comportamiento térmico 27 de agosto (sin DAC)

Para el día 27 de agosto, las temperaturas exteriores varían entre -1°C y 17.5°C, mientras que en el interior entre 11°C y 22°C. Con unas horas de desfase respecto de la máxima exterior, se alcanzan las máximas interiores en las oficinas 22°C en la 6 y 20°C en la 5; y 14°C y 15°C en la 4 y 3 respectivamente. Por lo tanto las 5 y 6 se hallan en confort en la tarde por influencia de la carga térmica solar continuada.

Análisis resultados último piso con DAC:

Verano Semana

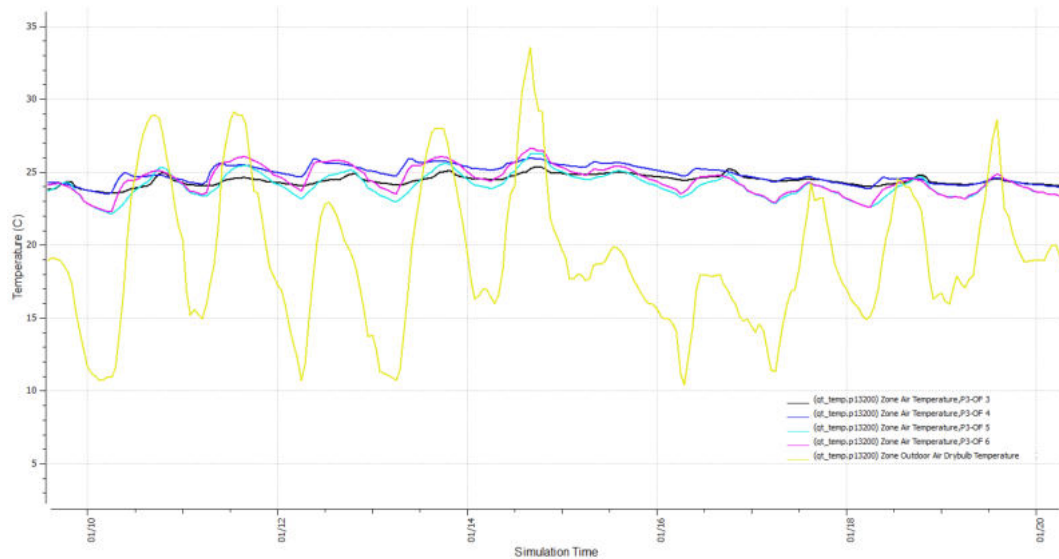


Figura 148. Comportamiento térmico 10 al 20 de enero (con DAC)

A simple vista en comparación con el caso sin DAC, el comportamiento de todas las oficinas es mucho más uniforme, oscilando entre 23°C y 27°C. En algunos puntos se observan que las temperaturas de la oficina 3 y 4 son más altas que los espacios orientados al norte, a pesar que éstos reciben también radiación del este y oeste.

Día

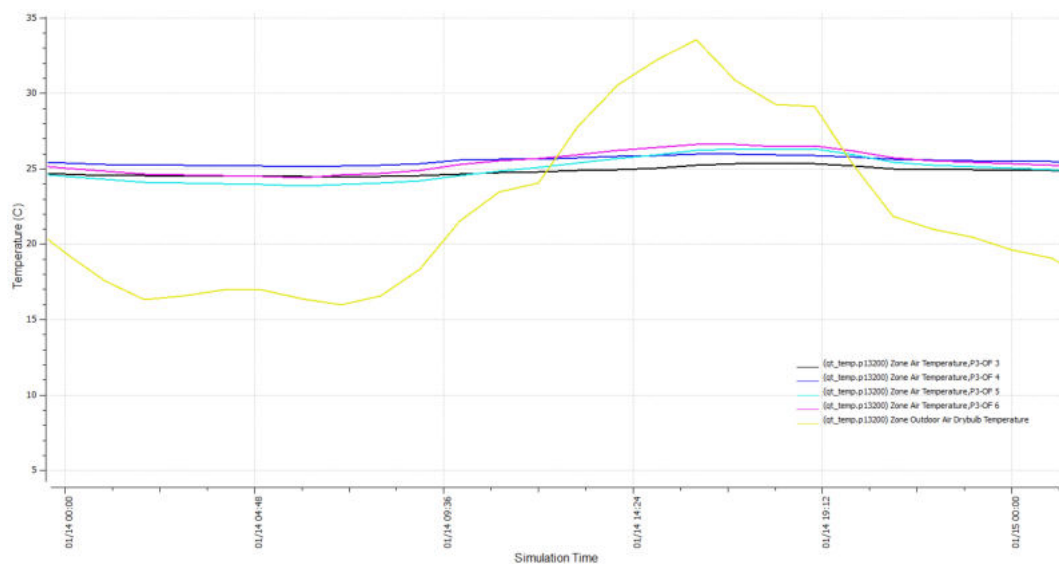


Figura 149. Comportamiento térmico 14 de enero (con DAC)

Durante el día la amplitud térmica va de 17°C a los 33°C, mientras que en los espacios interiores presentan temperaturas muy uniformes entre los 24.5°C y 26.5°C, lo cual demuestra muy buen comportamiento para el confort.

Invierno Semana

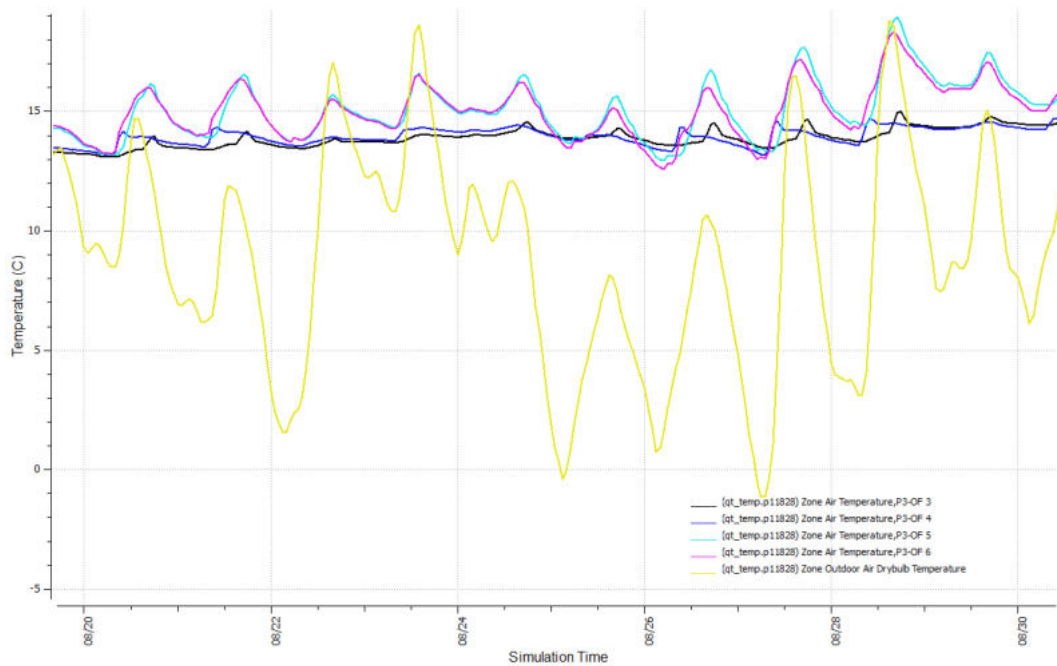


Figura 150. Comportamiento térmico 20 al 30 de agosto (con DAC)

Las oficinas 5-6 presentan máximas de 18.5°C con mínimas de 13.5°C mientras que las 3-4 máximas de 15°C y mínimas de 13.5°C. En este caso el comportamiento general de las 3 y 4 es más uniforme, siendo más eficiente en horas de la madrugada ante bajas temperaturas. Se ve afectada en el día por la radiación solar sobre todo en las 5 y 6 con curvas que acompañan las exteriores.

Día

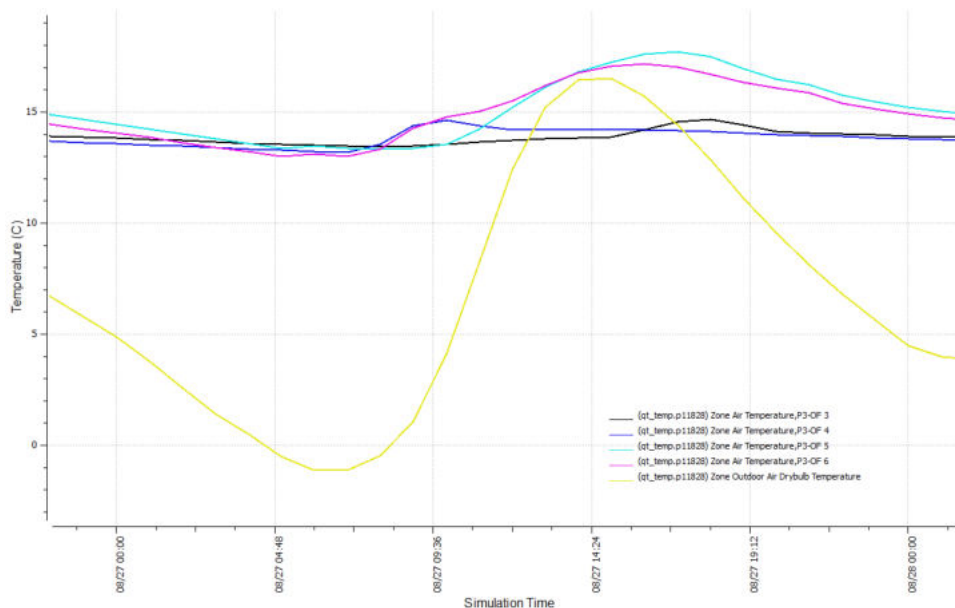


Figura 151. Comportamiento térmico 27 de agosto (con DAC)

Para el día 27 de agosto, con una amplitud térmica exterior de 17.5°C (mínima -1°C y máxima 16.5°C) el interior se comporta de buena manera pues las temperaturas rondan entre 13.5°C y 18°C (oficinas 5 y 6).

Discusión

Se observa que las mejoras en la envolvente-sistema constructivo y parasoles- reducen las amplitudes térmicas en el interior de las oficinas. El comportamiento general varía de acuerdo a la orientación y mayor o menor superficie vidriada. En los casos sin DAC las oficinas orientadas al norte en esquina (este y oeste) presentan saltos térmicos significativos en comparación con las orientadas solo al este y al oeste. Se observó que en el verano los casos con DAC presentan más uniformidad, con temperaturas interiores entre 21.5°C y los 27°C con amplitudes térmicas alrededor de 5°C o menos mientras que sin DAC estos valores alcanzan un promedio de 12°C(entre a18°C a 33°C). En invierno las oficinas sin DAC se comportan de otra manera produciéndose discrepancias de temperaturas de las oficinas 5 y 6 respecto a las 3 y 4. Esta situación se da por el ingreso de la radiación solar con rayos más bajos en los espacios orientados al norte- este y norte oeste a través de sus ventanas, replicando la oscilación de las temperaturas exteriores con las interiores. Esta situación permite el ingreso del calor que, sumado a las cargas internas de las personas, equipamiento e iluminación ayudarían a disminuir la carga extra de calefacción para la época invernal, incluso alcanzando el confort térmico estipulado de 20°C. Debería analizarse el caso de oficinas orientadas puramente al norte (la fachada no inclinada y esquinera). En el caso del invierno con DAC los pisos intermedios presentan temperaturas de 13°C a 21°C y en el último piso de 13.5°C a 18°C, en este caso la reducción del valor máximo se da por la eficiencia térmica de la cubierta propuesta que provee de una excelente aislación a las oficinas localizadas en el último piso.

Verano		
	Sin DAC	Con DAC
Comportamiento térmico pisos intermedios	Temperaturas interiores entre 18 °C a 33°C	Temperaturas interiores entre 21.5 °C a 26.5°C
	Oficinas esquineras 5 y 6 presentan altas temperaturas siendo afectadas por la temperatura exterior y radiación solar	El comportamiento térmico interior es homogéneo, independiente de las temperaturas exteriores
Invierno		
	Sin DAC	Con DAC
Comportamiento térmico último piso	Temperaturas interiores entre 22 °C a 31°C	Temperaturas interiores entre 23 °C a 27°C
	Diferencias de temperaturas entre las oficinas 5 y 6 (esquineras) con la oficinas 3 y 4	El comportamiento térmico interior es homogéneo, independiente de las temperaturas exteriores
Verano		
	Sin DAC	Con DAC
Comportamiento térmico pisos intermedios	Temperaturas interiores entre 9 °C a 28°C	Temperaturas interiores entre 13 °C a 21°C
	Oficinas 5 y 6 temperaturas entre 19°C a 28°C , Oficinas 3 y 4 temperaturas entre 16 °C a 18°C	Oficinas 5 y 6 temperaturas entre 13°C a 21°C , Oficinas 3 y 4 temperaturas entre 13 °C a 16°C
Invierno		
	Sin DAC	Con DAC
Comportamiento térmico último piso	Temperaturas interiores entre 11°C a 23.5°C	Temperaturas interiores entre 13.5°C a 18°C
	Oficinas 5 y 6 temperaturas entre 13.5°C a 23.5°C , Oficinas 3 y 4 temperaturas entre 11 °C a 16°C	Oficinas 5 y 6 temperaturas entre 13.5°C a 18°C , Oficinas 3 y 4 temperaturas entre 13.5 °C a 15°C

Figura 152. Resumen de resultados simulación energética

En estas simulaciones se puede observar las mejoras en el comportamiento térmico de la envolvente respecto de los casos sin DAC. En verano estas mejoras se reflejan en la disminución de las temperaturas interiores. Al inicio de este trabajo se indicó que en las simulaciones no fueron consideradas las cargas internas por ocupación, las cuales según los resultados del cálculo de refrigeración, son una fuente de calor apreciable que incrementaría los valores interiores dando como resultado la temperatura real de los espacios.

