

DOBLE FACHADA EN EDIFICIOS: CONCEPTOS Y APLICACIÓN PARA ARGENTINA

Leandro G. Heine¹

Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE), SICyT
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU) - Universidad de Buenos Aires (UBA)
Pabellón 3, 4to. Piso, Ciudad Universitaria, C.P. 1428, Ciudad Autónoma de Buenos Aires
Tel/Fax: 54 11 4789-6274. E-Mail: lgh@cvtci.com.ar

Guillermo D. Marshall²

Estudio Marshall & Asociados – Consultores en Diseño e Ingeniería de Fachadas
Marconi 690 7ºB – B1636GHB – Olivos – Pcia. De Buenos Aires
Tel/Fax: 54 11 4790-0756. E-Mail: marshall@movi.com.ar

RESUMEN: Se presenta un breve avance del trabajo que está siendo desarrollado en el marco del Programa NuevaTec FADU-UBA: Promoción e incorporación de innovación tecnológica en la docencia de grado. Los objetivos particulares de esta pasantía son: (i) Explicar en detalle y en español qué es una doble fachada. (ii) Analizar las condicionantes climatológicas, técnicas, económicas, ecológicas, etc. que hasta ahora han motivado la ejecución de doble fachada en el mundo (industrializado). (iii) Identificar y establecer la factibilidad de aplicación de las mismas en el contexto argentino y por extensión sudamericano. Para ello, se comenzó por estudiar bibliografía de diversos medios (ponencias en congresos especializados, revistas, libros, publicaciones varias en papel y bajadas de internet), se visitaron edificios, se entrevistó a responsables y a otros especialistas del exterior, todo ello en inglés y alemán. Al momento del cierre de este trabajo se está avanzando sobre el objetivo (iii) y se presentan recomendaciones para el caso.

Palabras clave: doble fachada, innovación tecnológica, edificios inteligentes, ahorro energético, control del usuario.

INTRODUCCIÓN

Probablemente, las más antiguas formas de doble fachada sean las box-windows europeas ó storm windows americanas. En el actual escenario de la construcción edilicia, la fachada forma parte de los componentes de mayor inversión inicial, y se espera que cumpla más y mejores prestaciones. En el “primer mundo”, la conservación de energía y la alta sensibilidad frente a las cuestiones medioambientales han tomado protagonismo, y el confort del usuario es considerado como primordial por parte de comitentes e inquilinos. Debido a la calidad de su desempeño, la fachada influye notablemente tanto en los costos operativos como en las condiciones interiores de climatización. Como consecuencia, una fachada altamente eficiente suele ser una condición para una solución edilicia económicamente viable. En este contexto, surge el desarrollo del concepto "doble fachada" aunque últimamente se habla de "fachada multicapa" entre las que se incluyen las fachadas productoras de energía. (Hyder, 2002 ; Macías, 2001)

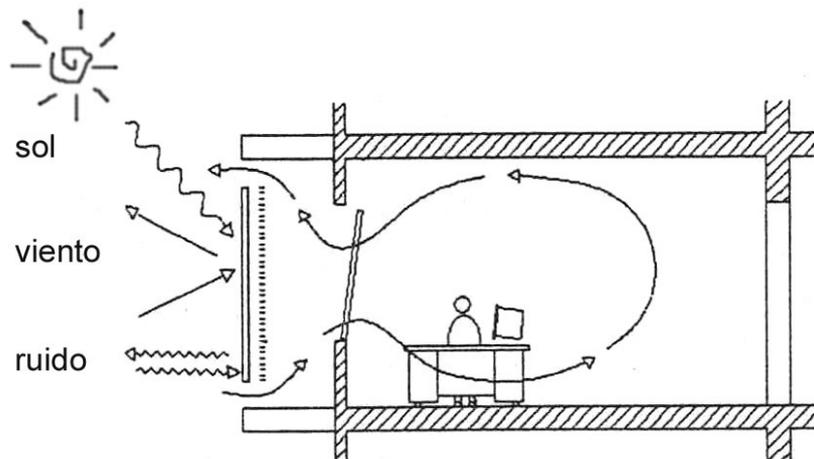


Figura 1: Esquema conceptual de una DF. (Nolte y Pasquay, 1997)

¹ Arquitecto. Becario NuevaTec FADU

² Arquitecto. Tutor NuevaTec FADU

DESCRIPCIÓN

Una “doble fachada” (DF / double-skin facade / Doppelschalige Fassaden) es aquella construida con dos sistemas o “pieles” separados por un espacio intermedio ventilado. (Oesterle, 2001 ; Nolte y Pasquay, 1997)

En general, la fachada exterior es totalmente vidriada y se construye como protección a los agentes climáticos (viento, lluvia, ruido, radiación solar). Se utilizan sistemas de sujeción de cristales por puntos con un mínimo de perfiles alrededor, para otorgar una imagen de transparencia y simplificar la limpieza.

