

VANGARDA VERTICAL NA ARQUITECTURA REFERENCIAL

Estudo de casos con muro cortina na Europa do século XXI

María Álvarez Martínez

Tese de Mestrado Integrado en Arquitectura e Urbanismo

Orientación: Prof. Doutora Ana Isabel Lima Pacheco
Coordinación: Arq. Luís Paulo Novais Pacheco

Marzo 2025

ÍNDICE

PREÁMBULO	2
AGRADECEMENTOS	4
RESUMO/RESUMO/ABSTRACT	6
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. XUSTIFICACIÓN DA PROBLEMÁTICA	11
1.2. OBXECTIVOS	12
1.3. METODOLOXÍAS DE INVESTIGACIÓN	13
1.3.1. Estratexias de investigación	13
1.3.2. Técnicas de recolla de información	14
1.3.3. Análise de datos	14
1.4. CONTEXTUALIZACIÓN DA INVESTIGACIÓN	15
1.5. ESTRUCTURA DE CONTIDOS	16
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	17
2.1. ARQUITECTURA DE VANGARDA	18
2.2. ARQUITECTURA REFERENCIAL	21
2.3. MURO CORTINA	24
2.3.1. Definición	25
2.3.2. Evolución arquitectónica e tecnolóxica	29
2.3.3. Predecesores ao muro cortina	30
2.3.4. Liñas temporais	74
2.3.5. Tipoloxías	77
2.3.6. Tecnoloxías	78
3. APLICACIÓN DA METODOLOXÍA	81
3.1. EDIFICIOS REFERENCIAIS EN EUROPA NO SÉCULO XXI. FICHAS TÉCNICAS	82
4. CASOS DE ESTUDO. CONTRIBUTOS	107
4.1. SELECCIÓN E ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO	108
5. CONCLUSIONES	175
5.1. CONCLUSIONES XERAIS	176
5.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS	182
REFERENCIAS	186
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	193
ÍNDICE DE TÁBOAS	199

PREÁMBULO



A arquitectura referencial caracterízase pola súa capacidade de marcar tendencias e influír no desenvolvemento do entorno urbano. Neste contexto, a vangarda vertical ten adquirido unha relevancia crecente, especialmente a través do emprego do muro cortina como elemento distintivo das envolventes arquitectónicas.

Este traballo analiza o papel deste sistema na arquitectura europea do século XXI, estudando os seus contributos en termos de eficiencia construtiva, integración urbana e flexibilidade funcional. Así mesmo, examínanse os sistemas de protección solar empregados e a súa relación co deseño arquitectónico.

A través desta análise, preténdese comprender a evolución e as posibilidades do muro cortina dentro da vangarda vertical na arquitectura referencial, explorando o seu impacto presente e as perspectivas de futuro.

AGRADECIMENTOS



Aos meus pais, o meu recoñecemento máis sincero. A súa dedicación, amor incondicional e apoio constante foron a base do meu desenvolvemento persoal e académico. Grazas ao seu esforzo, tiveron as ferramentas necesarias para crecer, tanto no ámbito académico como na vida en xeral, o que me permitiu levar a cabo este traballo. O seu exemplo e confianza foron fundamentais para que puidese seguir adiante en todo momento, ofrecéndome moito máis do que eu puidera precisar.

A miña irmá, quen sempre foi unha figura esencial no meu camiño, tamén merece un agradecemento especial. Sen o seu apoio constante, tanto persoal como académico, non sei se estaría hoxe aquí realizando este traballo. Ela foi e segue sendo un referente para min, e sen o seu exemplo e guía, o meu crecemento persoal e académico non tería sido o mesmo. A súa presenza e apoio foron clave para continuar o meu proceso formativo e avanzar nos momentos decisivos.

Aos meus sobriños, que son unha fonte constante de alegría e motivación, grazas pola súa enerxía e felicidade. A súa inocencia e amor incondicional lémbrenme a importancia de vivir con alegría e de valorar os pequenos momentos da vida.

A miña avoa, que me viu crecer, e que, a pesar de non comprender plenamente a importancia deste traballo, sei que está profundamente orgullosa de ver como cheguei ata aquí.

A Nerea, grazas pola súa paciencia e por facer máis fácil o proceso de elaboración deste traballo, sempre amosando apoio e comprensión. A súa presenza foi fundamental para poder seguir adiante, ao igual que a dos meus amigos, aos que tamén agradezo profundamente pola súa compañía e apoio constante ao longo deste proceso.

Quero ademais, expresar o meu agradecemento á miña orientadora, Prof. Doutora Ana Isabel Lima Pacheco, e ao meu coordinador, Arq. Luís Paulo Novais Pacheco, polo seu acompañamento constante e guía ao longo deste proceso. A súa colaboración foi fundamental para a correcta estruturación e mellora do contido deste traballo, proporcionando as ferramentas necesarias para o seu adecuado desenvolvemento e facilitando a súa culminación.

Finalmente, quero darlle as grazas á Prof. Doutora Maria Goreti Ferreira de Sousa, quen, dende o inicio, estivo sempre atenta ao avance desta investigación, ofrecendo consellos valiosos e supervisando o proceso. A súa intervención foi decisiva para garantir a calidade e coherencia deste traballo, sendo clave para a súa finalización. A pesar de non poder recibir recoñecemento oficial, a súa colaboración foi unha parte fundamental do progreso desta investigación.

RESUMO/RESUMO/ABSTRACT



RESUMO

Esta pesquisa analisa o papel da parede-cortina na arquitetura europeia do século XXI numa perspetiva arquitetónica, com o objetivo de ultrapassar a visão predominantemente técnica que caracteriza a maior parte da bibliografia disponível. Estabelece-se uma ligação entre este sistema construtivo e a configuração formal e espacial dos edifícios, avaliando o seu impacto no projeto arquitetónico contemporâneo.

Para desenvolver o estudo, foram recolhidas informações de várias obras representativas construídas na Europa ao longo deste período. Devido à escassez de estudos focados especificamente na parede-cortina, a análise está estruturada em duas fases: uma primeira aproximação com dados gerais e uma segunda fase focada no estudo detalhado de casos selecionados, onde se aprofundam aspetos definidos progressivamente ao longo da pesquisa.

Entre os conteúdos abordados está a classificação tipológica da parede-cortina, diferenciando entre o Sistema Unitário, baseado em módulos pré-fabricados e frequentemente utilizado em edifícios altos, e o Sistema Stick, mais comum em intervenções de menor dimensão ou que exijam uma montagem personalizada, embora com um tempo de execução mais alargado.

Um dos resultados mais notáveis é a presença limitada de soluções de proteção solar nas obras analisadas. A dupla pele de vidro surge como uma estratégia passiva recorrente para melhorar a ventilação e limitar a exposição solar direta. No entanto, a integração de tecnologias avançadas, como os painéis solares, é ainda muito limitada, o que revela uma oportunidade para aumentar a eficiência energética através da utilização deste sistema.

A versatilidade da parede-cortina permite a sua aplicação em diversos programas arquitetónicos, desde escritórios e centros culturais a edifícios de uso misto, facilitando tanto a expressão formal como a integração no tecido urbano. Os casos analisados exemplificam tendências da arquitetura de vanguarda e demonstram a evolução deste sistema como elemento-chave no projeto arquitetónico do século XXI.