Queda pendiente la simulación con la incorporación de las demás variables, como personas, equipamiento e iluminación, para observar esos incrementos mencionados y también la situación de las orientadas puramente al norte y las del sur. Además de realizarla en un volumen global que abarque todo el edificio.

ANÁLISIS TENDIENTE A UNA CERTIFICACIÓN Aplicación de la norma IRAM 11900

Se realizó el análisis para la norma IRAM 11900 de etiquetado energético, del nivel de eficiencia en el comportamiento de la vivienda para calefacción según las características de envolvente. Esta norma ha sido requerida en Argentina desde la Secretaria de Energía de La Nación, y será un requisito futuro para aprobar la solicitud del servicio de gas natural por red.

El etiquetado se define en 8 niveles (Tabla 43) y considera la transmitancia térmica de techos y muros, con un k medio ponderado, y por otro lado acorde a las condiciones climáticas del lugar para un nivel de confort interior de 20°C, tomando la caída de temperatura relacionando el exterior e interior, con un T medio ponderado. De esta manera se relacionan, la temperatura de diseño mínimas del sitio, las características constructivas, con el confort interior para invierno y la demanda de energía necesaria para alcanzarlo. En primer término, se evalúa la condición del modelo original (tabla 44) y luego el caso mejorado (Tabla 45).

Etiqueta	Condición
A	$\tau_m = 1^\circ\text{C}$
B	$1^\circ\text{C} < \tau_m = 1,5^\circ\text{C}$
C	$1,5^\circ\text{C} < \tau_m = 2^\circ\text{C}$
D	$2^\circ\text{C} < \tau_m = 2,5^\circ\text{C}$
E	$2,5^\circ\text{C} < \tau_m = 3^\circ\text{C}$
F	$3^\circ\text{C} < \tau_m = 3,5^\circ\text{C}$
G	$3,5^\circ\text{C} < \tau_m = 4^\circ\text{C}$
H	$\tau_m > 4^\circ\text{C}$

Tabla 43. Niveles de etiquetado

Análisis Modelo original

ETIQUETADO ENERGÉTICO DE EDIFICIOS - CALEFACCIÓN Proyecto IRAM 11900						Modelo ORIGINAL	
DATOS GENERALES							
Ubicación		Latitud	t.int (°C)	TDMIN (°C)	Zona Biomb.(IRAM11603)		
Provincia	Buenos Aires	-35	20	-4,4	Ivd		
Localidad	Mar del Plata						
Profesional	LMO						
Comitente	Aurora						
Dirección							
TECHOS							
Df= Tint - TDMIN +8°C y Ti= 0,13 x Ki x Δ tP%							
Elemento	Descripción	Superficie (m2)	Ki (W/m2k)	Δt(°C)	Ti(°C)	Ti(°C) techo	Kp (W/m2k)
1	Losa HA sin aisl térmica	7491,82	1,9	32,4	3,16	1,72	0,34
Total		7491,82				1,72	0,34
MUROS,PISO,ABERTURAS en contacto con aire exterior							
Df= Tint - TDMIN y Ti= 0,13 x Ki x Δ tP%							
Elemento	Descripción	Superficie (m2)	Ki (W/m2k)	Δt(°C)	Ti(°C)	Ti(°C) exp	Kp (W/m2k)
1	Aberturas perfil alum.(SRPT)+vidrio simple 6	2958,82	5,8	24,4	18,4	6,62	2,09
2	Muro lad. Cerám. hueco18 + revoques	2283,84	1,59	24,4	5,04	1,4	0,44
3	Entrepisos	579,79	0,72	24,4	2,28	0,16	0,05
Total		5822,45				8,18	2,58
MUROS,PISCy otros en contacto con ambientes no calefaccionados							
Df= (Tint - TDMIN)/ 2 y Ti= 0,13 x Ki x Δ tP%							
Elemento	Descripción	Superficie (m2)	Ki (W/m2k)	Δt(°C)	Ti(°C)	Ti(°C) exp	Kp (W/m2k)
1	Piso de PB/subsuelo	912,03	0,72	12,2	1,74	0,13	0,08
Total		912,03				0,13	0,08
Resultado valor medio ponderado							
Total	Superficie ENVOLVENTE	Superficie (m2)				Ti(°C) exp	Kp (W/m2k)
Total	Superficie CUBIERTA	14643,87				9,43	3,00

Tabla 44. Planilla de cálculo etiquetado energético para el modelo original.

En el modelo original (V2), resulta un valor medio ponderado de temperatura de 9.43°C y un k ponderado 3W/m².k. El valor de temperatura se ubica ampliamente fuera del rango H del etiquetado. Se observa que el item aberturas representa las mayores pérdidas que influyen en diferencias de temperatura interior-exterior.

Análisis modelo mejorado

ETIQUETADO ENERGÉTICO DE EDIFICIOS - CALEFACCIÓN Proyecto IRAM 11900						Modelo Mejorado	
DATOS GENERALES							
Ubicación		Latitud	t.int (°C)	TDMIN(°C)	Zona Biamb.(IRAM11603)		
Provincia	Buenos Aires						
Localidad	Mar del Plata	-35	20	-4,4	Ivd		
Profesional	LMO						
Comitente	Aurora						
TECHOS							
Dt= Tint - TDMIN +8°C y $\tau_i = 0,13 \times K_i \times \Delta t P\%$							
Elemento	Descripción	Superficie (m2)	Ki (W/m2k)	$\Delta t(°C)$	$T_i(°C)$	$T_i(°C)$ techo	Kp (W/m2k)
1	Losa HA con aisl. Térmica	1491,82	0,27	32,4	0,87	0,16	0,05
Total		1491,82				0,16	0,05
MUROS,PISOS,ABERTURAS en contacto con aire exterior							
Dt= Tint - TDMIN y $\tau_i = 0,13 \times K_i \times \Delta t P\%$							
Elemento	Descripción	Superficie (m2)	Ki (W/m2k)	$\Delta t(°C)$	$T_i(°C)$	$T_i(°C)$ exp	Kp (W/m2k)
1	Aberturas PVC (CRPT)DVH	2958,82	1,86	24,4	5,9	2,12	0,67
2	Muro doble + aisl-térmica	2283,84	0,51	24,4	1,62	0,45	0,14
3	Entrepisos aislados	579,79	0,47	24,4	1,3	0,09	0,03
Total		5822,45				2,66	0,84
MUROS,PISOS y otros en contacto con ambientes no calef.							
Dt= (Tint - TDMIN) / 2 y $\tau_i = 0,13 \times K_i \times \Delta t P\%$							
Elemento	Descripción	Superficie (m2)	Ki (W/m2k)	$\Delta t(°C)$	$T_i(°C)$	$T_i(°C)$ exp	Kp (W/m2k)
1	Piso de PB/subsuelo aislado	912,03	0,47	12,2	0,65	0,07	0,05
Total		912,03				0,07	0,05
Resultado valor medio ponderado							
Total	Superficie ENVOLVENTE	8226,3				$T_i(°C)$ exp	Kp (W/m2k)
Total	Superficie Cubierta	14643,87				2,89	0,94

Tabla 45 Planilla de cálculo etiquetado energético para el modelo mejorado.

En el modelo mejorado(V3), resulta un valor medio ponderado de temperatura de 2.89° C y un k ponderado 0.94 W/m² k. El valor de temperatura se ubica en el rango E del etiquetado, por lo cual puede decirse que es aceptable; notablemente ha disminuido respecto a la versión original de la envolvente, pero es factible y deseable mejorar. A continuación, se muestran las etiquetas correspondientes.


Energía de calefacción	
Dirección postal	Envolvente
Id catastral	Edificio
Más eficiente	
	
Menos eficiente	
T_m [°C]	9,43
$K' m$ [W/m2.K]	3,00
TDMIN Ext. (IRAM 11603) en °C	-4,4
Temperatura de diseño interior en °C	20
Superficie cubierta en m2	14643,87
Profesional responsable	Olivé
Certificado N°	
Fecha evaluación	2015
Fecha emisión certificado	2016
IRAM 11900	

Tabla 46. Etiqueta certificado para la original (V2)


Energía de calefacción	
Dirección postal	Envolvente
Id catastral	Edificio
Más eficiente	
	E
Menos eficiente	
T_m [°C]	2,89
$K' m$ [W/m2.K]	0,94
TDMIN Ext. (IRAM 11603) en °C	-4,4
Temperatura de diseño interior en °C	20
Superficie cubierta en m2	14643,87
Profesional responsable	Olivé
Certificado N°	
Fecha evaluación	2015
Fecha emisión certificado	2016
IRAM 11900	

Tabla 47. Etiqueta certificado para la versión mejorada (V3).

Análisis comparativo Conclusión

Según lo mencionado al principio respecto del etiquetado, se desprende que, cuanto más resistencia térmica tengan los componentes del cerramiento, mejor será el desempeño del edificio para mantener el confort interior y por lo tanto se reducirán las cargas térmicas de calefacción.

REFLEXIONES FINALES

De acuerdo a los resultados obtenidos es claro que si puede reducirse de manera considerable las cargas térmicas en calefacción y refrigeración a partir del tratamiento de la envolvente. En ambos casos, las diferencias más notables se evidencian al comparar las resultantes del caso original y el mejorado; la superficie vidriada es el factor más relevante por donde se presentan mayores pérdidas y ganancias comportando el 70%. Por lo tanto, al momento del diseño inicial es relevante estudiar el porcentaje y tipos de cerramientos, aberturas sobre todo además de sistemas de protección solar.

En la carga para refrigeración se muestra la variabilidad en todos los items, que se da por la conducción de la envolvente (muros y aberturas) y la carga térmica solar por radiación. Como se refirió en el apartado correspondiente, las cargas internas por ocupación se mantienen constantes, por lo tanto solo se hace hincapié en la envolvente como principal item factible a mejorar el desempeño total.

Se analizaron y verificaron todas las normas menos la de ahorro de energía en refrigeración. Al respecto se halló la dificultad de no contar con un GR y QR admisibles con los cuales comparar y realizar la verificación. En primera instancia la norma 11659 se refiere a edificios de vivienda con un valor máximo de volumen a refrigerar en 10000 m³, siendo que el edificio tiene solo de oficinas 26.845m³. Se utilizó como antecedente el trabajo de Salvetti, B; Czajkowski, J. Gómez, A. (2010) "*Ahorro de energía en refrigeración de edificios para oficinas, propuesta de indicadores de eficiencia y valores admisibles*" en el cual se habían propuesto valores admisibles para el coeficiente volumétrico y carga en refrigeración GR_{adm} y QR_{adm} específicamente para oficinas. Pero la cuestión es que en dicho *paper*, el rango del volumen a refrigerar, también alcanzaba los 10000m³ máximo.; entonces se realizó el procedimiento mencionado para obtener hipotéticamente los valores de GR_{adm} y QR_{adm} correspondientes con el volumen del modelo. Finalmente se compararon los resultados del GR y QR de cálculo con los estimados admisibles y no verificó ninguno. Incluso habiendo desarrollado las estrategias recomendadas en la misma norma, con muy buenos valores de los coeficientes de los cerramientos en el caso mejorado, el valor resultante del proyecto supera en un 50% al admisible aparente. Por lo cual surgen planteos tales como: ¿Cuál será el procedimiento para lograr la verificación? ¿Es éste un caso particular o aplicará para todos los edificios de oficinas de gran volumen? Para salvar esas interrogantes estimo que será preciso analizar otros casos similares de proyectos y auditorias para obtener una base de datos y mediante su procesamiento, definir nuevos parámetros que contemplen a edificios de gran porte o complejidades para el caso de oficinas y otros destinos. Y de este modo evidenciar si el caso de estudio es la excepción, o en caso de tendencia, proponer nuevos valores de referencia para GR y QR admisibles. Y ya con los indicadores válidos, reformular y modificar lo necesario en el caso de estudio para lograr su verificación.

También se realizó el análisis de certificación energética para ahorro en calefacción de la norma IRAM 11900, demostrando que, con mayor aislación y resistencia térmica, se logra ingresar en la clasificación gradual del etiquetado en el rango E. En cuanto a este tipo de certificación, quizás deba establecerse también un rango de etiquetado que contemple la refrigeración, sobre todo en edificios de grandes volúmenes los cuales requerirán mayor demanda energética. De esta manera se podrá obtener un índice global de climatización. Sería muy favorable desarrollar una certificación a nivel integral, con diseño ambientalmente consciente de carácter nacional, que abarque diversos tipos y funciones de edificios, pero sobre todo acorde a las características edilicias, constructivas, culturales, económica, legales, etc de nuestro país. Tomando como referencia las existentes internacionales y discutir lo adecuado a contemplar de las mismas.