El espacio entre fachadas en general se comunica con el exterior por medio de entradas y salidas de aire diseñadas para este propósito. La ventilación puede ser natural, aprovechando el efecto chimenea, ó forzada. En este espacio generalmente se pueden alojar dispositivos de control solar fijos ó regulables. Se pueden utilizar sistemas simples debido a que se encuentran en un ambiente interior. Este espacio puede o no tener un forjado para mantenimiento. También sirve para alojar otras instalaciones como la iluminación de las fachadas, así como una instalación de iluminación indirecta de los interiores tanto artificial como natural.

La fachada interior tiene las características típicas de una fachada estándar, y puede ser total ó parcialmente vidriada. Al estar protegida tiene mayor libertad de elección de acabados y materiales. El interior del edificio puede ser ventilado hacia el espacio intermedio y/o exterior por medio de aberturas comunes ó diseñadas especialmente a tal efecto.

MOTIVOS DE UTILIZACIÓN

Se ejecutan por una ó más de las siguientes razones:

- incrementar ó mejorar el uso de ventilación natural (en edificios donde normalmente no es posible por la altura y/o las velocidades de viento y/o la contaminación atmosférica) para disminuir la ventilación artificial y disminuir el riesgo del SBS (síndrome del edificio enfermo) con control individual.
- disminuir las ganancias solares en verano (con el consecuente ahorro en refrigeración) al incorporar sistemas de protección solar como persianas (en general móviles) que se encuentran protegidos en el espacio intermedio.
- mejorar las condiciones acústicas interiores (especialmente para lugares con contaminación sonora como proximidades a avenidas, autopistas ó aeropuertos).
- actuar como colectores solares y/o espacios de “colchón térmico” en invierno para reducir las pérdidas y contribuir al ahorro energético en calefacción.
- garantizar ó mejorar la iluminación natural para reducir la dependencia en la iluminación artificial (con el consecuente ahorro energético y disminución de la carga de acondicionamiento).
- mejorar las condiciones de confort en proximidad de la fachada al evitar los efectos de pared fría o pared caliente.

CLASIFICACION

Para cumplir con este listado de prestaciones, existe una multiplicidad de tipos y variantes de sistemas, los cuales se pueden clasificar según diversos criterios:

- 1) Principio de ventilación:
 - a) por nivel individual, por varios niveles, por extracción superior ó por combinación con conductos
 - b) natural (permanente ó regulada) ó mecánica (con aire exterior ó con aire interno recirculado)
- 2) Distancia de separación entre las pieles: desde 5cm hasta 1m
- 3) Grado de transparencia y control solar

Se puede afirmar que existe una doble fachada particular para cada edificio en particular. (Faist, 1998 ; Hyder, 2002)



Figuras 2 y 3: Vista y detalle del edificio RWE AG en Essen, Alemania. Ingenhoven Overdieck Kahlen / 1994-1996.

DESEMPEÑO Y OTRAS CONSIDERACIONES

El grueso de la bibliografía consultada se expone en gran medida en expresar las virtudes de las DF por sobre las fachadas integrales “convencionales”. Estas ventajas incluyen:

- Aumento de productividad de empleados gracias al control individual de su ambiente
- Reducción de consumo energético de hasta 65% (gracias a la obtención de valores de k de hasta $0.75 \text{ W/m}^2\text{k}$)
- Reducción de emisiones de CO_2 del 50%
- Reducción adicional de niveles de ruido de hasta 20dB

Cálculos más conservadores establecen la reducción del consumo energético en 30%, que es interesante de todas formas. Las diferencias surgen al momento de establecer la base de referencia e hipótesis de desempeño de acuerdo a las variaciones dentro del clima centroeuropeo.

Todo esto es posible gracias a los avances de la tecnología constructiva y procesos de simulación informática que permiten ensayar escenarios sumamente elaborados de integración de sistemas de acondicionamiento, control automatizado y/o por parte del usuario individual de sus parámetros de confort, y reacción frente a variaciones climáticas diarias y estacionales. Para ello se conforman equipos interdisciplinarios de alta especialización que diseñan, ensayan y monitorean los resultados, frecuentemente vinculados a centros de investigación universitarios con fuerte financiamiento de la industria de la construcción interesada en ofrecer más y mejores productos.