Palavras chave: parede cortina – arquitetura referencial - vanguarda

RESUMO

A presente investigación analiza o papel do muro cortina na arquitectura europea do século XXI desde unha perspectiva arquitectónica, co propósito de superar a visión predominantemente técnica que caracteriza a maior parte da bibliografía dispoñible. Establécese unha conexión entre este sistema construtivo e a configuración formal e espacial dos edificios, avaliando o seu impacto no deseño arquitectónico contemporáneo.

Para o desenvolvemento do estudo, recompilouse información de diversas obras representativas construídas en Europa ao longo deste período. Debido á escaseza de estudos centrados especificamente no muro cortina, a análise estruturouse en dúas fases: unha primeira aproximación con datos de carácter xeral e unha segunda fase centrada no estudo detallado de casos seleccionados, onde se profundiza en aspectos definidos progresivamente ao longo da investigación.

Entre os contidos abordados inclúese a clasificación tipolóxica do muro cortina, diferenciando entre o *Unit System*, baseado en módulos prefabricados e frecuentemente empregado en edificios de gran altura, e o *Stick System*, máis común en intervencións de menor escala ou que requiren unha montaxe personalizada, aínda que cun tempo de execución superior.

Un dos resultados máis salientables é a escasa presenza de solucións de protección solar nas obras analizadas. A dobre pel de vidro aparece como estratexia pasiva recorrente para mellorar a ventilación e limitar a exposición solar directa. Non obstante, a integración de tecnoloxías avanzadas como paneis solares resulta aínda moi reducida, o que revela unha oportunidade para potenciar a eficiencia enerxética mediante o uso deste sistema.

A versatilidade do muro cortina permite a súa aplicación en diversos programas arquitectónicos, desde oficinas e centros culturais ata edificios de uso mixto, facilitando tanto a expresión formal coma a integración no tecido urbano. Os casos analizados exemplifican tendencias da arquitectura de vangarda e evidencian a evolución deste sistema como elemento clave no deseño arquitectónico do século XXI.

Palabras chave: muro cortina – arquitectura referencial - vangarda

ABSTRACT

This research analyzes the role of the curtain wall in 21st century European architecture from an architectural perspective, with the aim of overcoming the predominantly technical vision that characterizes most of the available bibliography. A connection is established between this construction system and the formal and spatial configuration of buildings, evaluating its impact on contemporary architectural design.

To develop the study, information was collected from various representative works built in Europe throughout this period. Due to the scarcity of studies focused specifically on the curtain wall, the analysis is structured in two phases: a first approximation with general data and a second phase focused on the detailed study of selected cases, where aspects defined progressively throughout the research are delved into.

Among the contents addressed is the typological classification of the curtain wall, differentiating between the Unit System, based on prefabricated modules and frequently used in high-rise buildings, and the Stick System, more common in smaller-scale interventions or those that require personalized assembly, although with a longer execution time.

One of the most notable results is the limited presence of solar protection solutions in the works analyzed. The double skin of glass appears as a recurrent passive strategy to improve ventilation and limit direct solar exposure. However, the integration of advanced technologies such as solar panels is still very limited, which reveals an opportunity to enhance energy efficiency through the use of this system.

The versatility of the curtain wall allows its application in various architectural programs, from offices and cultural centers to mixed-use buildings, facilitating both formal expression and integration into the urban fabric. The cases analyzed exemplify trends in avant-garde architecture and demonstrate the evolution of this system as a key element in 21st century architectural design.

keywords: curtain wall - referential architecture - avant-garde

I. INTRODUCCIÓN



1.1. XUSTIFICACIÓN DA PROBLEMÁTICA

O muro cortina é un tipo de peche exterior lixeiro, que debe soportar tanto o seu propio peso, coma as forzas exercidas por axentes externos: vento, sol, chuvia, etc. (Camacho Martínez, 2019). No traballo de Arán Molina (2011), podemos observar o comportamento deste sistema ante diferentes axentes naturais, coma a auga.

O emprego do muro cortina, é realizado co principal obxectivo da obtención dunha mellor visión cara ao exterior e entrada de luz natural. Este sistema proporciona unha redución no emprego de materiais pesados. Obtendo, con menor cantidade de material, maiores aperturas, conseguindo relacións máis directas entre exterior-interior, e aumentando a calidade dos espazos interiores. Debido a isto, é amplamente utilizado en espazos de traballo, onde a entrada de luz natural é, se posible, de maior importancia, para a realización das diferentes tarefas (Altunkeyik, 2019).

Ante temas de seguridade coma pode ser o lume, este sistema debe estar deseñado para combatelo, sendo diferenciado cada certa altura, obtendo seccións horizontais separadas, que eviten a propagación do incendio (Arán Molina, 2011).

Nos últimos anos, a información asociada ao muro cortina céntranse principalmente en áreas técnicas, coma a incidencia solar, ventilación, isolamento, sustentabilidade, etc. O obxectivo deste traballo é analizar as posibilidades e oportunidades deste elemento, en relación a aspectos menos técnicos, e relacionalo directamente coa arquitectura: espazo, contexto, etc. Estudando diferentes obras e comparando a información recollida, obtendo unha visión xeral do papel do muro cortina en obras identificadas como arquitectura referencial.

1.2. OBXECTIVOS

- Obxectivo 1: Identificar diferentes tecnoloxías empregadas no muro cortina en edificios referenciais do século XXI en Europa.

Este obxectivo pretende a identificación de solucións avanzadas, como sistemas de sombreamento automático, materialidade e métodos de construción modular, entre outros, que foron implementados para mellorar a funcionalidade e sustentabilidade dos edificios. Ao examinar estes casos destacados, preténdese comprender como estas tecnoloxías contribúen ao deseño arquitectónico contemporáneo.

- Obxectivo 2: Definir os contributos que o sistema aporta á arquitectura europea do século XXI.

Consiste en definir como este elemento arquitectónico influencia e enriquece o deseño e a funcionalidade dos edificios europeos do século vixente. Abarcando temas coma a incidencia solar, integración de tecnoloxías, adaptación e flexibilidade arquitectónica entre outros.

1.3. METODOLOXÍAS DE INVESTIGACIÓN

A investigación deste traballo será de carácter construtivista, orientado a un enfoque cualitativo, que poderá ser complementado por datos cuantitativos (Groat & Wang, 2002). Esta combinación permitirá integrar ambas perspectivas e tipos de datos, o que enriquecerá a análise.

1.3.1. Estratexias de investigación

En canto aos métodos de investigación, o traballo comezará por unha análise documental histórica (Albarello, et al., 1997). Preténdese un estudo dende os inicios do muro cortina ata a actualidade. Darase fincapé tamén, en elementos coma as galerías, grandes elementos representativos, por exemplo, da Coruña, xa que estas, poden ser consideradas unha antítese do sistema a estudar. Tendo tamén en conta os materiais empregados, e a súa evolución, coma poden ser o aceiro, o ferro, o aluminio e mesmo o vidro.