Todos estos cálculos pueden parecer en un momento algo abstractos en cuanto al comportamiento real del edificio, pues varias estrategias o factores quedan fuera y podrían influir en el mejoramiento o empeoramiento. Por lo cual se hace muy necesario el empleo de modelos matemáticos de simulación. En tal sentido podrá ser de ayuda una primera simulación muy general, para luego realizar los detalles. Para el desarrollo de este trabajo, queda pendiente una simulación completa, lo que, por su complejidad en la introducción de datos, demandaría más tiempo. Pues solo se evaluó un sector representativo del edificio, que igualmente aporta

fundamentos para establecer reflexiones acerca del desempeño en cuanto a la envolvente, que refuerza lo analizado mediante los demás cálculos y verificaciones. Con este tipo de herramientas es posible establecer pautas más acertadas respecto de la relación entre el volumen y la superficie envolvente, para situaciones como el modelo de estudio que permita estudiar bien la morfología; pues el factor forma-superficie-entorno en contacto con el exterior juega un papel fundamental. Así con la lectura completa de los gráficos podrá determinarse luego las zonas térmicas según cargas y orientación, esto es muy útil al momento de dimensionar el sistema de climatización.

Hay programas y sistemas informáticos muy buenos de aplicación para el desarrollo de un análisis D.A.C. que se utilizaron en el período de formación de la Especialización y Maestría, pero que en muchos casos no han sido actualizados, por lo cual es lamentable no contar con un reajuste de tales herramientas que colaboran y sustentan un trabajo acreditado. Respecto a la base de datos meteorológicos que se utilizó para los cómputos del periodo 1991-2000, deberían reformularse con datos actuales, para obtener conclusiones más acordes en sintonía con la base de TDMIN y TDMAX de la norma 11603 actualizada y la variabilidad climática mundial.

En cuanto a las demás estrategias planteadas en el apartado introductorio de criterios de sustentabilidad, mencionadas en las intenciones de aplicar en el edificio, lamentablemente no pueden ser desarrolladas o comprobadas, pero si consideradas a partir de antecedentes que son ciertamente de relevancia para colaborar en el ahorro de energía en general y la conciencia ambiental. Se mencionaron los posibles ahorros en el caso del agua empleando agua de lluvia y aguas grises, llegando a casi 60% de la demanda para inodoros y servicios e incluso hasta más del 90% por supuesto empleando artefactos y sistemas eficientes. Lo mismo para la energía eléctrica abocando al uso racional de la energía, por el tipo de luminarias y artefactos que faciliten el ahorro por consumo en electricidad. En cuanto al tema específico de climatización, es de relevancia en cualquier edificio por la proporción de energía que demanda. Las iniciativas a implementar en el caso de estudio, han sido planteadas conceptualmente, pero considero que, para un caso real en un edificio de tal envergadura, es imprescindible el asesoramiento y especificaciones de los profesionales de cada rubro interviniente, como en toda obra. Por la implicancia de las decisiones que se toman en la etapa proyectual, debe procurarse un dialogo fluido entre las partes con un criterio resolutivo integral, en este caso basado en pautas generatrices del diseño ambientalmente consciente a lo cual deben acomodarse los demás rubros y participantes, incluyendo al comitente, en el compromiso. Quien sea el promotor de semejante edificación es responsable de todo lo que implicará su concreción, en todo el ciclo de vida, sobre todo en la etapa operativa, sabiendo que será un gran consumidor de energía eléctrica, gas y agua potable, además de generador de emisiones GEI, residuos y desechos que contaminan el ambiente. En el caso de la ciudad de Mar del Plata en particular, como se mencionó anteriormente, tiene problemas con los desagües cloacales sin tratamiento que van al mar y últimamente con el acceso al gas natural como fuente de energía por lo cual se están realizando edificios que funcionan solo con electricidad. Por eso se vuelve fundamental la búsqueda e investigación de soluciones alternativas, energías renovables y sistemas de cogeneración, siempre apuntando a la eficiencia energética. La concienciación ambiental y saber las consecuencias de nuestras acciones son fundamentales.

Hoy día continúan haciéndose edificios como cajas de cristal herméticas. ¿Cómo funcionan esas torres? ¿Verifican todas las normas locales pertenecientes a la vigente Ley 13059? Definitivamente es imperioso que la aplicación de esta ley no sea una opción, sino parte de un plan mayor y una política nacional integral de cuidado ambiental y ahorro energético. No debería seguirse con el concepto de rápido y barato en ciertas cuestiones; los recursos y la energía no son eternos. Mientras tanto, con pequeños pasos, lento pero constante, a continuar junto a quienes aspiran alcanzar un Bien Común desde el rol que nos toca.

"Lo importante no es encontrar el camino sino estar en su búsqueda y no dejarse embargar por el tamaño de la empresa." G.B.

Arq. Leticia Mara Olivé

BIBLIOGRAFIA

Czajkowski Jorge, Gómez Analía (2011) Cuadernos de Arquitectura Sustentable. 1ª edición. Dunken, Buenos Aires.

Edwards, Brian (2008) Guía Básica de la sostenibilidad. 2ºed. Gustavo Gili, Barcelona.

Evans Martin y Schiller, Silvia (1994) Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar. 3ª edición, Serie Ediciones Previas. Ediciones FADU, Universidad de Buenos Aires.

Gonzalo, Guillermo (2003) Manual de Arquitectura Bioclimática. (2008)Un Vitruvio ecológico Principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. 1º edición. Barcelona: Gustavo Gili.

Morillón Galvez, David (2009) Atlas de la Ventilación para la República Mexicana .Potencial para ahorrar energía en la climatización de edificios. Instituto de Ingeniería, UNAM.

Patinni, Andrea (2009)La luz natural en las escuelas. Aprovechamiento y control de la luz solar en aulas. Ed DUNKEN, Buenos Aires.

Yarke, Eduardo(2005)Ventilación natural de edificios: fundamentos y métodos de cálculo para aplicación de ingenieros y arquitectos. Nobuko, Buenos Aires.

Normas

IRAM 11601(2002) Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. IRAM. Buenos Aires.

IRAM 11603(2011) Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. IRAM. Buenos Aires.

IRAM 11604(1990) Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico de pérdidas de calor. Cálculo y valores limites .IRAM. Buenos Aires

IRAM 11605(1996) Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad. IRAM. Buenos Aires.

IRAM 11605(1996) Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad. IRAM. Buenos Aires.

IRAM 11625(2000) Aislamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales de muros exteriores, pisos y techos de edificaciones en general. IRAM. Buenos Aires.

IRAM 11630(2000) Aislamiento térmico de edificios. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en puntos singulares de muros exteriores, pisos y techos de edificaciones en general. IRAM. Buenos Aires.

IRAM 11659-1(2004) Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Vocabulario, tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración. IRAM. Buenos Aires.

IRAM 11659-2(2007) Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Viviendas. IRAM. Buenos Aires.

IRAM 11900(200) Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Viviendas. IRAM. Buenos Aires.

Documentos y artículos publicados

ASHRAE (2011) Advanced energy design guide for small and medium office buildings. Achieving 50% energy savings toward a net zero energy building.USA

Asociación de empresas de eficiencia energética: Consumos, medidas y potenciales ahorros en edificios.

Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono- Dos maneras de medir el Impacto Ambiental de un Producto; Departamento de Medioambiente, Planificación Territorial , Agricultura y Pesca- Gobierno Vasco, 2010.

Cambio climático: La Costa Atlántica, en zona de riesgo- Sección Medioambiente, Diario CLARIN, Noviembre 2011.

Comité español de iluminación- Ministerio de Ciencia y tecnología - Instituto de la diversificación y ahorro de la energía: Guía técnica de eficiencia energética en iluminación. Madrid, 2001.

Consejería de economía y Hacienda: Guía de auditoría energética en edificios de oficinas en la comunidad de Madrid.

Consejo empresario Argentino para el Desarrollo sostenible, 2012. Escenarios de emisión de gases de efecto invernadero-Argentina.

Datos estadísticos de la United Nations Statistics Division
http://unstats.un.org/unsd/ENVIRONMENT/air_so2_emissions.htm

Dayna Yocum: Manual de diseño- humedal construido para el tratamiento de las aguas grises por infiltración. Escuela de ciencia y administración ambiental, Universidad de California, Santa Barbara, 2006.

De Dear, R; Brager, Gail; Cooper, D: Developing and adaptative model of thermal comfort and preference, ASHRAE RP884, USA, Australia,1997.

Durán, Guillermo: Utilización del agua de lluvia. Agua sustentable y Eficiencia energética. 1°ed. CABA, 2014.

Estadísticas del Servicio Meteorológico Nacional – Período 1991-200, Argentina.

Guridi, I. y Vivar, J: Propuesta de mejora de la calidad del efluente pluvial en la cuenca La Perla en la ciudad de Mar del Plata. Proyecto final de la carrera de ingeniería, Universidad Fasta, 2013.

IPCC: Glosario de la Síntesis del IV Informe sobre Cambio Climático, 2007.

Kim, Jong-Jin and Rigdon, Brenda: Introduction to Sustainable Design, Ed National Pollution Prevention for Higher Education, U. Michigan, 1998.

Salveti, B. ; Czajkowski, J. Gómez, A. :Ahorro de energía en refrigeración de edificios para oficinas, propuesta de indicadores de eficiencia y valores admisibles . ASADES, 2010.

Schnack, Enrique y Piola, Alberto: Impacto del Cambio Climático en la Costa y Mar Argentino-Capítulo 4; Foro de la Cadena Agroindustrial Argentina- Una agenda compartida para el desarrollo sustentable.

Serrano Broutin, Helena(2011)Tesina sustentabilidad y Salud-Beneficios de la arquitectura sostenible para la salud. Universidad Politécnica de Cataluña.

Solarge: Energía solar térmica para grandes edificios. Pautas y ejemplos prácticos para viviendas, hoteles, edificios públicos y sociales, España ,2005.

Superintendencia de servicios sanitarios: Manual para el hogar. Serie del consumo responsable, Chile, 2011.

REFERENCIAS

ⁱSíntesis del IV Informe sobre Cambio Climático, IPCC 2007.

ⁱⁱNota publicada Diario La Nación: Los gases de efecto invernadero en niveles records, Buenos Aires, 21 Noviembre 2012.

ⁱⁱⁱ<http://climate.nasa.gov/evidence/>

^{iv} Las nuevas cifras confirman que China ha superado a los EE.UU. como el mayor emisor de CO₂. Este mapa emisiones interactivo muestra cómo el resto del mundo se compara. Las emisiones globales de CO₂ totalizaron 29,195m de toneladas en 2006 - un 2,4 % respecto a 2005. Disponible en <http://www.theguardian.com/global/interactive/2008/dec/09/climatechange-carbonemissions>

^v Jong- Jin Kim y Brenda Rigdon: Introducción a un diseño sostenible, Facultad de Arquitectura y Planificación urbana, Universidad de Michigan, publicado por el centro nacional de prevención de la contaminación para la educación superior,1998.<http://websites.umich.edu/~nppcpub/resources/compendia/ARCHpdfs/ARCHdesIntro.pdf>

^{vi} Información obtenida del WIKIPEDIA https://es.wikipedia.org/wiki/Mar_del_Plata

^{vii} Información obtenida de la Municipalidad de General Pueyrredón. <http://www.mardelplata.gob.ar/Noticias/inauguraron-el-emisario>

^{viii} Cambio climático: la Costa Atlántica, en zona de riesgo. Nota del Diario Clarin, 11noviembre 2011.

^{ix} Determinación del nivel de cubrimiento del cielo.

^x Datos obtenidos de la Norma IRAM 11603 actualizada 2011.

^{xi}SEE : síndrome del edificio enfermo , concepto tratado por Levin, Hal: Bestsustainableindoorqualitypractices in comercial buildings, Environmentalbuilding News, 1996 La Organización Mundial de la Salud lo ha definido como un conjunto de enfermedades originadas o estimuladas por la contaminación del aire en estos espacios cerrados.

^{xii}Serrano Broutin, Helena: Tesina sustentabilidad y Salud-Beneficios de la arquitectura sostenible para la salud. Universitat Politècnica de Catalunya, 2011.

^{xiii} Se presenta en las grandes ciudades y consiste en la dificultad de la disipación del calor durante las horas nocturnas, cuando las áreas no urbanas, se enfrían notablemente por la falta de acumulación de calor. El centro urbano, donde los edificios y el asfalto desprenden por la noche el calor acumulado durante el día, provoca vientos locales desde el exterior hacia el interior. Comúnmente se da el fenómeno de elevación de la temperatura en zonas urbanas densamente construidas causado por una combinación de factores tales como la edificación, la falta de espacios verdes, los gases contaminantes o la generación de calor. Se ha observado que el fenómeno de la isla de calor aumenta con el tamaño de la ciudad y que es directamente proporcional al tamaño de la mancha urbana. Fuente: Wikipediahttps://es.wikipedia.org/wiki/Isla_de_calor

^{xiv} El **Building Management System (BMS)** es un sistema de gestión de edificaciones, basado en un software y un hardware de supervisión y control que se instala en los edificios. Con este concepto, se define la automatización integral de inmuebles con alta tecnología. Fuente wikipedia. La función principal de un BEMS (Building Energy Management System) es regular y controlar la calefacción, ventilación y aire acondicionado y, a menudo también la iluminación. Un BEMS puede controlar de manera eficiente hasta un 84% de consumo total de energía de un edificio. Fuente: <https://www.trendcontrols.com/es-ES/Paginas/default.aspx>.