Como desventaja principal, se debe señalar su costo: una inversión inicial mayor que la de una fachada convencional, pudiendo llegar al doble ó más, debido a los mayores costos de desarrollo, materiales e instalación. Pero, como contrapartida, si se consideran los reducidos costos operativos, reducidas inversiones en equipos de acondicionamiento más pequeños y sencillos, y amortización de “vida útil”, el sacrificio puede valer bien la pena.

Por otra parte, esta nueva generación de edificios se autopromocionan como cada vez más energéticamente eficientes y respetuosos del medioambiente. En Europa, sobre todo en Alemania, los comitentes de este tipo de edificios compiten entre sí para obtener las soluciones más novedosas y arquitectónicamente seductoras, reforzando su identidad corporativa como “verde” (ecológica). Asimismo, las normativas y códigos van elevando sus pisos de referencia en sintonía con la preocupación generalizada de, entre otras cosas, el calentamiento global y el aumento en los costos de energía, empujando a la tipología tradicional de edificio corporativo en torre a mejorar su desempeño energético. Así, los edificios compiten por el “etiquetado verde” que se transforma en un argumento más de promoción y venta. Dadas las circunstancias, las consultoras y centros de investigación ofrecen a las DF como una alternativa de alto nivel y muy prometedora, promocionando los resultados comparativos superiores ampliamente en congresos especializados y publicaciones de divulgación científica y de arquitectura. La gran adhesión por parte de los estudios de arquitectura más reconocidos se debe a que se pueden obtener edificios “transparentes” acercándose al ideal miesiano del rascacielos enteramente de vidrio, sin cuestionarse las implicancias de esta decisión (Lang y Herzog, 2000).

Ante este escenario positivista y de confianza en la “alta tecnología”, se presentan detractores que alertan que no todo lo que reluce es oro, que las comparaciones y simulaciones siempre benefician a las DF porque se comparan con sistemas tradicionales de desempeño “pobre” que ya no se utilizan. Ofrecen revisar las sofisticadas soluciones empleadas y reemplazarlas por estrategias de sentido común probadas. Por ejemplo, reducir las superficies vidriadas y/o utilizar sombreado exterior para reducir las ganancias solares en vez de inventar complejos sistemas de evacuación de la cámara intersticial (Straube, 2001). También, las DF deben enfrentar acusaciones de desconfort por sobrecalentamiento. Esto último evidentemente se soluciona con un diseño más cuidado, ya advertido por los proponentes y diseñadores gracias a la experiencia dada por 10 años de desarrollo y monitoreo.

Cabe distinguir, por otra parte, que parte de las prestaciones que debe resolver una fachada, sea cual fuere, son provocadas por el hombre y se pueden evitar: la especulación ó preconceptos inmobiliarios que producen tipologías inadecuadas para su sitio, producción de niveles de ruido exterior descomunales que luego deben ser apagados por la piel del edificio, producción de contaminación ambiental que luego debe ser filtrada por los sistemas de acondicionamiento, y falta de normativa de derecho al sol que provoca cambios impensados en las hipótesis de cálculo. Estos factores han llevado a rever cambios de políticas de planeamiento, energéticas, de transporte y de derecho al sol que exceden el marco de este trabajo pero que afectan notoriamente el desempeño de una fachada.

FACTIBILIDAD DE APLICACIÓN

Se define como territorio de estudio la franja de ciudades sudamericanas comprendidas entre latitudes 35° a 30°S : Montevideo 35.0°S , Buenos Aires 34.5°S , Santiago de Chile 33.2°S , Rosario 33.0°S , Córdoba 31.1°S , Porto Alegre 30.1°S . Para dar un marco de referencia acerca de la factibilidad de aplicación de una fachada doble en este territorio, se establecen los siguientes parámetros:

Clima

En las figuras 4 y 5 se presentan los resultados comparativos de 3 variables críticas que inciden en la determinación de las hipótesis de cálculo y dimensionamiento de las cargas de refrigeración y calefacción que son evidentemente diferentes para las ciudades en donde se han aplicado DF y aquellas que son objeto de este estudio. Para el primer grupo, se observa que la temperatura media anual oscila entre los $8,9$ y $10,6^\circ\text{C}$, muy por debajo de los $16,8^\circ\text{C}$ de Buenos Aires, $17,2^\circ\text{C}$ de Rosario y $17,7^\circ\text{C}$ de Córdoba. Estos mayores valores se acompañan de una mayor disponibilidad de radiación solar global anual

horizontal (H_{Gh}) que se traduce en mayores niveles de iluminación y radiación difusa y reflejada. No es tan apreciable la diferencia entre la disponibilidad de radiación solar global anual sobre fachada al ecuador (H_{Gk}) - la más soleada.