O seguinte método será o estudo de multicasos (Traqueia, et al., 2020), onde se recollerán múltiples estudos de casos, cos criterios de selección: ao longo do século XXI; en Europa; edificios referenciais. Albergando así, diferentes tipoloxías de muro cortina, dende os máis comúns ata os máis desenvolvidos e transformados, para poder realizar fichas técnicas de todos estes casos escollidos, con diferentes programas arquitectónicos. Este método, permitirá contextualizar o obxecto de estudo, detectando posibles patróns e transformación significativas.

A ficha tipo inicial, será a vista no punto 7 deste traballo. Poderán ser escollidas obras de diferentes tipoloxías, debido á non alta voluminosidade de exemplares con ditos filtros.

O enfoque do traballo de campo non estará limitado por categorías predeterminadas, contribuíndo á profundidade, apertura e detalle da investigación cualitativa, polo que seguiremos este suposto, podendo avaliar os criterios de selección ao longo da análise da primeira mostra analizada.

1.3.2. Técnicas de recolla de información

Como técnicas de recolla de información, serán implementadas diversas técnicas. Teremos a observación sistemática in situ, que será realizada en casos nos que as obras sexan accesibles; e a observación indirecta, para casos prácticos que non sexan visitados por limitacións de distancia, que serán tratados mediante análise documental (Gil, 1995). Sendo no primeiro caso, realizadas fotografías propias, ademais da recolecta de notas de campo, proporcionando así datos directos para a súa análise (Bogdan & Biklen, 1994).

Os datos serán recollidos a través de arquivos e documentos, tanto oficiais: documentos de arquivos, coma non oficiais: traballos fin de grao, publicacións, etc. Ademais, será realizada a observación de fotografías, esquemas e planos, para a comprensión e técnica dos muro cortina estudados. De forma puntual poden ser realizadas entrevistas a profesionais do sector, proporcionando perspectivas expertas que enriquecerán a interpretacións dos datos (Bogdan & Biklen, 1994; Batista, et al., 2021).

1.3.3. Análise de datos

Realizarase unha análise comparativa entre as obras estudadas. Isto, permitirá a identificación de posibles patróns, diferencias e similitudes entre os casos. Empregando criterios que se concretarán ao longo da investigación, procederase á elección dun conxunto de caso, para unha análise en maior profundidade.

Seguidamente, escollerase un exemplo de cada categoría a representar. Tendo así en conta, aspectos coma a súa exposición solar, forma, acústica, ventilación, etc. para comprender a relevancia deste sistema en cada unha das obras, e a súa aportación a estas. Os exemplos serán analizados de forma individual, e posteriormente en conxunto, mediante fichas técnicas que alberguen a información: localización; ano de construción; tipoloxía; alturas; materialidade do muro cortina; superficie do muro cortina; forma; etc. (Traqueia, et al., 2020).

Con isto, permitirase a comprensión integral e comparativa dos sistemas muro cortina, destacando a súa adaptación e contribución en diferentes contextos arquitectónicos.

1.4. CONTEXTUALIZACIÓN DA INVESTIGACIÓN

Durante o século XXI, o muro cortina emerxe como elemento emblemático na arquitectura contemporánea europea, sendo empregado en diferentes tipoloxías de edificios en toda Europa, dende espazos residenciais coma rañaceos, ata outros de uso público, coma poden ser museos ou aeroportos. Ademais, converteuse case nun elemento fundamental deste movemento, definindo un novo carácter visual urbano, atraendo así, tanto a residentes coma a turistas por igual.

O muro cortina, é empregado con gran relevancia coma fachada autoportante, dende a segunda metade do século XX. Moitas das grandes cidades europeas albergan obras arquitectónicas recoñecidas internacionalmente con este sistema, a torre Agbar de Barcelona, o museo da Acrópolis de Atenas, ou a fundación Louis Vuitton en París, son algúns exemplos.

Son varios e relevantes os autores, que a partir da segunda metade do século XX comezan a investigar e ensaiar co emprego do vidro en maiores escalas e dimensións. Sendo empregado de forma intensa, en obras de arquitectos coma Frank Lloyd Wright ou Mies van der Rohe (Jerome, 2014).

Co maior desenvolvemento das tecnoloxías e dos materiais, xorden novas formas de empregabilidade do muro cortina, xurdindo por exemplo, ángulos máis fortes, ou mesmo curvaturas, coma na Casa da Música en Porto. Son estas novas formas as que lle proporcionan unha nova visión e funcionalidade a este sistema construtivo, xa que grazas a estes avances, poden ser utilizados non só de forma práctica e funcional, senón tamén dándolle unha nova versión aos deseños. Aportando novas texturas, formas, sombras e reflexos a unha obra arquitectónica, que cada vez, emprega máis este sistema construtivo (Domínguez, 2018).

Este sistema de fachada non só proporciona unha nova estética, senón que, grazas aos avances técnicos, gaña diferentes propósitos, como fins acústico, lumínicos ou mesmo de identidade. Un claro exemplo de esta última intención é o Allianz Arena en Munich, onde o estadio cambia a súa pel exterior de cor, indicando o equipo local que xoga nese momento.

Este sistema de fachada, é un elemento amplamente coñecido durante e tras o modernismo, provocando o uso “extremista” do vidro nas súas construcións, e sendo case unha nova pel da propia obra. Converténdose nunha fina barreira, entre exterior-

interior, permitindo aos usuarios unha mellor conexión coa envolvente do edificado, ademais da gran permeabilidade visual, obtendo unha gran visualización panorámica cara ao exterior, e a entrada de luz natural de forma abundante, minimizando así o emprego de luz artificial (Arán Molina, 2011).

Este traballo pretende identificar as novas tecnoloxías aplicadas no muro cortina no século XXI, no territorio europeo. O estudo focarase na arquitectura referencial, que será definida por edificios con premios de arquitectura prestixiosos a nivel nacional ou internacional polo seu deseño, coma poden ser: Premio de Arquitectura Contemporánea de la Unión Europea - Premio Mies van der Rohe, Premios WAN (World Architecture News) Awards ou Premios de la Real Academia de Arquitectura de España entre outros a este nivel.

1.5. ESTRUCTURA DE CONTIDOS

Esta dissertação está organizada en cinco seccións principais, cada unha delas subdividida en apartados específicos para facilitar a comprensión do estudo:

1. **Introdución:** Nesta sección preséntase unha visión xeral do traballo, expoñendo o seu contexto, relevancia e os dous obxectivos principais que guían a investigación.
2. **Contextualización:** Desenvolve o marco teórico que sustenta o estudo, proporcionando as bases conceptuais e referenciais necesarias para a análise posterior.
3. **Recolla de datos:** Recompílese información sobre 23 edificios, elaborando unha ficha técnica para cada un deles. A partir desta análise preliminar, extráense conclusións que permiten dar resposta ao primeiro obxectivo da investigación.
4. **Estudo de casos:** Selecciónanse catro casos de estudo dos 23 previamente analizados, os cales serán examinados en maior profundidade segundo os criterios necesarios para abordar o segundo obxectivo da dissertação.
5. **Conclusións:** Preséntanse as conclusións xerais e específicas derivadas do estudo, sintetizando os achados e respondendo de forma conxunta aos dous obxectivos inicialmente expostos.