^{xv} Ley 19587/ 72 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. BO(28/04/1972).

^{xvi} ASHRAE (Sociedad Americana de los Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) la Norma ASHRAE 55 especifica las condiciones para 55 ambientes térmicos aceptables y está diseñado para su uso en el diseño, operación y puesta en marcha de edificios y otros espacios ocupados. La edición de 2013 está actualizada con incorporaciones como la mencionada respecto al

^{xvii} Sociedad latinoamericana de facility management, disponible en <http://slfm.org>

^{xviii} Asesoramiento pagina <http://nergiza.com/que-es-un-sistema-de-climatizacion-aire-agua/>

^{xix} ACETYR (Asociación Técnica española de climatización y refrigeración): Guía técnica de diseño de sistemas de intercambio geotérmico de circuito cerrado, fondo editorial de IDAE, Madrid, 2012.

^{xx} IDAE Instituto para la diversificación y ahorro energético. España.

http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_14_Guia_tecnica_diseno_de_sistemas_de_intercambio_geotermico_de_circuito_cerrado_1do3dco8.pdf.

^{xxi} Edwards, Brian (2013) Guía básica de la sostenibilidad, segunda edición, Barcelona. Gustavo Gili

^{xxii} <https://www.consumer.es/medio-ambiente/reutilizacion-de-aguas-grises.html>

^{xxiii} Durán, Guillermo Enrique: arquitecto especializado en reducción de la demanda de agua potable por reciclado de aguas grises.

^{xxiv} Se estima para cálculo de tanque de agua en oficinas demanda diaria inodoros entre 200 y 100lts, 100 y 80lts para mingitorios y 80y 60 lts en lavatorios, según sea con 1 o 2 bombas; para agua directa la demanda es mayor. Fuente: Somaruga, Mario : Obras sanitarias domiciliarias domiciliarias, Ed. Construcciones Sudamericanas, BsAs.

^{xxv} AYSA Aguas y Saneamiento Argentinos. Empresa encargada del saneamiento de la Provincia de Buenos Aires

^{xxvi} <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/tratamiento-aguas-residuales-domesticas-buenos-aires/tratamiento-aguas-residuales-domesticas-buenos-aires2.shtml#ixzz3qUGe8cqo>

^{xxvii} Iluminancia o nivel de iluminación (lux) = cantidad de luz que incide sobre una superficie por unidad de área (1 lux = 1 lumen/m²)

^{xxviii} Índice de reproducción cromática (Ra): define la capacidad de una fuente de luz para reproducir el color de los objetos que ilumina.

^{xxix} Temperatura de color (K) = mide la apariencia subjetiva del color de una fuente de luz. Se distingue entre Luz Cálida: T < 3.300 K; Luz Neutra: 3.300 K < T < 5.300 K; Luz Fría T: > 5.300 K

^{xxx} Datos obtenidos de la pagina <http://www.mardelplata.gob.ar/Contenido/reservas-naturales-y-forestales>

^{xxx} Concepto de xerojardines o jardines secos, datos obtenidos de www.consumo responsable.org

^{xxxii} Tabla n5 Factor de exposición solar de vidriados y sus protecciones (Fes). Ficha trabajo práctico n 11 : Instalaciones térmicas- Balance térmico de verano. Cátedra de Instalaciones 2. Czajkowski-Gómez- Castillo-Aguilar, FAU, UNLP.

ANEXOS

ANEXO A: CALCULO CONDENSACION PROGRAMA CEEMA. TABLAS Y GRAFICOS

CEEMA

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT

PROGRAMA PARA EL CALCULO DE TRANSMITANCIA TERMICA
Y VERIFICACION DE CONDENSACION SUPERFICIAL E INTERSTICIAL



DR.ARQ. G.E.GONZALO - ARQ. S.L. LEDESMA - ARQ. V.M. NOTA - ARQ. C.F.MARTINEZ - OCTUBRE 2K
Proyectos 26/B104 del CIUNT y 0613 de la ANPCYT

El objetivo del desarrollo de este programa fue crear una herramienta para facilitar la verificación de la condensación superficial e intersticial y los valores de transmitancia térmica de cerramientos exteriores, permitiendo modificar los parámetros en forma interactiva para así poder explorar múltiples alternativas de solución.

Referencias sobre colores de celdas

Celdas para introducir datos
para los cálculos

Celdas para introducir datos
que no influyen en los cálculos

Celdas en donde no
se introducen datos

MURO MEJORADO VERIFICACION CONDENSACION

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT

OBRA:	EDIFICIO DE OFICINAS
SITUACION:	OBRA EN MAR DEL PLATA
OPERADOR:	CARBONELL-OLIVÉ
FECHA:	00/01/1900

CARACTERISTICAS DEL LUGAR	UNIDAD	VALOR	OBSERVACIONES
Nombre de la localidad:		MAR del PLATA	
Altura sobre el nivel del mar:	m	21	VER ANEXO 1
Zona bioambiental: (x)		4	Ingresar 1,2,3,4,5, ó 6
Tipo de cerramiento:		M	MURO = M - TECHO = T
Temperatura interior de diseño invierno: (x)	°C	20	VER TMEDIS
Temperatura exterior de diseño invierno: (x)	°C	-4,4	VER PLANILLA TMEDIS
Humedad relativa interior de diseño :	%	62	
Humedad relativa exterior de diseño:	%	90	VALOR PRESCRIPTO POR NORMAS
Presión de vapor interior:	kPa	1,47	
Presión de vapor exterior:	kPa	0,39	

CARACTERISTICAS DEL CERRAMIENTO	UNIDAD	VALOR	OBSERVACIONES
Características del cerramiento		Muro doble con aislación, revocado ambas caras	
Resistencia de cámara de aire invierno:	m ² .K/W	0,00	VER PLANILLA RECA
Resistencia superficial interior invierno:	m ² .K/W	0,13	VER PLANILLA RECA
Resistencia superficial exterior invierno:	m ² .K/W	0,04	VER PLANILLA RECA
Coefficiente absorción (color) sup.exterior:		0,50	VER PLANILLA COLOR
Resistencia de cámara de aire verano:	m ² .K/W	0,00	VER PLANILLA RECA
Resistencia superficial interior verano:	m ² .K/W	0,13	VER PLANILLA RECA
Resistencia superficial exterior verano:	m ² .K/W	0,04	VER PLANILLA RECA

(x) Ver libro "Habitabilidad en edificios" y planilla TMEDIS, para Tucumán. Para otras localidades consultar Normas IRAM

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT

PLANILLA PARA LA INCORPORACION DE
DATOS PARA CADA CAPA DEL CERRAMIENTO

N° Elem.	CAPAS	Espesor m	Conduc- tividad W/m.K	Resist. térmica m².K/W	Peso Espec. Kg/m³	Peso Unit. Kg/m²	VERIFICA K SI/NO		VERIFICA QUE NO CONDENSA		Presión vapor kN/m²	Temp. real (°C)	Temp. rocío (°C)
							MINIMO	RECOMEN.	SUPERFICIAL	INTERSTICIAL			
							NO INGRESAR VALOR DE CONDUCTIVIDAD EN CASO DE CAMARAS DE AIRE		ECOLOGICO				
	AIRE INTERIOR		Ver Planilla CONDUC	0,130			Ver Planilla PERM	Ver Planilla PERM			1,47	20,00	
	R.S.I.										1,47	18,37	12,84
1	Empaste int. yeso	0,0030	0,400	0,008	1000	3,0	0,110			0,03	1,47	18,27	12,82
2	Revoque duo	0,0150	0,930	0,016	1900	28,5	0,044			0,34	1,45	18,07	12,64
3	Ladrillo hueco	0,1200	0,333	0,360	900	108,0	0,130			0,92	1,41	13,54	12,14
4	Pintura asfáltica	0,0001	0,170	0,001	25	0,0		0,0650		15,38	0,60	13,53	-0,34
5	EPS media densidad	0,0400	0,035	1,143	20	0,8	0,023			1,78	0,51	-0,82	-2,47
6	Ladrillo macizo común	0,1200	0,920	0,130	1800	216,0	0,080			1,50	0,43	-2,46	-4,41
7	Azotado mortero + hidrófugo	0,0100	1,130	0,009	2000	20,0	0,022			0,45	0,40	-2,57	-5,02
8	Rev. ext. Termoaislante	0,020	0,190	0,105	600	12,0	0,150			0,13	0,40	-3,90	-5,21
9	pintura texturado color	0,003						5,0000		0,20	0,39	#N/A	-5,48
10											#N/A	#N/A	#N/A
11											0,39	-4,40	
	R.S.E.			0,040							0,39	-4,40	
	AIRE EXTERIOR										0,39	-4,40	
Espesor Total:				0,331	Res.Ter.Tot.	1,942	K=1/Rt	0,515	Peso Total	388,30	Resis.paso vapor tot.	20,742	

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0,54	0,51		
K mínimo	2,00	1,50	2,40	SI VERIFICA
K recomendado	1,25	0,85	1,50	SI VERIFICA
K ecológico	0,50	0,32	0,60	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

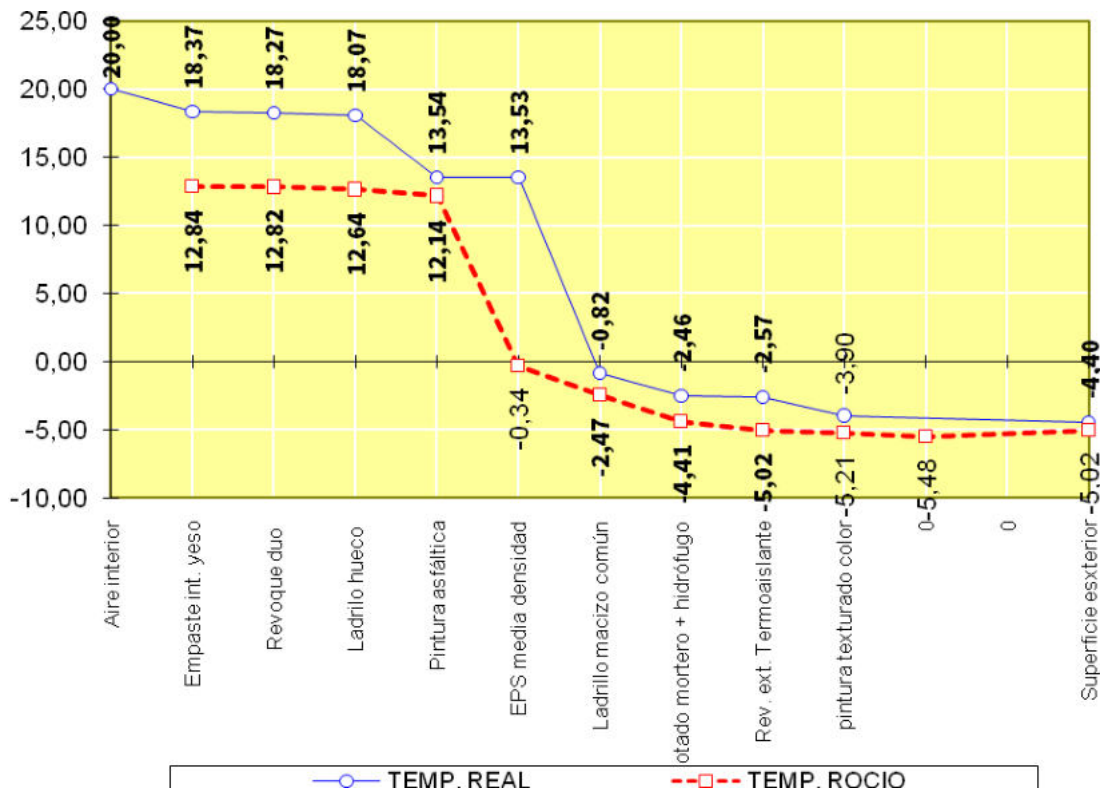
CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1,47	
Presión de vapor exterior	kPa	0,39	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	24,40	
Resistencia superficial interior	m².K/W	0,17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	2,09	
Temperatura de la superficie interna	°C	17,91	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	12,84	NO CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

N° CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	20,00		
Empaste int. yeso	18,37	12,84	NO CONDENSA
Revoque duo	18,27	12,82	NO CONDENSA
Ladrillo hueco	18,07	12,64	NO CONDENSA
Pintura asfáltica	13,54	12,14	NO CONDENSA
EPS media densidad	13,53	-0,34	NO CONDENSA
Ladrillo macizo común	-0,82	-2,47	NO CONDENSA
Azotado mortero + hidrófugo	-2,46	-4,41	NO CONDENSA
Rev. ext. Termoaislante	-2,57	-5,02	NO CONDENSA
pintura texturado color	-3,90	-5,21	NO CONDENSA
0	#N/A	-5,48	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie exterior	-4,40	-5,02	NO CONDENSA
Aire exterior	-4,40		

TEMP.DE CADA CAPA	DIF.TEMP	R.S.(n)	R.S.Tot.	Temp.Real
T INT	20,00			20,00
1º CARA	20,00			20,00
T 1	20,00	0,130		18,37
T 2	18,37	0,008		18,27
T 3	18,27	0,016		18,07
T 4	18,07	0,360		13,54
T 5	13,54	0,001		13,53
T 6	13,53	1,143		-0,82
T 7	-0,82	0,130	1,942	-2,46
T 8	-2,46	0,009		-2,57
T 9	-2,57	0,105		-3,90
T 10	#N/A	0,000		#N/A
T 11	#N/A	0,000		#N/A
ULT.CARA	-3,90	0,040		-4,40
T EXT	-4,40			-4,40