Sí hay, en cambio, grandes diferencias entre las temperaturas medias de invierno y un poco menos entre las de verano. Esto hace prever valores muy distintos de temperaturas de cálculo exteriores que deberán ser determinadas según el caso. También, deben evaluarse los escenarios "pico" con mayor incidencia de radiación y temperatura de cálculo como la orientación Oeste a media tarde. Esto es fundamental ya que el diseño de una DF tiende a favorecer el recalentamiento del espacio intersticial.

La fuente utilizada para estos gráficos es el software Meteonorm 4.1. verificados con los datos disponibles en Argentina. (Grossi, 1998)

La humedad ambiente es otro factor crítico que impacta sobre los parámetros de confort. Los mayores niveles absolutos de sudamérica (no cuantificados en este trabajo) hacen prever mayores cargas latentes, necesidad de deshumidificación en verano y problemas de condensación en invierno. La hipótesis de ventilación natural directa puede ser totalmente invalidada y debe ser estudiada cuidadosamente. Inclusive, se han presentado problemas de este tipo en algunas DF europeas. (Pasquay, 2001)

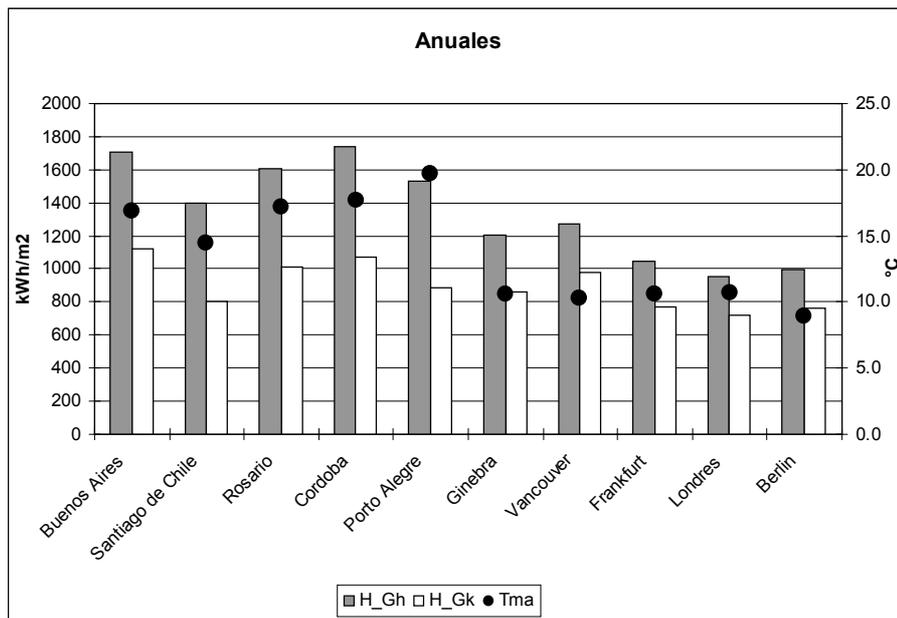


Figura 4: Temperaturas medias anuales y disponibilidad de radiación global anual.