2. FUNDAMENTACIÓN

TEÓRICA



2.1. ARQUITECTURA DE VANGARDA

A arquitectura vangardista supuxo un cambio radical no enfoque do deseño arquitectónico, promovendo novas formas de entender o espazo e a funcionalidade. Este movemento, que se enmarca dentro dun contexto máis amplo de transformación social e cultural, desafía os métodos tradicionais de construción e estética, sendo clave para a aparición do muro cortina.

Taken literally, the avant-garde refers to the front part of a marching army, the scouts that first head into unknown territory. As a metaphor, the word has been used from the 19th century onward to refer to progressive political and artistic movements that considered themselves to be ahead of their time (Heynen, 2004, p. 175).

En 1962, atopamos unha das primeiras descrições do termo, definida en catro puntos clave por Renato Poggioli. Esta caracterización foi presentada e desenvolta en traballos posteriores, coma o de Heynen (2004), quen retoma e cita as ideas orixinais de Poggioli:

- Antagonismo: sempre loita contra o público, a tradición ou a orde establecida.
- Activismo: aventura e dinamismo.
- Agonismo: disposta a entregarse por completo en nome do avance.
- Nihilismo: Activismo e antagonismo levan á autodestrución vangardista.

Doce anos despois, este termo adquiriría un significado teórico máis preciso grazas a Peter Burger, quen afirma que “Its aim was to put an end to the existence of art as something separate from everyday life of art, that is, as a autonomous domain that has no real impact on the social system.” (Heynen, 2004 p. 176, como se cita en Burger, 1974). Segundo a súa análise, esta opción non configuraría a vida social en base á racionalidade económica ou ás normas burguesas, senón que se sustentaría nas sensibilidades estéticas e no potencial creativo individual.

A vanguardia foi un fenómeno crucial no desenvolvemento de novas ideas dentro das artes, destacando especialmente na literatura e nas belas artes: “Avant-gardism has been most prominent in literature and the arts, whereas its use in the context of architecture was less common. Nevertheless, there has been a tendency to identify the Modern movement as the avant-garde in architecture” (Heynen, 2004, p. 176).

Aínda que a relación entre a vanguardia e o Movemento Moderno pode ser complexa, algúns trazos comúns, como o desafío ás tradicións e o impulso por explorar novas formas de expresión, facilitan unha identificación parcial entre ambas as dúas correntes. Porén, a vanguardia centraba a súa atención en experimentos radicais e multidisciplinares, mentres que o Movemento Moderno en arquitectura consolidouse arredor dun programa máis pragmático e funcional.

The issues and themes around which the Modern movement in architecture crystallized were surely related to the avant-garde logic of destruction of the old and construction of the new. The Modern movement was based on a rejection of the bourgeois culture of philistinism that used pretentious ornament and kitsch and that took the form of eclecticism.

(Heynen, 2004 p. 176, como se cita en Gusevich, 1987).

Heynen sinala que o crítico e historiador suízo Sigfried Giedion consideraba que a arquitectura moderna debía superar os seus límites tradicionais, deixando de centrarse só no deseño de edificios representativos, para abranguer todo o ambiente construído e integrar plenamente a realidade social e a vida cotiá:

The thought that architecture should no longer limit itself to the design of representative buildings but rather should develop into a more comprehensive discipline that is focusing on the whole of the environment and that merges with social reality and with life itself was shared by many prominent modern architects from the 1920s (Heynen, 2004, p. 177).

No ano 1987, Matei Calinescu definiría o termo como un “..continuous cycling of short-lived movements that emerge and whither away in rapid succession” (Heynen, 2004, p. 175).

Esta concepción da vangarda destaca a súa natureza efémera e fluída, caracterizada pola sucesión constante de movementos que desafían as normas establecidas. Esta dinámica provocou un impacto duradeiro na arquitectura, non tanto pola permanencia dos movementos en si, senón pola súa capacidade para cuestionar fronteiras e inspirar unha renovación continua na práctica arquitectónica: “The avant-garde and its significance for 20th-century architecture remains, then, with the constant obliteration of boundaries between the arts and architecture, image and text, and the meanings of old and new” (Heynen, 2004, p. 178).

A continuación, abordarase unha redefinición da arquitectura vangardista, adaptada aos contextos contemporáneos. Para iso, é fundamental analizar e comprender previamente os termos arquitectura e vangarda de forma individual, o que permitirá, nun segundo momento, examinar a súa integración e as repercusións que isto ten no ámbito arquitectónico.

De acordo coa Real Academia Galega, a arquitectura defínese como o “conxunto de características arquitectónicas dun edificio, dunha zona ou período determinado”. Pola súa banda, a vangarda refírese ao “conxunto de individuos ou de ideas máis avanzados, en calquera sentido, con respecto aos do seu tempo” (Real Academia Galega, s.d.). Estas definicións sentan as bases para explorar como a interacción entre ambos os conceptos deu lugar a innovacións significativas no deseño arquitectónico.

Tendo claros os significados individuais de cada termo, resulta viable propoñer unha definición conxunta que, apoiándose na literatura revisada, pode formularse como: características arquitectónicas dun elemento ou obra que están fundamentadas ou determinadas por ideas que se consideran máis avanzadas en relación ao seu tempo.

A arquitectura vangardista pódese entender coma unha corrente que rompe coas convencións do pasado, para propoñer novas solucións tanto estéticas como funcionais. A súa esencia reside na innovación constante e no desafío ás normas establecidas, adoptando ideas máis avanzadas en relación ao seu tempo. Ao analizar a arquitectura e a vangarda como conceptos individuais, e posteriormente unificalos, vese claramente como este enfoque arquitectónico non só redefine os espazos físicos, senón tamén a relación entre a arte, a sociedade e a vida cotiá. Así, a vangarda arquitectónica continúa sendo un pilar fundamental na evolución do deseño contemporáneo.

2.2. ARQUITECTURA REFERENCIAL

A arquitectura referencial pode incorporar elementos da arquitectura icónica e paradigmática. Obras coma a Ópera de Sídney (icónica) ou a Casa Farnsworth (paradigmática) son ao mesmo tempo obras referenciais porque influíron en gran medida nas posteriores xeracións de arquitectos. Esta influencia subliña a capacidade das obras referenciais para transcender a súa función inicial e converterse en modelos que establecen novas normas no deseño arquitectónico (Frampton, 1980). Ademais, as obras referenciais adoitan simbolizar valores culturais ou técnicos do seu tempo, o que amplifica a súa capacidade para actuar como fontes de inspiración en contextos globais e locais.

No caso da arquitectura paradigmática debemos mencionar a Kenneth Frampton (1980), posto que emprega este termo para obras que marcan un claro punto de inflexión ou cambio na historia da arquitectura. Realizando innovacións técnicas, conceptuais e estéticas, que converten a ditas obras en modelos a seguir polas xeracións vindeiras de arquitectos. Un exemplo disto, pode ser a Ville Savoye de Le Corbusier. Segundo Frampton, as obras paradigmáticas non só influencian a técnica e a estética, senón que tamén redefinen as prioridades culturais da arquitectura, cuestionando enfoques convencionais e introducindo novos paradigmas de funcionalidade e modernidade

En relación ao termo icónico, é importante sinalar que, aínda que non se utilizaba de maneira explícita cara finais do século pasado ou comezos do presente, a súa esencia estivo presente na nosa vida ao longo da historia. Como afirma El Messeid (2019, p. A103): "Architecture has been utilized as an icon or image since the beginning of civilization." Edificacións históricas coma as pirámides de Exipto ou o Partenón de Atenas exemplifican esta dimensión icónica, servindo como representacións culturais e políticas profundamente enraizadas no contexto das súas respectivas civilizacións.