PRES.VAP. CADA CAPA	DIF.P.V.	R.Vap(n)	R.VapTot	Pres.Vap.	TemRoc.
P INT	1,47			1,47	
1º CARA	1,47			1,47	12,84
P 1	1,47			1,47	12,84
P 2	1,47	0,027		1,47	12,82
P 3	1,47	0,341		1,45	12,64
P 4	1,45	0,923		1,41	12,14
P 5	1,41	15,385		0,60	-0,34
P 6	0,60	1,778		0,51	-2,47
P 7	0,51	1,500	20,742	0,43	-4,41
P 8	0,43	0,455		0,40	-5,02
P 9	0,40	0,133		0,40	-5,21
P 10	0,40	0,200		0,39	-5,48
P 11	#N/A	0,000		#N/A	#N/A
ULT.CARA	0,39			0,39	
P EXT	0,39			0,39	



TECHO MEJORADO VERIFICACION CONDENSACION

CARACTERISTICAS DEL LUGAR	UNIDAD	VALOR	OBSERVACIONES
Nombre de la localidad:		Mar del Plata	
Altura sobre el nivel del mar:	m	21	
Zona bioambiental: (x)		4	VER ANEXO 1
Tipo de cerramiento:		T	Ingresar 1,2,3,4,5, ó 6
Temperatura interior de diseño invierno: (x)	°C	20	MURO = M - TECHO = T
Temperatura exterior de diseño invierno: (x)	°C	-4,4	VER TMEDIS
Humedad relativa interior de diseño :	%	62	VER PLANILLA TMEDIS
Humedad relativa exterior de diseño:	%	90	VALOR PRESCRIPTO POR NORMAS
Presión de vapor interior:	kPa	1,47	
Presión de vapor exterior:	kPa	0,39	

CARACTERISTICAS DEL CERRAMIENTO	UNIDAD	VALOR	OBSERVACIONES
Características del cerramiento	Muro doble con aislación, revocado ambas caras		
Resistencia de cámara de aire invierno:	m ² .K/W	0,17	VER PLANILLA RECA
Resistencia superficial interior invierno:	m ² .K/W	0,10	VER PLANILLA RECA
Resistencia superficial exterior invierno:	m ² .K/W	0,04	VER PLANILLA RECA
Coefficiente absorción (color) sup.exterior:		0,50	VER PLANILLA COLOR
Resistencia de cámara de aire verano:	m ² .K/W	0,21	VER PLANILLA RECA
Resistencia superficial interior verano:	m ² .K/W	0,17	VER PLANILLA RECA
Resistencia superficial exterior verano:	m ² .K/W	0,04	VER PLANILLA RECA

(x) Ver libro "Habitabilidad en edificios" y planilla TMEDIS, para Tucumán. Para otras localidades consultar Normas IRAM

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT

PLANILLA PARA LA INCORPORACION DE

DATOS PARA CADA CAPA DEL CERRAMIENTO

N° Elem.	CAPAS	Espesor m	Conduc- tividad W/m.K	Resist. térmica m ² .K/W	Peso Espec. Kg/m ³	Peso Unid. Kg/m ²	VERIFICA K		Resist. vapor tot. m ² .h.kPa/g	VERIFICA QUE NO CONDENSA		
							MINIMO	SI VERIFICA		SUPERFICIAL	SI VERIF.	
							RECOMEN.	SI VERIFICA		INTERSTICIAL	SI VERIF.	
NO INGRESAR VALOR DE CONDUCTIVIDAD EN CASO DE CAMARAS DE AIRE							ECOLOGICO	NO VERIFICA				
	AIRE INTERIOR		Ver Planilla				Ver Planilla	Ver Planilla		1,47	20,00	0,00
	R.S.I.		CONDUC	0,100			PERM	PERM		1,47	19,37	12,84
1	Placa yeso	0,0125	0,310	0,040	600	7,5	0,110	0,0000	0,11	1,47	19,12	12,82
2	Cámara no ventilada	0,6000	0,000	0,170	0	0,0	0,626	0,0000	0,96	1,46	18,05	12,70
3	Losa H A	0,1000	1,630	0,061	2400	240,0	0,020	0,0000	5,00	1,39	17,67	12,02
4	Techado asfáltico	0,0010	0,170	0,006	1260	1,3	0,000	0,0150	66,67	0,52	17,63	-2,04
5	Contrapiso alivianado	0,0800	0,080	1,000	600	48,0	0,150	0,0000	0,53	0,52	11,36	-2,21
6	Carpeta hidrofuga	0,0200	1,130	0,018	2000	40,0	0,070	0,0000	0,29	0,51	11,25	-2,29
7	Placa Neotech (alta densidad)	0,074	0,031	2,387	30	2,2	0,008	0,0000	9,25	0,39	-3,72	-5,31
8	Baldosas cemento puzzol	0,030	0,440	0,068	1300	39,0	0,060	0,0000	0,50	0,39	-4,15	-5,48
9		0,000	0,000	0,000	0	0,0	0,000	0,0000	0,00	#N/A	#N/A	#N/A
10		0,000	0,000	0,000	0	0,0	0,000	0,0000	0,00	#N/A	#N/A	#N/A
11		0,000	0,000	0,000	0	0,0	0,000	0,0000	0,00	0,39	-4,40	
	R.S.E.			0,040						0,39	-4,40	
	AIRE EXTERIOR											
	Res.Ter.Tot.											
	K=1/Rt											
	Peso Total											
	Resis.paso vapor tot.											
	Espesor Total:	0,918		3,891	0,257	377,98			83,308			

CENTRO DE ESTUDIOS ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE - IAA - FAU - UNT

PLANILLA PARA LA VERIFICACION DE K DE NORMA IRAM 11605/96 [W/m2.K]

TIPO DE K	VERANO	INVIERNO	VERANO C/COLOR	VERIFICACION
K calculado:	0,26	0,26		
K mínimo	0,76	1,00	0,99	SI VERIFICA
K recomendado	0,48	0,71	0,62	SI VERIFICA
K ecológico	0,19	0,27	0,25	NO VERIFICA

VERIFICACION CONDENSACION SUPERFICIAL

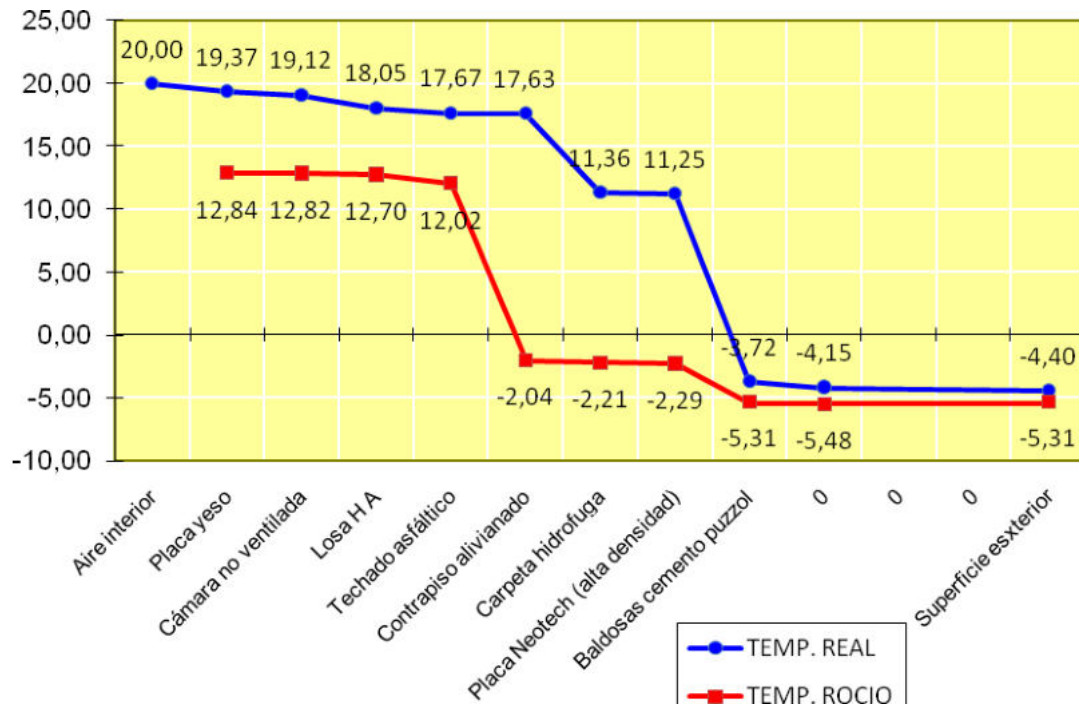
CONDICIONES SUP. INT.	UNIDAD	VALOR	VERIFICACION
Presión de vapor interior	kPa	1,47	
Presión de vapor exterior	kPa	0,39	
Diferencia de temperatura (Ti-Te)	°C	24,40	
Resistencia superficial interior	m ² .K/W	0,17	
Caída de temperatura en la sup. int.	°C	1,05	
Temperatura de la superficie interna	°C	18,95	
Temperatura de rocío sup. int.	°C	12,84	NO CONDENSA

VERIFICACION CONDENSACION INTERSTICIAL

Nº CAPA	TEMP.	TEMP.ROCÍO	VERIFICACIÓN
Aire interior	20,00		
Placa yeso	19,37	12,84	NO CONDENSA
Cámara no ventilada	19,12	12,82	NO CONDENSA
Losa H A	18,05	12,70	NO CONDENSA
Techado asfáltico	17,67	12,02	NO CONDENSA
Contrapiso alivianado	17,63	-2,04	NO CONDENSA
Carpeta hidrofuga	11,36	-2,21	NO CONDENSA
Placa Neotech (alta densidad)	11,25	-2,29	NO CONDENSA
Baldosas cemento puzzol	-3,72	-5,31	NO CONDENSA
0	-4,15	-5,48	NO CONDENSA
0	#N/A	#N/A	#N/A
0	#N/A	#N/A	#N/A
Superficie es exterior	-4,40	-5,31	NO CONDENSA
Aire exterior	-4,40		

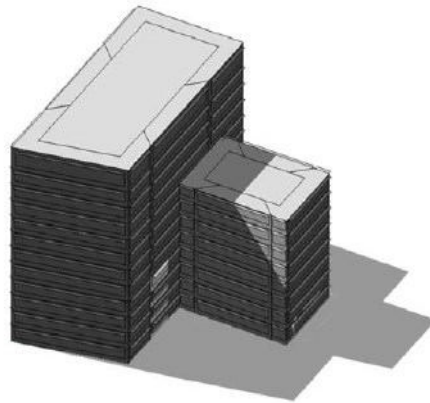
TEMP.DE CADA CAPA	DIF.TEMP	R.S.(n)	R.S.Tot.	Temp.Real
T INT	20,00			20,00
1º CARA	20,00			20,00
T 1	20,00	0,100		19,37
T 2	19,37	0,040		19,12
T 3	19,12	0,170		18,05
T 4	18,05	0,061		17,67
T 5	17,67	0,006		17,63
T 6	17,63	1,000		11,36
T 7	11,36	0,018	3,891	11,25
T 8	11,25	2,387		-3,72
T 9	-3,72	0,068		-4,15
T 10	#N/A	0,000		#N/A
T 11	#N/A	0,000		#N/A
ULT.CARA	-4,15	0,040		-4,40
T EXT	-4,40			-4,40

PRES.VAP. CADA CAPA	DIF.P.V.	R.Vap(n)	R.VapTot	Pres.Vap.	TemRoc.
P INT	1,47			1,47	
1º CARA	1,47			1,47	12,84
P 1	1,47			1,47	12,84
P 2	1,47	0,114		1,47	12,82
P 3	1,47	0,958		1,46	12,70
P 4	1,46	5,000		1,39	12,02
P 5	1,39	66,667		0,52	-2,04
P 6	0,52	0,533		0,52	-2,21
P 7	0,52	0,286	83,308	0,51	-2,29
P 8	0,51	9,250		0,39	-5,31
P 9	0,39	0,500		0,39	-5,48
P 10	#N/A	0,000		#N/A	#N/A
P 11	#N/A	0,000		#N/A	#N/A
ULT.CARA	0,39			0,39	
P EXT	0,39			0,39	

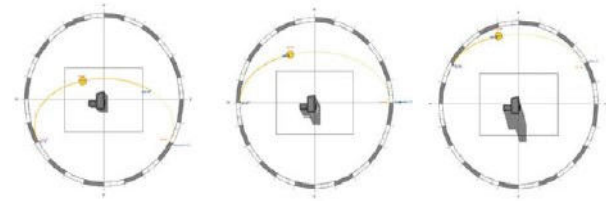


ANEXO B SIMULACION ENERGETICA - CARGAS TREMICAS Y ASOLEAMIENTO

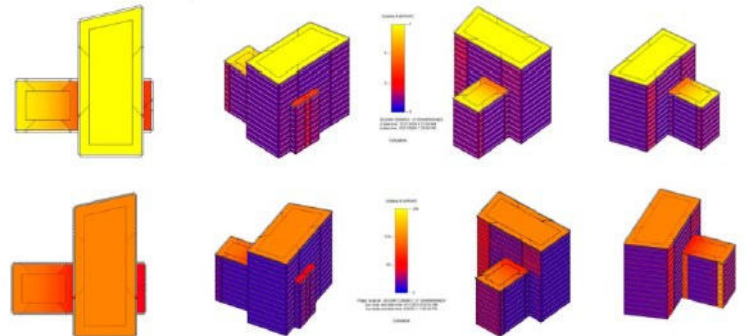
Simulación energética Revit. (Energy Model)