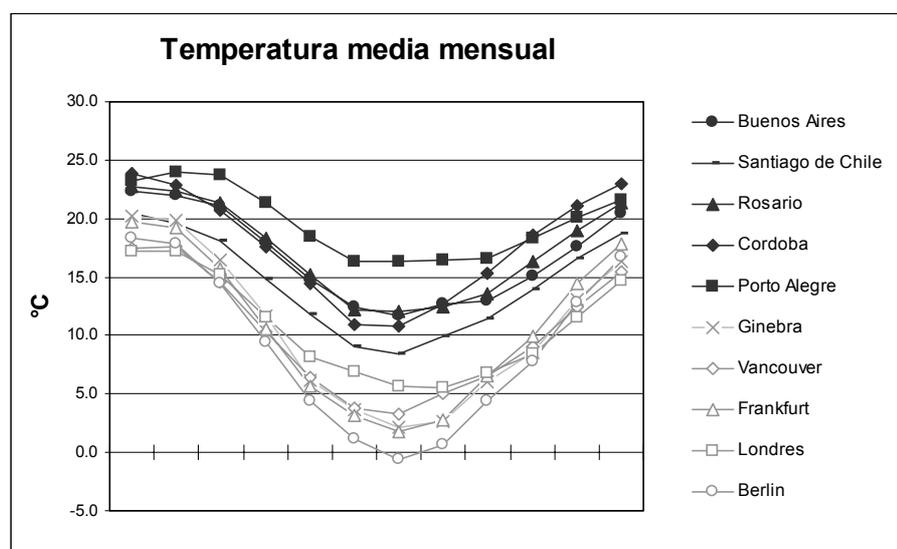


Figura 5: Temperaturas medias mensuales comparativas por estación del año.

Diseño Integrado

Las variantes activas (ventilación forzada) de las DF son diferentes que los sistemas convencionales porque la fachada está físicamente integrada a los sistemas de acondicionamiento. Las variantes pasivas (ventilación natural) también deben ser consideradas como parte integral del concepto energético y de control climático del edificio. Esto es un punto de partida totalmente diferente al proceso de diseño usual aquí en Argentina. Sin un proceso colaborativo e interdisciplinar, una DF puede ser incluso perjudicial para el desempeño de un edificio.

Cuando la arquitectura y la ingeniería de un edificio se diseñan de manera integrada, es posible considerar técnicas de acondicionamiento natural como el enfriamiento pasivo nocturno que ayudan a achicar o a instalar equipos de acondicionamiento alternativos. Esto siempre depende del clima, análisis de cargas y factores de ocupación que deben ser considerados de cero para cada caso.

Análisis de Cargas

Un objetivo principal de las DF es reducir las cargas de refrigeración y calefacción a través del manejo eficiente de las cargas producidas por la radiación solar. Estas cargas son variables de acuerdo a la locación, orientación y forma del edificio. Pero estas cargas "perimetrales" deben ser comparadas con las cargas globales del edificio para determinar su importancia relativa. Los edificios europeos tienden a ser notablemente más delgados que sus contrapartes sud y norteamericanos. La fachada en edificios profundos tiene menor influencia en el comportamiento energético y lumínico que la fachada de un edificio delgado.

Cultura y Economía

Los requisitos de los usuarios que empujaron la implementación de DF en Alemania, por ejemplo, y que llevaron a su popularidad, no existen claramente aún en los usuarios locales. Los usuarios europeos han requerido el acceso a la luz natural y mayor calidad de aire interior a niveles muy exigentes. Esta es una de las razones "de mercado" que han impedido su difusión en EE.UU. (Arons y Glicksman, 2001). Una de las ventajas de las DF es su ajustabilidad por parte de los usuarios. Abrir y cerrar ventanas en una planta libre es algo muy complejo de compatibilizar con un esquema de ahorro energético. La tendencia en Europa es de proporcionar células con mecanismos de control diferenciados que no afectan a las células vecinas. Mecanismos de control automático ajustan de manera interactiva las condiciones artificiales particulares.

Implementación en obra

Un diseño de DF debe ser acompañado de estudios de costeo y cronograma de obra. Los beneficios a largo plazo de una DF se pueden llegar a justificar económicamente si y sólo si se acompañan de una reducción en la inversión en otros rubros. Esto es complicado porque involucra la interacción de varios gremios que usualmente no colaboran en la instalación de una fachada (electricidad, iluminación, aire acondicionado). El diseñador de una DF debe compatibilizar aspectos arquitectónicos, energéticos, contractuales y de fabricación más complejos y elaborados. Cualquier cambio en los esquemas usuales de implementación de una fachada tiende a acarrear mayores costos porque la novedad supone un riesgo mayor.

El próximo paso de este trabajo es abordar estos lineamientos con más detenimiento. Se procurará elaborar un estudio de caso con participación de la industria local para testear las ideas "de gabinete" con las actuales condiciones de mercado.

CONCLUSIONES

La aplicación de DF se ve restringida a edificios con alto nivel de inversión, cuyos desarrolladores y/u ocupantes están directamente interesados en obtener beneficios adicionales como ser mayor productividad laboral, imagen ecológica de avanzada, reducción en costos operativos. Para ello, se realizan procesos integrados de diseño que deben estudiar detenida y detalladamente una multiplicidad de factores interrelacionados ya que una fachada doble piel "puesta" o mal diseñada puede ser perjudicial para un edificio.