A comezos deste século, Charles Jencks (2005) emerxe como un dos principais defensores do concepto de edificio icónico. Segundo Jencks, unha obra arquitectónica destas características debe captar a atención do público de forma inmediata, destacándose como un edificio memorable cun forte impacto visual e cultural, ademais de posuír un carácter único. Igualmente, o edificio debe ser enigmático, xerando diversas interpretacións e opinións entre os seus visitantes, tanto en relación ao propio deseño como á súa integración no contorno.

Como resultado, esta arquitectura convértese nun símbolo da cidade, fomentando incluso o incremento do turismo na zona. Neste contexto, Jencks introduciu o concepto do "Bilbao effect", que demostra como un edificio icónico, como o Museo Guggenheim de Bilbao deseñado por Frank Gehry, pode revitalizar economicamente unha cidade a través do seu atractivo arquitectónico (Jencks, 2005).

Ademais, os elementos paradigmáticos e icónicos atópanse frecuentemente entrelazados na arquitectura referencial, como se observa en exemplos destacados como a Torre Eiffel ou o Burj Khalifa. Estas estruturas combinan avances técnicos, innovación conceptual e impacto cultural, establecendo novos estándares que guían o desenvolvemento arquitectónico global (Frampton, 1980; El Messeid, 2019)

Analizáronse anteriormente as definicións de arquitectura icónica e paradigmática, dado que na literatura revisada non se atopa información específica sobre a arquitectura referencial. Por este motivo, combinaremos os coñecementos adquiridos sobre estas dúas categorías. Ademais, consultaremos dicionarios para comprender mellor o significado das palabras que conforman o concepto que estamos estudando.

A definición de arquitectura segundo o dicionario da Real Academia Galega (s.d.), que é "conxunto de características arquitectónicas dun edificio, dunha zona ou período determinado". Mentres, para referencial teremos que é "relativo ou pertencente á referencia," polo que debemos de seguido, definir este outro concepto, que non sería máis que "base o apoio para una comparación, medición u outro tipo de relación" (Real Academia Española , s.d.).

No contexto desta investigación, é importante sinalar que a arquitectura referencial non se limita só a aspectos estilísticos ou conceptuais, senón que tamén pode estar vinculada ao uso de sistemas construtivos específicos, como os muros cortina. Estas solucións técnicas, que marcaron un punto de inflexión na evolución das fachadas arquitectónicas, consolidáronse como referentes fundamentais na arquitectura contemporánea, especialmente en obras emblemáticas e singulares.

Tras analizar as diversas definicións existentes, podemos sintetizar un concepto claro para o termo: A arquitectura referencial é un conxunto de elementos arquitectónicos que actúan como modelos innovadores e influentes na evolución do deseño arquitectónico. Estas obras provocan cambios significativos nas prácticas establecidas e ofrecen novos enfoques que se converten en referentes para futuras xeracións de arquitectos.

Ao integrar características paradigmáticas e icónicas, estas obras non só destacan pola súa excelencia técnica e conceptual, senón que tamén contribúen de maneira decisiva á construción de identidades urbanas e culturais, consolidándose como símbolos atemporais de innovación arquitectónica (Frampton, 1980; Jencks, 2005; El Messeid, 2019).

En conclusión, a arquitectura referencial combina aspectos icónicos e paradigmáticos que transcenden a súa función inicial para converterse en modelos de innovación técnica e conceptual. Estas obras destacan non só pola súa calidade estética e técnica, senón tamén pola súa capacidade para influír no desenvolvemento da arquitectura contemporánea e na construción de identidades urbanas e culturais. Elementos como os muros cortina, empregados en moitas destas obras, representan unha evolución nas solucións construtivas, destacando pola súa funcionalidade e integración estética, e consolidándose como unha referencia clave no deseño arquitectónico actual.

2.3. MURO CORTINA

Esta investigación, céntrase no muro cortina, un sistema arquitectónico que transforma a relación entre a envolvente e a estrutura dos edificios. Iníciase cunha definición detallada, onde se destacan as súas propiedades como elemento lixeiro, autoportante e non estrutural. Ademais do seu valor estético, o muro cortina demostrou ser unha solución eficaz para optimizar a iluminación natural, a ventilación e a eficiencia enerxética, consolidándose como un compoñente clave na arquitectura contemporánea.

A continuación, analizarase a evolución arquitectónica e técnica do sistema, estruturada en tres fases principais. Este percorrido permitirá comprender como o muro cortina foi integrándose progresivamente na arquitectura, desde os seus predecesores ata os sistemas actuais, que combinan tecnoloxía avanzada con criterios de sostibilidade. Para facilitar a súa interpretación, inclúense liñas temporais que sintetizan esta progresión e os avances máis destacados.

Finalmente, abordarase a clasificación das tipoloxías do muro cortina, diferenciadas segundo os métodos de montaxe e ancoraxe. Este enfoque permitirá entender a ampla flexibilidade deste sistema, que pode ser adaptado a diferentes contextos e esixencias, respondendo tanto a necesidades técnicas como estéticas.

2.3.1. Definición

Para comprender adecuadamente en que consiste este sistema, comenzaremos por analizar unha gráfica que reflicte a aparición do termo “muro cortina” en diversos textos de revistas de científicas (ou especializadas), tanto de Estados Unidos como internacionais, dende o ano 1938 ata o 2007. Esta análise permite observar un claro incremento no uso do termo, especialmente a partir dos anos 80, momento no que se introducen avances significativos, como a rotura de ponte térmica e o uso de gomas de illamento, entre outros.

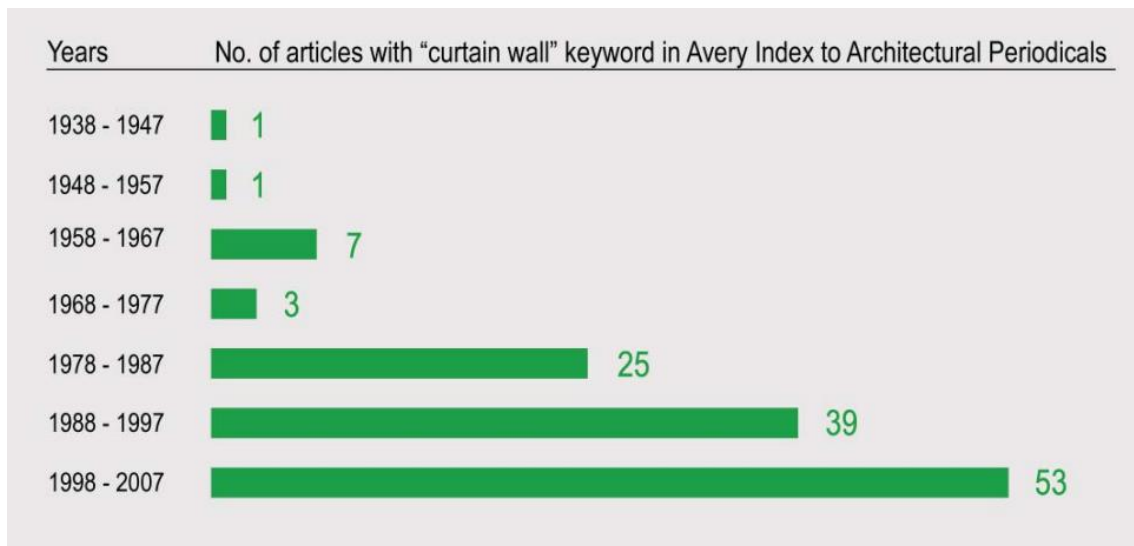


Ilustración 1: Gráfica do emprego do termo "muro cortina" 1938-2007. Gráfica realizada por The Avery Index, un programa do Getty Research Institute. Retirada do libro *The Curtain Wall in Architectural Education: Technology, History and Design*