Modelo para simulación en Revit

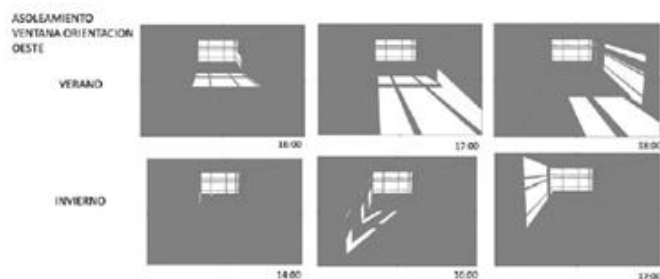
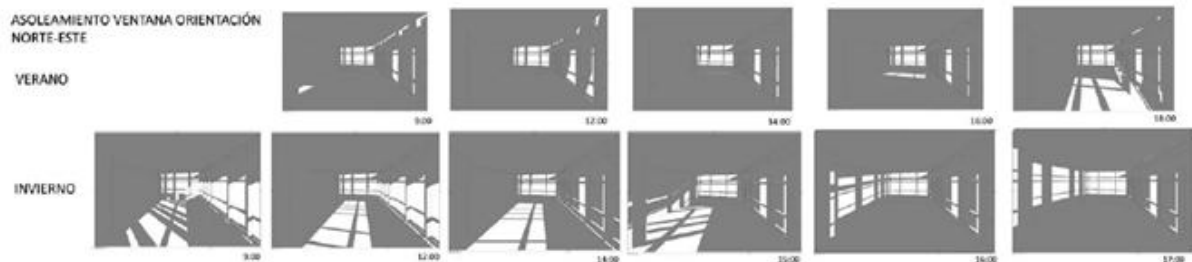


Análisis de asoleamiento



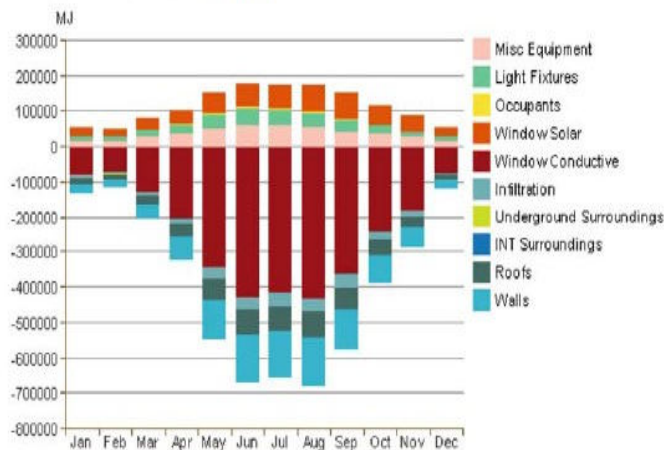
En las fases iniciales de este trabajo, se realizó una simulación energética con REVIT. Este procedimiento no requiere de tanto tiempo como empleando el Energy Plus. Revit no solo es un programa para dibujar maquetas BIM (Building Information Modeling) sino que cuenta con herramientas para elaborar simulaciones energéticas, con la incidencia de la radiación solar en el proyecto de estudio, según orientación, análisis de luz natural (daylight) simulación de vientos (Flow design). Por lo tanto, resulta muy útil para un diagnóstico inicial del comportamiento del edificio. La metodología de trabajo es muy sencilla, primero se ingresa la ubicación geográfica del modelo de estudio, indicando la estación meteorológica más cercana al sitio de implantación. Se dibuja el volumen del edificio (el programa lo denomina masas) detallando ubicación de aberturas, aleros, etc. Y se procede a elegir los materiales componentes de sistema constructivo de la envolvente. También es posible seleccionar los sistemas de climatización igual o similares que presenta la base de datos del programa.

En este caso se muestran imágenes de la incidencia de la radiación solar según orientación, y el ingreso de la luz natural respecto de las aberturas en las oficinas.

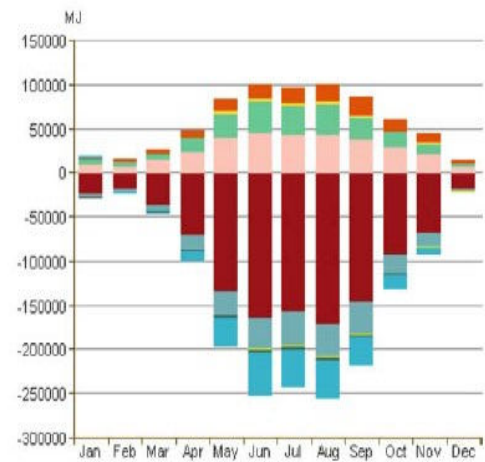


Estimación cargas térmicas por simulación

Monthly Heating Load SIN DAC



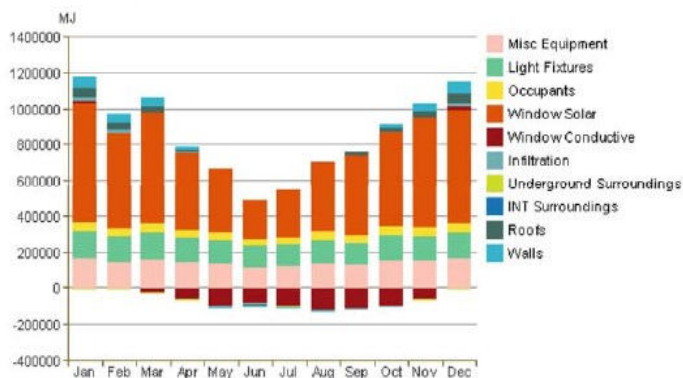
Monthly Heating Load CON DAC



El programa utilizado para la simulación, presenta un informe sobre la carga de calefacción anual. Los números positivos son las cargas que están en el interior del edificio, que corresponden al equipamiento, la iluminación y la radiación solar; los números negativos son las pérdidas de calor.

Para INVIERNO: En el gráfico sin DAC se observa que existen pérdidas por conducción mediante las ventanas que representan los valores máximos; los muros se ubican como segundo factor de pérdidas seguido por los techos y último las infiltraciones. Las pérdidas totales en invierno están alrededor de los 650,000 MJ; solo las pérdidas por conducción de las ventanas equivalen 400,000 MJ. En el gráfico con DAC se observa que han disminuido las pérdidas por conducción llegando a 250,000 MJ en invierno; mientras que las pérdidas por las ventanas disminuyen a aproximadamente a 155,000 MJ.

Monthly Cooling Load SIN DAC



Monthly Cooling Load CON DAC



Para VERANO: En el gráfico de carga térmica en refrigeración sin DAC, se presentan las fuentes de calor interior del edificio para lo que el equipo de climatización artificial tendrá que actuar para alcanzar el nivel de confort. Se observa que la fuente mayor de calor es por la radiación solar de diciembre a marzo; registrando en enero el mayor valor de 600,000 MJ. Las demás cargas internas tienen porcentajes mínimos en comparación con la del sol. En el caso con DAC, esta carga de enero disminuye a 280,000 MJ al igual que el resto del año. Al mejorar el valor de transmitancia térmica en los vidrios, se controla eficazmente el ingreso de radiación solar, colaborando en la reducción de la carga térmica necesaria para refrigeración.

eraciones. Para una persona sedentaria situada entre los trópicos se consideran parámetros de confort entre los 22°C y 28°C y del 30 al 70 % de HR.

En términos generales se observan temperaturas que están por debajo de la zona de confort por debajo de 18°C en casi todos los

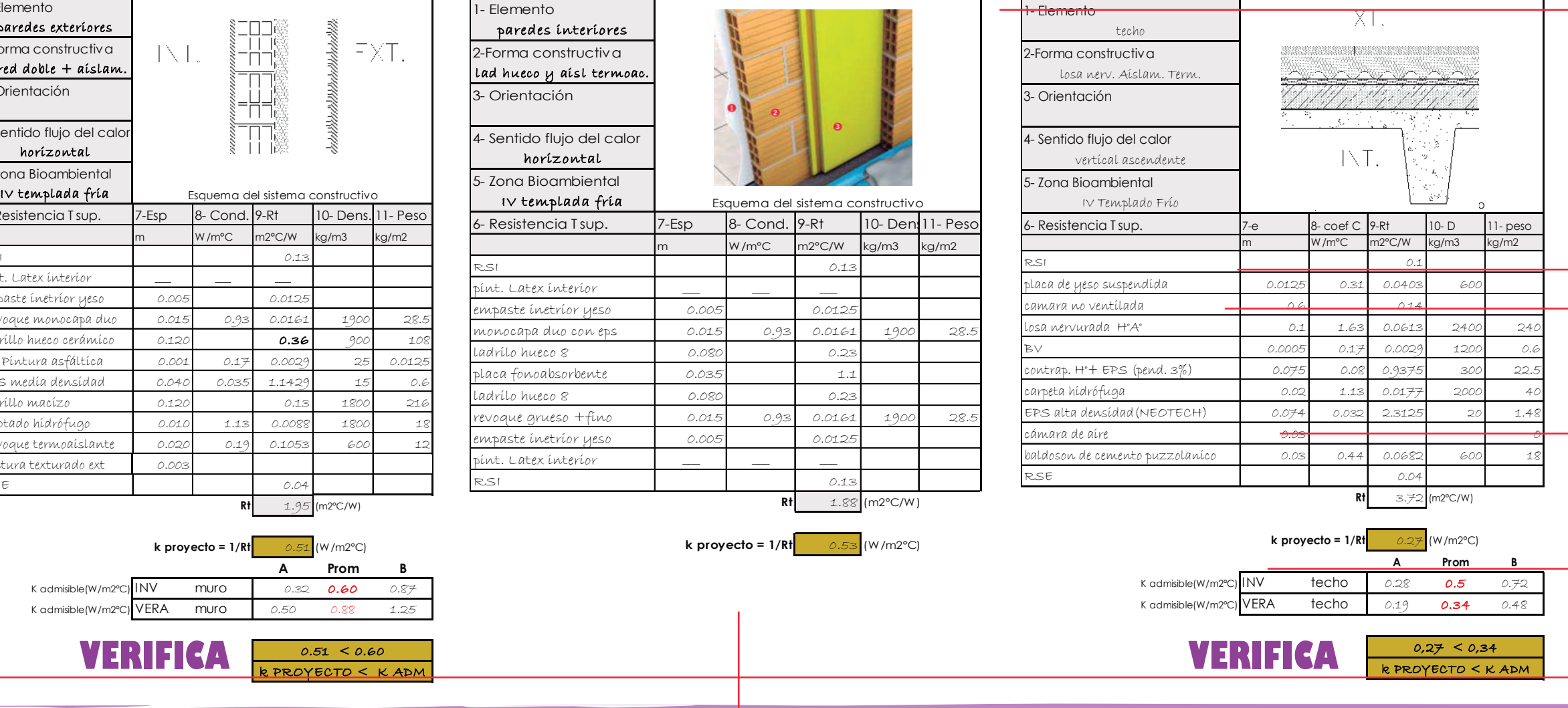
DEMOSTRACIÓN CUALICUANTITATIVA DE LA MEJORA ALCANZADA

ANÁLISIS DE LA ENVOLVENTE

TRANSMITANCIA TÉRMICA

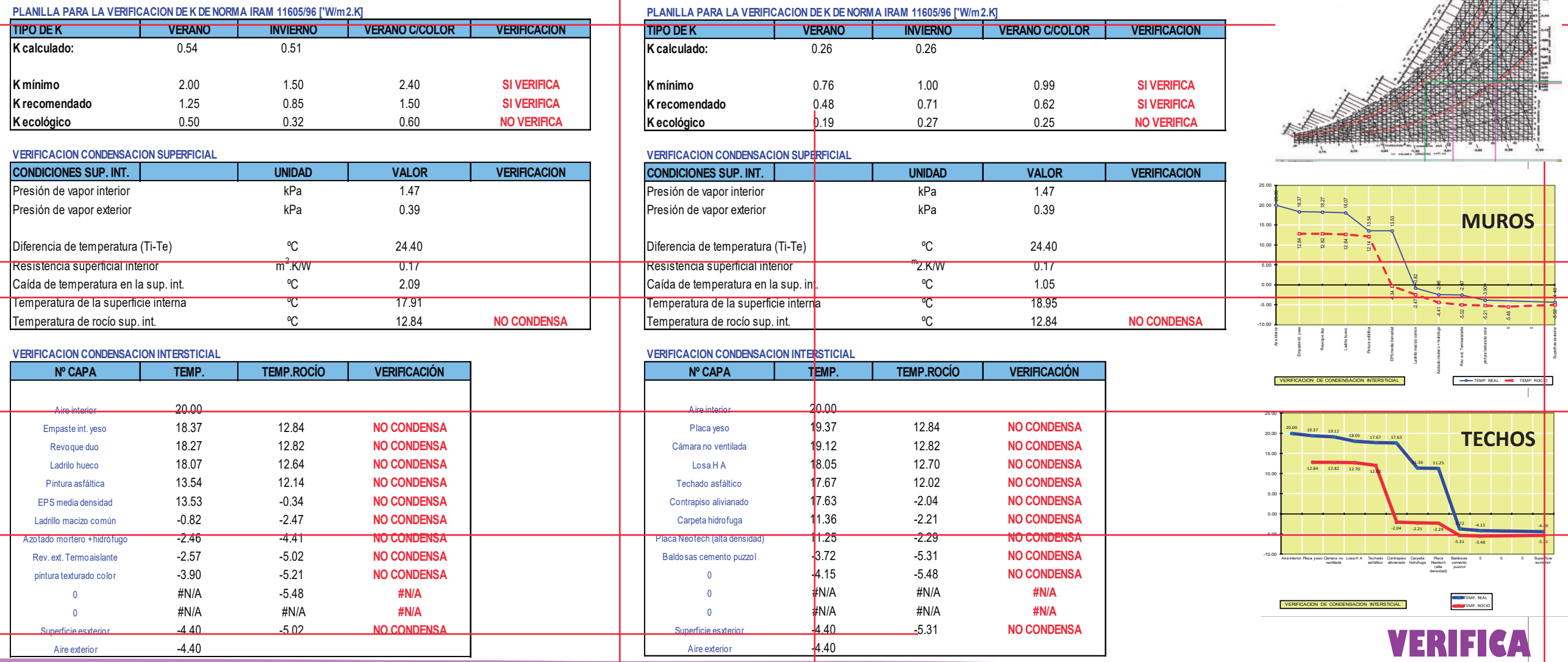
Como primera medida se analiza el edificio con respecto a las normas IRAM 11601, 11605 de acondicionamiento higrotérmico. La transmitancia térmica de los sistemas constructivos de muros y techos deberán cumplir con las normas de K admisible para la situación de verano e invierno. La envolvente del proyecto original no cumple con la norma por lo que se procede a realizar propuestas para mejorar y disminuir los valores de la transmitancia térmica en las superficies opacas y vidriadas.