Unas de las aplicaciones más prometedoras para las DF en este ámbito territorial es la colocación de elementos de protección solar en el espacio intersticial de manera que estén protegidos y fuera de la fachada interior ó térmica, para reducir de manera más efectiva las ganancias solares elevadas.

Las DF suponen a simple vista una alternativa de las denominadas de "alta tecnología", pero una óptica más detallada revela que se trata de los mismos componentes que para fachadas convencionales usados de manera innovadora. El tema de la innovación es que generalmente conlleva un gran esfuerzo económico (en tiempo y dinero).

En el escenario local de depresión económica y desinversión, es difícil imaginar la puesta en marcha de algo innovador cuando las preocupaciones son otras y la producción edilicia (si la hay) se caracteriza por la falta de recursos y se guía por lo mínimo indispensable. La falta de razones "de mercado" para producir edificios energéticamente eficientes hace improbable la implementación en el corto plazo de una DF.

Dada la posibilidad de mejora de este escenario en el mediano o largo plazo, se establecen 5 factores fundamentales a evaluar previo a y durante el posible planeamiento de una DF local: Clima, Diseño Integrado, Análisis de Cargas, Cultura y Economía, e Implementación en obra.

REFERENCIAS

- Arons, D.M.M. , Glicksman, L.R. (2001). Double skin, airflow facades: Will the popular European model work in the USA? *Proceedings ICBEST-2001*. International Conference on Building Envelope Systems & Technology. pp.203-207. Ottawa, Canada.
- Faist, A.P. (1998). The double skin façade. Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suiza.
- Grossi Gallegos, H. (1998) Distribución de la radiación solar global en la República Argentina. II. Cartas de radiación. *Energías Renovables y Medio Ambiente*. Vol.5, pp. 33-42. Argentina.
- Hyder (2002). Multiple Skin Facades. Nota técnica de Hyder Consulting.
- Lang, W. , Herzog, T. (2000). Using multiple glass skins to clad buildings. *Architectural Record* 07.00. pp. 171-182.
- Lee, E.J. et al (1998). Double facades – The reduction of cooling energy in summer and the use of solar energy during the winter. *Proceedings WREC 1998. The V World Renewable Energy Congress*. pp. 1419-1422. Florencia, Italia.
- Lieb, R.D. (2001). Building physical values of double skin facades. *Proceedings ICBEST-2001*. pp.51-54. Ottawa, Canada.
- Macias, M. et al (2001). Análisis energético de un edificio con fachada acristalada fotovoltaica. *Textos de la Jornada técnica: La fachada acristalada, una central de producción de energía limpia: Una alternativa actual*. Construmat 2001. Barcelona, España.
- Meteonorm 4.1.0.0 demo. ©Meteotest 2001. Berna, Suiza. www.meteonorm.com.
- Nolte, C. , Pasquay, T. (1997) Double facade – Improved concepts for the use of solar energy. *Proceedings ISES 1997 Solar World Congress*. Paper # 766. Taejon, Korea.
- Oesterle, E. et al (2001). Double-Skin Facades: Integrated Planning, 1ra ed. Prestel Verlag, Munich – London - New York.
- Pasquay, T. (2001). Natural ventilation in high rise buildings with double facades: Saving or waste of energy? *Proceedings PLEA 2001. The 18th International Conference on Passive and Low Energy Architecture*. pp. 223-227. Florianópolis, Brasil.
- Straube, J.F. , van Straaten, R. (2001). The technical merit of double facades for office buildings in cool humid climates. White Paper. University of Waterloo. Canada.

ABSTRACT

This paper presents an outline of the progress of the NuevaTec FADU-UBA programme for incorporation of technical innovation in the teaching staff. The primary objectives of this internship are: (i) Explain in detail and in Spanish what a double skin façade is. (ii) Evaluate the climatological, technical, economical, ecological, etc. reasons which are behind the development of second skin systems in the (developed) world. (iii) Identify and establish the applicability of these systems in the argentine / southamerican context. To accomplish this, a considerable amount of material from different media (congress proceedings, magazines, books, various other publications on paper and downloaded from the internet) was analysed, some buildings were visited and interviews were conducted with responsible parties and other specialists abroad, mostly in English and German. At the moment of this deadline we are into objective (iii) and some recommendations are given.

Keywords: double skin facade, technological innovation, intelligent buildings, energy savings, occupant control