A maior utilización do termo reflicte un uso máis amplo do sistema que describe. Esta relación é atribuíble ao feito de que a menor familiaridade cun determinado sistema implica unha menor inclusión do mesmo na documentación escrita. Por tanto, é esencial que exista unha harmonía entre a teoría e a práctica, xa que esta conexión reflicte a evolución do sistema en cuestión.

Antes da década dos sesenta, a literatura relacionada con este termo era escasa, debido á limitada presenza de obras que o abordasen. Non obstante, a partir de 1958, comezan a emerxer referencias a edificios emblemáticos que se analizan neste traballo, coincidindo coas primeiras implementacións do sistema no vello continente e co uso de elementos prefabricados. Este fenómeno conduce a un incremento notable na utilización do termo, alcanzando o seu apoxeo a partir de 1978, momento no que o sistema se consolida grazas aos avances técnicos. Como resultado, o termo e o sistema son cada vez máis empregados, tanto na documentación escrita como na práctica arquitectónica a nivel global.

Establecer o momento exacto do nacemento do termo "muro cortina" presenta certa dificultade, dado que gran parte dos documentos son do século pasado e non están dispoñibles nin en formato dixital nin nos arquivos físicos revisados en España e Portugal. Moitos destes exemplares son de principios do século XX e de orixe estranxeira, o que complica o seu acceso. Inda que non é posible determinar unha data concreta neste traballo, a análise da bibliografía consultada permite sinalar unha década aproximada como referencia para o uso e evolución deste concepto arquitectónico.

A pesar de non ser definicións explícitas do elemento muro cortina, é fundamental considerar os escritos de autores como Le Corbusier e Walter Gropius. No seu libro *Vers une Architecture*, Le Corbusier introduce a idea de muro de vidro, definíndoo non só como un elemento que mellora a calidade de vida dos usuarios, senón tamén como un avance significativo tanto estético como técnico (Le Corbusier, 1923). Aínda que non se presenta unha citación directa sobre o muro cortina, a súa conceptualización pode ser directamente relacionada co sistema en cuestión, o que o converte en un referente relevante no estudo da arquitectura da época.

Gropius pola súa parte, destacou a importancia de separar a estrutura portante da fachada exterior, no seu libro *Die Entwicklung moderner Industriebaukunst* (1913), o que permitiu o desenvolvemento de fachadas lixeiras e non portantes da estrutura do edificio. Esta perspectiva innovadora permitiu a integración de materiais lixeiros, coma o vidro, o que resultou en deseños arquitectónicos que priorizaban a funcionalidade e a estética, promovendo así unha maior transparencia e un aproveitamento óptimo da luz natural nos espazos interiores.

En 1928 teremos unha das primeiras definicións precoces de muro cortina “a continuous curtain of masonry penetrated by wind” (Yeomans, 1998, como se cita en Aiken Starret, 1928). Isto é porque nesta época, o elemento muro cortina é simplemente unha das tantas novas evolucións ou técnicas de emprego do vidro. Esta definición experimentará transformacións ao longo do tempo, sendo influenciada por características menos xerais que permitirán unha descrición máis precisa e detallada. A medida que se avanza no estudo e na práctica, estas características específicas proporcionarán unha comprensión máis profunda do concepto, adaptándose así ás necesidades e contextos cambiantes da arquitectura e da construción. Só un ano máis tarde, en 1929, teremos como referencia o escrito de Arthur Korn:

The contribution of the present age is that it is now possible to have an independent wall of glass, a skin of glass around a building; no longer a solid wall with windows. Even though the window might be the dominant part—this window is the wall itself, or in other words, this wall is itself the window. And with this we have come to a turning point... it is the disappearance of the outside wall (Korn, 1968, p. 6).

Ata a metade do século XX, non se dispoñen de moitas referencias sobre o tema. En decembro de 1947, o termo curtain wall aparece na revista Architectural Record (1947), usándose de forma fluída e sen explicacións adicionais. Sen embargo, en 1955, o artigo de Fitch Marston publicado na revista estadounidense Scientific American (1955), proporciona un contexto á hora do seu emprego, o que suxire que o seu uso non era moi común até ese momento: “The term curtain wall is used nowadays to describe the sheath, or skin, of a modern building” (p.44). Aparece tamén, a súa característica de non ser elemento estrutural: “The walls of a large building must sooner have to support their own weight; hoxe are hanging dun skeleton” (p.44). Polo que, pese a non ser unha definición concreta, determina certos parámetros relevantes, podendo ser considerada coma unha das pioneiras.

Uns dez anos despois Hart, Henn e Sontag, os tres autores do libro El Atlas de la Construcción Metálica (1976), definen o muro cortina da seguinte forma:

El muro cortina, en su sentido estricto. se define como una estructura de cerramiento ligera, suspendida, colocada delante de la estructura sustentante, formada por elementos prefabricados de altura igual a la de un piso o aún mayor, que asume todas las funciones de una pared exterior salvo las de sostenimiento (Hart, Henn, & Sontag, 1976, p. 30).

Xa a finais do século, teremos unha outra definición dada por David Yeomans (1998): “The curtain wall that we know today is the kind of innovation that comes from a combination of ideas, the essential elements here being the separation of wall from structure and the subsequent development of lightweight walls” (p.59).

A última definición referida á literatura vista neste traballo será a ofrecida no ano 2004 por Ramón Araújo e Xavier Ferrés na Revista Tectónica No 16. Muro cortina (2004): “Generalmente se entiende por muro cortina un cerramiento ligero, predominantemente de vidro, que se ancla y cuelga -de ahí su nombre- a los sucesivos forjados de un edificio de pisos” (p. 4).

Tras a revisión da literatura existente sobre o muro cortina e tendo en conta as diversas interpretacións ofrecidas por diferentes autores, decidiuse adoptar para este traballo unha definición que reflicta tanto os aspectos técnicos coma funcionais deste sistema. Con base nos textos analizados, establecemos a seguinte definición do sistema: O muro cortina é un peche exterior autoportante, que surxe diante da estrutura da obra e asume todas as funcións dunha parede exterior a excepción da de sostemento da estrutura do edificio.