En los resultados de la resistencia total del muro, techos y de aberturas, los valores son menores que los k admisibles, estableciendo como promedio entre el rango A y B de confort térmico por lo cual la propuesta mejorada cumple holgadamente con la norma.



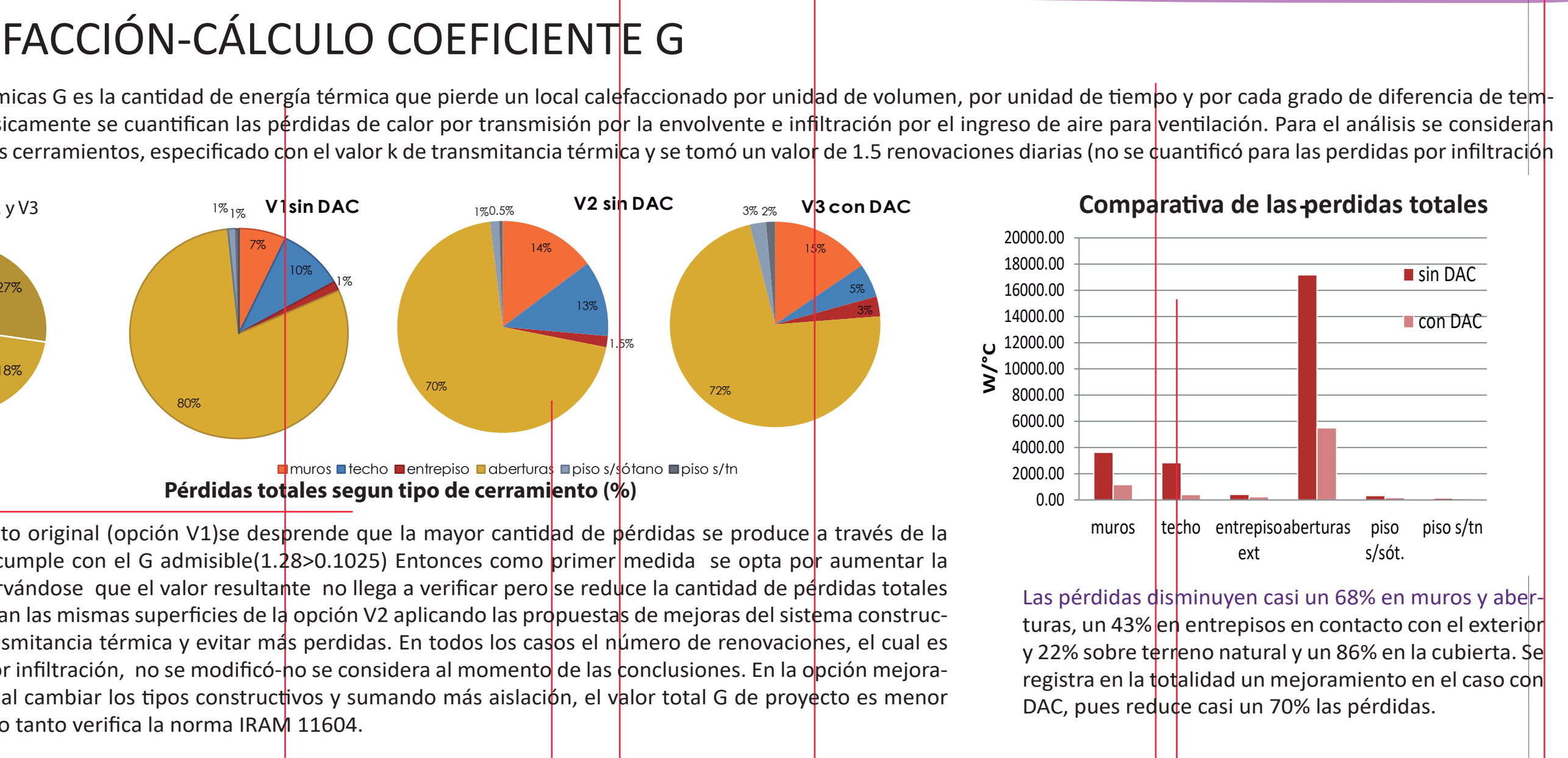
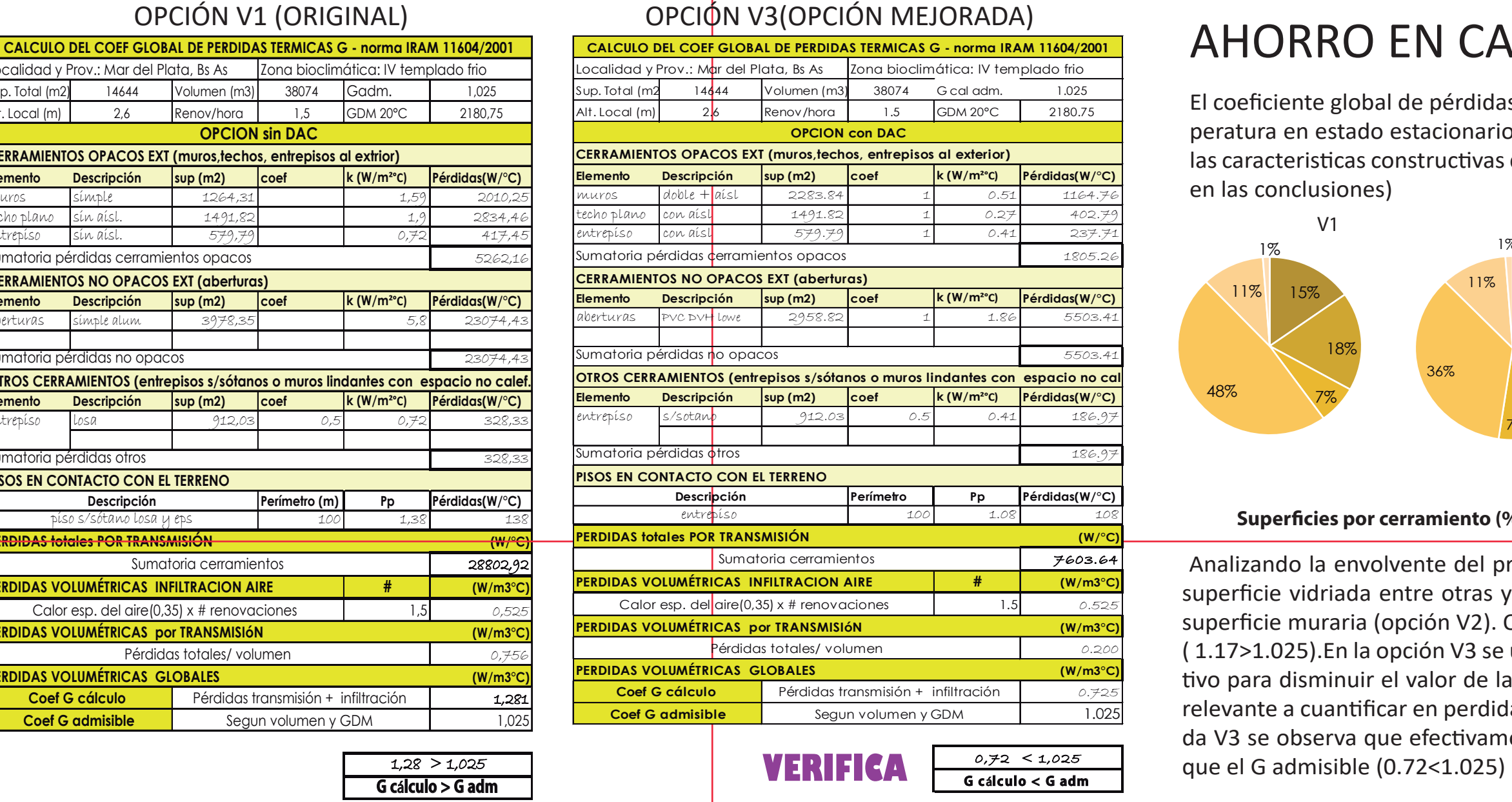
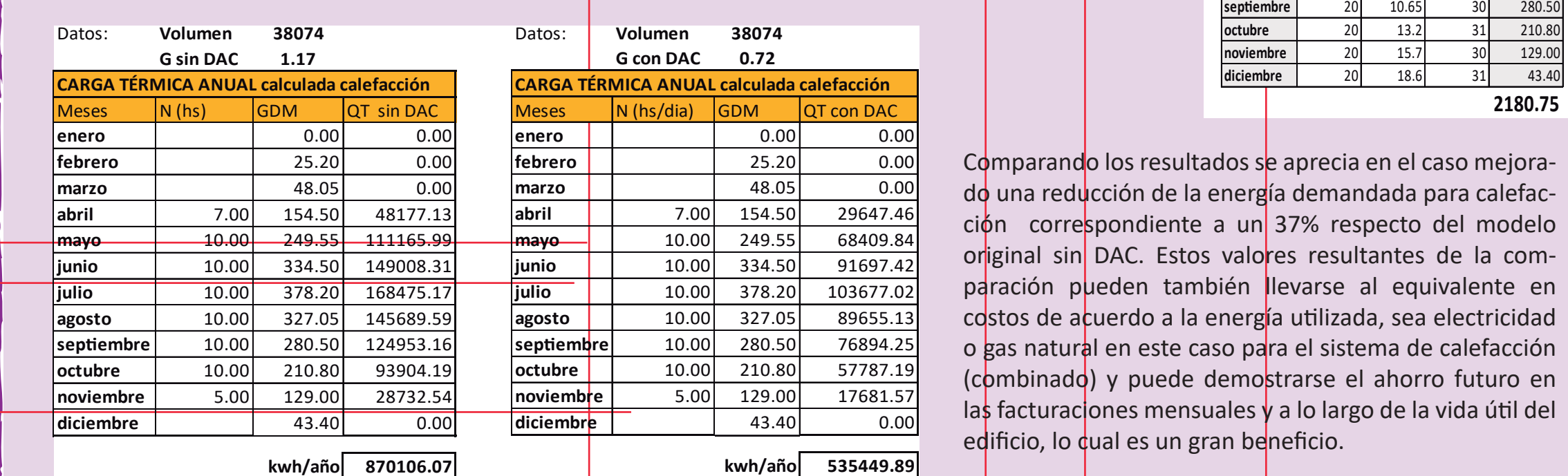
VERIFICACIÓN DEL RIESGO DE CONDENSACIÓN SUPERFICIAL E INTERSTICIAL

Por las características climáticas, es imperioso evitar la condensación, entonces deben examinarse los componentes de las propuestas constructivas en techos y muros para verificar comportamiento de los materiales. Se emplea el diagrama psicrométrico, donde se relacionan la temperatura, la humedad, presión atmosférica y la temperatura de rocío. La temperatura de diseño interior es 20°C (rango B de confort higrotérmico para invierno) y la HR obtenida del diagrama es 62%, la temperatura mínima de diseño exterior para Mar del Plata es -4.4°C y la HR exterior se considera siempre 90%. En la planilla del cálculo de condensación se han agregado los datos que permiten calcular la resistencia al vapor de cada uno de los materiales. Se han realizado los cálculos manualmente y luego se verificaron con el programa CEEMACON. (Gonzalo, 2003).