2.3.2. Evolución arquitectónica e tecnolóxica

O muro cortina é un sistema arquitectónico clave, que transformou as envolventes dos edificios mediante solucións lixeiras, autoportantes e non estruturais. A súa evolución divídese en tres fases principais: os predecesores, durante a Revolución Industrial, marcaron o inicio do uso de materiais como o vidro e o ferro en estruturas lixeiras; o século XX, no que obras emblemáticas consolidaron o seu uso en rañaceos; e o século XXI, onde a integración de tecnoloxías avanzadas e criterios de sostibilidade levou ao desenvolvemento de fachadas dinámicas e sistemas enerxéticamente eficientes.

Para comprender esta evolución, foi fundamental o labor de David Yeomans, un enxeñeiro e historiador da arquitectura que contribuíu de maneira crucial á investigación sobre o desenvolvemento do muro cortina. O seu traballo permitiu reconstruír a historia e os avances técnicos deste sistema. Ademais, exploráronse os principais fitos históricos e as diversas tipoloxías de muro cortina, destacando a súa capacidade para integrar innovacións tecnolóxicas e responder ás demandas tanto técnicas como estéticas da arquitectura actual.

Ademais, o estudo subliña as achegas de figuras como Walter Gropius, Le Corbusier e Mies van der Rohe, cuxos proxectos estableceron as bases conceptuais e prácticas do muro cortina. Estes arquitectos, mediante o uso innovador de materiais e deseños, sentaron os fundamentos dunha estética e funcionalidade que aínda hoxe definen a arquitectura, demostrando como o muro cortina combina innovación técnica, sostibilidade e unha nova visión arquitectónica.

2.3.3. Predecesores ao muro cortina

A Revolución Industrial, con todos os seus avances, xogou un papel clave na evolución da arquitectura. Os séculos XVIII e XIX marcaron un antes e un despois, novos materiais e técnicas xorden para dar paso a unha nova perspectiva de forma de vida. Este período supuxo unha transición fundamental, ao pasar dunha economía maioritariamente agraria e cunha poboación dispersa a unha nova era caracterizada por unha economía industrial e a concentración masiva de persoas nos centros urbanos, motivada pola necesidade de dar resposta ás demandas dos novos traballos industriais.

Esta migración masiva provocou unha importante escaseza de espazo dispoñible nas zonas urbanas, xa que as cidades estaban inicialmente deseñadas para poboacións moito menores e con necesidades de vivenda e infraestrutura máis limitadas. Diante desta falta de espazo horizontal, o crecemento en altura converteuse na solución máis eficiente para aloxar a crecente poboación urbana. Este enfoque permitiu maximizar o uso do terreo dispoñible, acomodando máis persoas e actividades en áreas limitadas sen ter que expandirse máis alá dos límites existentes das cidades.

Avances coma a máquina de vapor permitiron a mecanización de diversos procesos produtivos, facilitando a operación simultánea doutras máquinas e posibilitando, por primeira vez, a fabricación en cadea de diferentes compoñentes e materiais estandarizados. Isto fai posible a baixada de prezos, o permite que a utilización de diversos materiais, previamente asociados ás clases altas, se faga máis accesible para a poboación con menores recursos económicos. Créanse así espazos de maior confortabilidade e accesibilidade, ademais de diminuír os tempos de construción. O formigón armado, o ferro, o aceiro e o vidro, son cada vez máis empregados, provocando un cambio nas tipoloxías arquitectónicas, e creando novos movementos.

O vidro non foi amplamente empregado ata despois do século XVII, en parte debido a un imposto instaurado en Inglaterra en 1696 polo rei William III, destinado a aumentar os ingresos do Estado. Esta lei gravaba o número de fiestras abertas en cada propiedade, establecendo unha taxa inicial e aumentando a carga impositiva por cada nova apertura. Como consecuencia, as clases menos favorecidas economicamente víronse limitadas na posibilidade de construír ou abrir fiestras adicionais, xa que o custo asociado a este imposto era prohibitivo para elas. Isto provocou o tapiamento de numerosas xanelas por todo o país, para evitar o pago, creando peores condicións de iluminación natural e ventilación (Schofield, 1984).

Así, o uso do vidro foi predominantemente reservado para as propiedades das clases acomodadas. Outros países como Francia, crearon impostos semellantes. Escocia en 1707, coa unión con Inglaterra para a creación de Gran Bretaña, adoptou esta lei. Soamente foi abolida no ano 1851, despois de numerosas queixas e protestas por parte da poboación (Schofield, 1984).

Ese mesmo ano pode considerarse un punto de inflexión no uso do vidro, xa que na Gran Exposición de Londres se presentou o Crystal Palace, obra que marcou o inicio da ampla utilización deste material. Trátase dun edificio temporal, creado por Sir Joseph Paxton, que serviría para a demostración das propiedades e posibilidades do uso de estruturas metálicas con gran emprego de vidro, substituíndo as tradicionais e grosas paredes de mampostería, por finas barreiras transparentes entre interior e exterior (Merin, 2013).

Este arquitecto, que tamén era xardineiro, tiña grandes coñecementos sobre invernadoiros, os cales influíron notablemente na súa proposta arquitectónica. O Cristal Palace (Ilustración 2), debía ser unha obra económica e de rápida construción, polo que foi creada con elementos metálicos, neste caso de ferro fundido, prefabricados de medidas standard, permitindo a construción duns 70.000m² de estrutura en soamente 5 meses. Finalmente, esta obra sería desmontada aos 6 meses tras a finalización da Gran Exposición, sendo novamente montada ao sur de Londres, onde acabou sendo destruída en 1936 por un incendio (Merin, 2013).



Ilustración 2: Deseño do Crystal Palace, Londres, 1851

Este edificio mostrou as posibilidades do vidro na arquitectura ao permitir grandes espazos iluminados naturalmente. O seu uso extensivo do vidro e do ferro serviu de inspiración para que outros arquitectos comezasen a investigar a aplicación destes materiais nas fachadas de edificios comerciais e públicos. Un exemplo notable é a Halle aux Blés en París no ano 1857, obra que incorporou a primeira gran cúpula de ferro fundido, a cal mostra este cambio cara a unha maior transparencia e luminosidade na arquitectura (Cantero Esquerdo, 2022).

As experiencias co vidro e o ferro durante este período foron fundamentais para a evolución da arquitectura moderna, asentando as bases para o deseño de fachadas completamente de vidro no século XX. Esta evolución abriu o camiño para novos avances na construción e no deseño de edificios, o que se fixo especialmente evidente na obra de William Le Baron Jenney.

Jenney é un dos autores a ter en conta en relación ao crecemento en altura das edificacións. Coñecido coma o “pai dos rañaceos”, foi autor do considerado primeiro rañaceo do mundo, o Home Insurance Building (ilustración 3), finalizado no ano 1885 en Chicago, Estados Unidos de América. En 1879, seis anos antes, foi o arquitecto responsable da considerada primeira obra realizada meramente con pilares de metal fundido, o Leiter Building, que permitía a apertura de máis xanelas e maiores alturas (Weingard, 2003).

Tanto este último edificio, coma o Leiter II Building, realizado en 1891, estaban destinados principalmente a ser utilizados como áreas comerciais, sendo esta última, a de maior superficie en América durante varios anos, e a considerada primeira obra construída completamente con fachadas non portantes e pilares de fundición (Araujo & Ferrés, 2004). Podemos tamén, mencionar como notable aporte á arquitectura en altura, o Manhattan Building, que tamén se sitúa en Chicago e é do mesmo autor (Weingard, 2003).