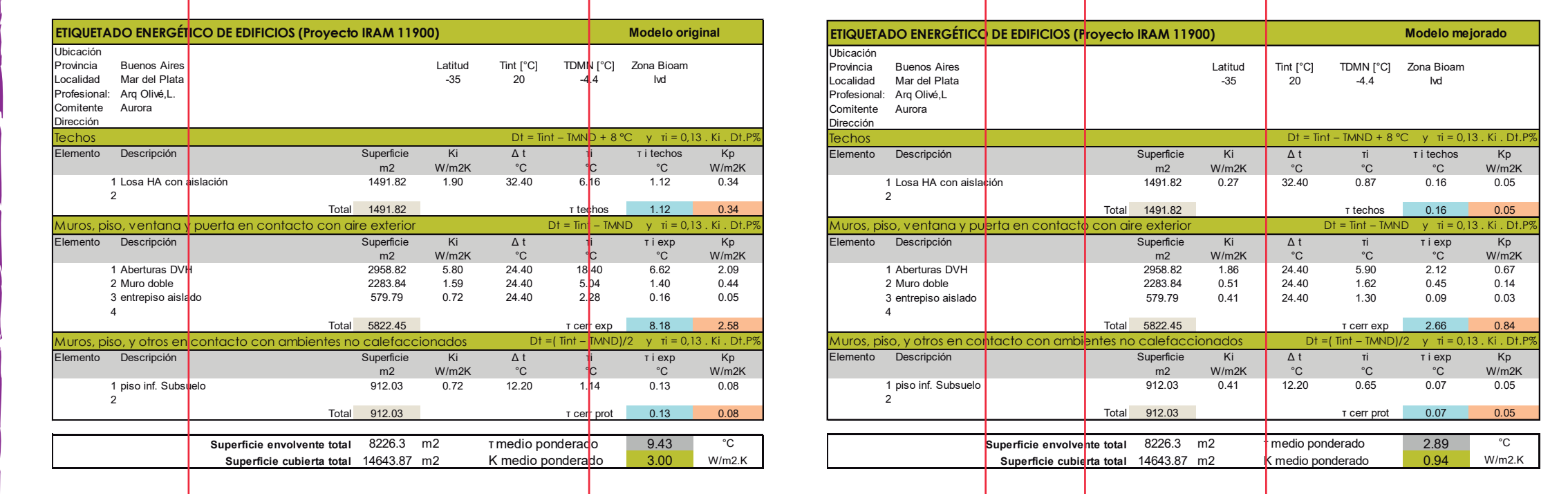
CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN

Para el cálculo de la demanda se desea conservar la temperatura interior de 20°C de confort para invierno. De acuerdo al cálculo GDM debería calefaccionarse todo el año excepto el mes de enero. Se estimó el horario de trabajo de 8 hs diarias y 2 hs de entrada en régimen, 10hs en total en el periodo mayo a octubre; y reducido en abril y noviembre. Después del mediodía se alcanzan las máximas temperaturas y quizás en ciertos periodos del día pueda contarse con climatización pasiva a partir de la radiación solar que penetra por las aberturas. Por lo cual es que la demanda en calefacción se estima solo valorando la situación del interior y exterior a través de la envolvente, no se están computando las cargas internas debidas a iluminación artificial, uso de artefactos eléctricos y personas.



ANÁLISIS PARA LA CERTIFICACIÓN DE LA NORMA IRAM 11900

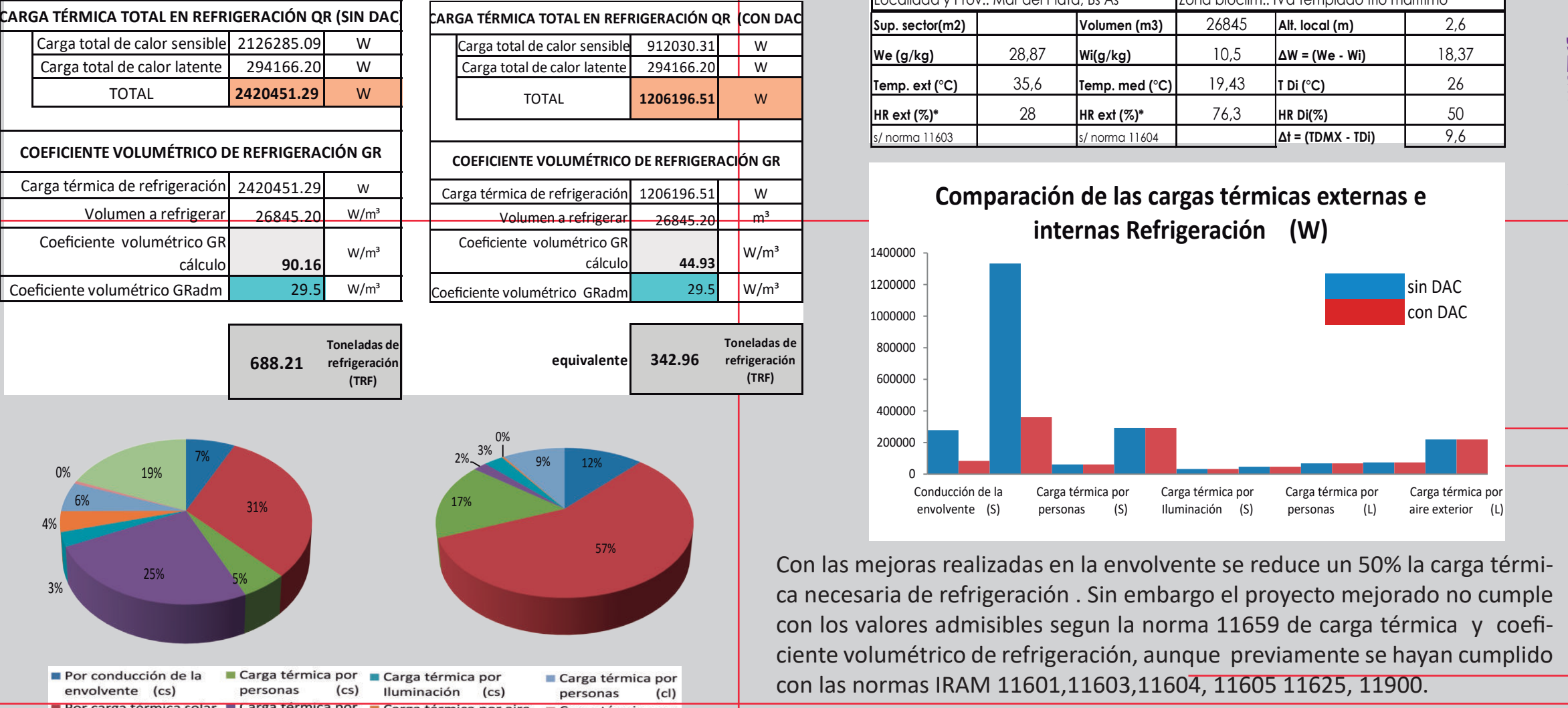
Se realizó el análisis para la norma IRAM 11900 de etiquetado energético, del nivel de eficiencia en el comportamiento de la vivienda para calefacción según las características de envolvente. Esta norma fue requerida desde la Secretaría de Energía de la Nación, y será un requisito para aprobar la solicitud del servicio de gas natural por red. El etiquetado se define en 8 niveles y considera la transmitancia térmica de techos y muros, con un k medio ponderado considerando las condiciones climáticas del lugar para un nivel de confort interior de 20°C, tomando la caída de temperatura relacionando el exterior e interior con un T medio ponderado.



AHORRO EN REFRIGERACIÓN

Los cálculos de refrigeración fueron realizados para un edificio con DAC y sin DAC para posteriormente confeccionar una comparación y análisis de los resultados. Para elaborar el cálculo de la carga térmica total de verano, se tomó como referencia las normas IRAM11659-1 y 11659-2 destinada a edificios de viviendas, considerándose la metodología de cálculo para la obtención de la carga térmica total de refrigeración (QR), el coeficiente volumétrico de refrigeración (GR) quedando pendiente el coeficiente volumétrico de refrigeración admisible (GRadm) ya que la norma tiene como límite un volumen de 10.000 m³ y el proyecto de estudio cuenta con 26.845 m³. Para el cálculo de las áreas a refrigerar se consideraron las superficies de oficinas descontando los baños, pasillos, y demás áreas públicas. Volviendo al GRadm de la norma, al no considerar valores superiores a 10.000 m³, no era posible obtener un coeficiente para verificación. Por lo expuesto se tomó como referencia el paper "Ahorro de energía en refrigeración de edificios para oficinas". Propuesta de indicadores de eficiencia y valores admisibles" de los autores M. B. Salvetti, J. Czajkowski y A. Gómez, en el cual se indican mediante gráficos los valores admisibles de QRadm y de GRadm para edificios de oficinas con relación vidriado-opaco entre el 20% al 50%, que al igual que en el caso de las viviendas estos valores llegan hasta los 10.000 m³.

Para obtener los valores admisibles de la carga QR y GR de acuerdo al volumen del proyecto de estudio de 26.845m³, mediante interpolación gráfica se sacaron los coeficientes correspondientes, resultando un QRadm de 820.000 W mientras que el QR del proyecto con DAC es 1206196W, por lo tanto la carga de refrigeración no verifica en el proyecto con DAC. El valor del GRadm es 29.5 W/m³, mientras que el GR cálculo con DAC es 44.93 W/m³; entonces el coeficiente volumétrico GR de cálculo tampoco verifica.



SIMULACIÓN ENERGÉTICA

Con la finalidad de comprobar el comportamiento térmico de los dos casos de estudio se realizó una simulación energética con el programa Energy Plus. En este proceso no fueron consideradas las cargas internas ya que la finalidad fue verificar el comportamiento de la envolvente sin DAC y con DAC frente a los efectos del clima en verano e invierno. No se le dio valor al termostato y tampoco se incluyeron sistemas de calefacción o refrigeración. Al ser un proyecto con más de 10000 m², se consideró realizar la simulación de solo un sector del edificio (ver sector de estudio) donde se analizaron 4 oficinas considerando que podrían ser las más vulnerables al factor solar. Se aclara que para la simulación no se consideraron las cargas térmicas internas por ocupación de personas, el equipamiento e iluminación; variables que como especificara el estudio para refrigeración-son factores relevantes que incrementan como fuente de calor.

Gracias a las mejoras en la envolvente, en general se reducen las amplitudes térmicas del interior, variando el comportamiento de acuerdo a sus orientaciones y el porcentaje de superficie vidriada expuesta. En general los casos sin DAC las oficinas orientadas al norte (obli-cuo) presentan saltos térmicos en comparación con las orientadas solo al este y al oeste.



CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos es claro que pueden reducirse de manera considerable las cargas térmicas en calefacción y refrigeración a partir del tratamiento de la envolvente. La superficie vidriada es el factor más relevante por donde se observan mayores pérdidas y ganancias, pero la diferencia está marcada más por el tipo de cerramiento que por la superficie que abarca. Se analizaron y verificaron todas las normas menos la de ahorro de energía en refrigeración. Al respecto se halló la dificultad de no contar con un GR y QR admisibles con los cuales comparar los resultados del cálculo. En primera instancia la norma 11659 se refiere a edificios de vivienda con un valor máximo de volumen a refrigerar en 10000 m³, siendo que este edificio tiene sólo de oficinas 26.845m³ y además no es el destino especificado. Por lo cual se tomó el trabajo antecedente mencionado y determinaron valores admisibles, pero finalmente a pesar de las mejoras, la resultante del cálculo supera en un 50% al admisible estimado. Entonces se plantea la interrogante: ¿cómo alcanzar la verificación para grandes volúmenes de oficinas? Es una situación particular a constante? Para el caso de edificios de oficinas entonces, será preciso analizar otros casos similares de proyectos y auditorias para obtener una base de datos, y mediante su procesamiento definir nuevos parámetros que contemplen a edificios de gran porte y complejidades, para demostrar el cumplimiento o no de la norma pertinente. En cuanto a la certificación de eficiencia energética en calefacción norma 11900, también es posible alcanzar una mejora con el tratamiento en la envolvente, aunque resultan algo abstracto las variables involucradas y cómo se relacionan para un entendimiento completo. Y quizás establecerse también un rango de etiquetado para refrigeración, pues del estudio se desprende que aunque verifica para calefacción, las cargas internas influyen bastante y requerirá mayor demanda energética para enfriamiento. Se podría obtener mayor información del comportamiento energético con un índice global de climatización en la norma. En cuanto al conocimiento del desempeño considero relevante realizar simulaciones, las cuales cotejar con otros cálculos y mediciones. Aquí queda pendiente una simulación completa, con cargas internas, pues solo se evaluó un sector representativo del edificio, que igualmente aporta fundamentos para establecer reflexiones respecto del desempeño de la envolvente. En cuanto a otros factores y estrategias, es imprescindible un diálogo fluido con todos los integrantes del proyecto y asesoramiento específico en áreas importantes como generación de energía, climatización, elect. Quien sea el promotor de semejante edificación debe saber lo que implicará su concreción, en todo el ciclo de vida, sobre todo en la etapa operativa, sabiendo que será un gran consumidor de energía eléctrica, gas y agua potable, además de un generador de emisiones GEI, residuos y desechos que contaminan el ambiente. Es imperioso que la aplicación de la ley 13059 no sea una opción, sino parte de un criterio unificado de una política nacional integral de cuidado ambiental y ahorro energético. No puede seguir la idea de rápido y barato en ciertas cuestiones, los recursos y la energía no son eternos. Mientras tanto, con pequeños pasos, lento pero constante actuamos, aunque deberíamos apurarnos... tomar consciencia.