Ilustración 3: O considerado primeiro rañaceos, Home Insurance Building, Chicago, 1885

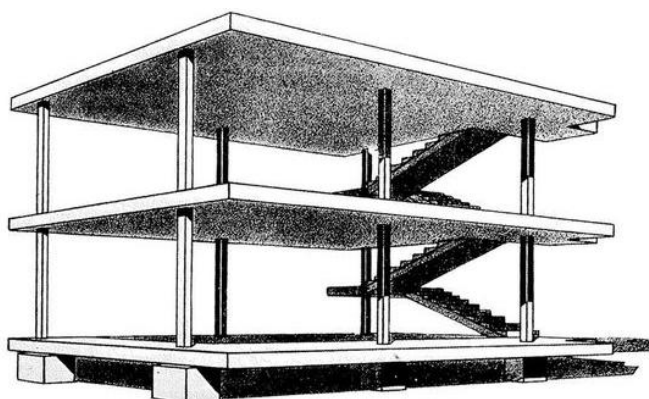
A inicios do século XX, hai unha clara búsqueda de espazos interiores diáfanos e mellores relacións co exterior. Neste contexto, en Europa é fundamental tomar como referencia a Walter Gropius, quen será figura central do Movemento Moderno, e a Adolf Meller, posto que ambos realizaron no ano 1913, en Alemaña, a obra pioneira e antecesora ao muro cortina no vello continente, a Fábrica Fagus.

Gropius foi autor, nese mesmo ano, dun capítulo dunha publicación, no cal trata o Desenvolvemento da construción industrial moderna. Onde relata a importancia do emprego das novas técnicas e materiais en espazos de traballo, para un mellor rendemento e melloras nas condicións laborais (Gropius, 1913).

Este enfoque innovador na utilización de materiais e deseño arquitectónico simboliza un avance notable na concepción das estruturas modernas. A integración da carpintería metálica como elemento tanto funcional como estético non só optimiza a entrada de luz natural, senón que tamén establece unha nova dinámica entre os espazos interiores e exteriores.

Un aspecto fundamental nas fachadas lixeiras, foi o concepto da Dom-ino House de Le Corbusier (Ilustración 4), ideado entre os anos 1914 e 1915. Trátase dun modelo constructivo, ideado con tres losas horizontais lisas de formigón armado. Estas estarían soportadas por pilares, que poderían estar ou non aliñados, aportando así, unha gran liberdade á hora da proxección dos espazos interiores e das fachadas (Curtis, 1996).

Esta idea de estrutura modular, permite a realización de fachadas lixeiras que non sexan estruturais, permitindo tamén a utilización dun mesmo tipo de fachada para a totalidade da área, podendo realizar grandes aperturas en espazos antes non permitidos, coma poden ser as esquinas, previamente sempre destinadas a elementos estruturais. Idéase por vez primeira, a elevación da construción, aportando ventilación entre o terreo e a obra, definida mediante pilares. A cobertura será tamén diferente ao habitual, aportando unha nova visión de cuberta plana, que será tamén símbolo do movemento moderno (Curtis, 1996).



L'ossature standard « Dom-ino », pour exécution en grande série

Ilustración 4: Deseño do prototipo Dom-Iño de Le Corbusier

Deste modo, dáse inicio a unha nova etapa na arquitectura, onde os novos materiais non só son aceptados, senón que se converten en elementos imprescindibles. Este período marca o inicio de experimentacións con técnicas e materiais novidosos, xerando unha serie de publicacións que documentan esta procura.

Entre os materiais que adquiriron maior relevancia destaca o vidro. Este material converteuse no eixo central da investigación arquitectónica, por riba de solucións específicas como o muro cortina, que naquel entón aínda se percibía como unha posible evolución do uso do vidro (Yeomans, 1998). Os arquitectos comezaron a innovar cos novos métodos e tecnoloxías dispoñibles, reflectindo unha transición no pensamento arquitectónico da época, onde a integración entre a tecnoloxía e a estética comezaba a tomar forma, sentando as bases para os futuros desenvolvementos da arquitectura moderna.

Unha destas evolucións pode ser a realizada por Henry Hope & Sons (1912), na cal se mostran as diferentes oportunidades das carpinterías metálicas xunto co vidro. No seu libro podemos encontrar dende carpinterías destinadas a zonas hospitalarias até modelos para uso de oficina, o que evidencia unha notable diversidade en aperturas e morfoloxías. Inclúense exemplares de aceiro de grandes dimensións, que combinan partes fixas e movibles. É relevante salientar que, a pesar de que este sistema non está representado de forma específica, a búsqueda de novas aperturas e grandes dimensións resulta fundamental para a súa creación, xa que constitúe un paso crucial no avance das técnicas de construción e deseño arquitectónico.

Na serie de escritos producidos ao redor da década de 1920, é importante destacar o libro de Scheerbart (1914) titulado *Glasarchitektur*, que se traduce como *Arquitectura de vidro*. Neste texto, abórdase un total de 111 temas relevantes, que inclúen aspectos como portas e xanelas. A súa importancia para este traballo radica na estreita relación que, como indica o seu título, ten co ámbito da arquitectura de vidro, servindo como base para a comprensión e a exploración das posibilidades que ofrece este material no deseño arquitectónico. Tendo puntos de gran relevancia para a evolución deste material coma: “4. Double glass walls, light, heating and cooling”; “64. Glass in factory buildings”; “84. Light nights when glass architecture comes” ou “111. Glass culture” entre outros. Esta obra literaria é de gran relevancia para a evolución do sistema, posto que, é considerado o precursor:

The beginning of this was Scheerbart's 1914 book, later commented on by Banham, but the best known explorations of the architectural possibilities of the glass wall were those of Mies van der Rohe, beginning with his glass tower in 1920 (Yeomans, 1998, p. 63).

Deste xeito, a principios do século pasado queda documentado o interese pola evolución da arquitectura cara a un modelo que promove unha maior conexión entre o exterior e o interior dos edificios, relación que se establece principalmente a través do uso do vidro. Procurando buscar unha nova estética, e sabendo que esta transformación demandaba un material lixeiro e transparente.

Outro exemplo relevante neste estudo sobre o vidro é o libro da Detroit Steel Products Company titulado *Window Walls: Their Cost and Their Advantages* (1920). O propio título suxire a gran importancia que se lle concede ás xanelas, semellante á do primeiro exemplo mencionado. Nesta obra, analízase a importancia da incorporación de xanelas nas construcións. Aínda que non se aborda ningún deseño ou idea similar ao muro

cortina, é posible, a través deste texto, constatar a crecente relevancia das aperturas de vidro nas edificacións.

Unha das obras máis influíntes do século XX, é a Bauhaus, escola fundada por Walter Gropius no ano 1925 en Dessau, Alemaña, a cal se basea nos conceptos abordados na literatura vista. O obxectivo desta institución inicialmente fincada noutra cidade alemana, Weimar no ano 1919, era a unificación de todas as disciplinas da arte, procurando o ensino dunha educación integral, combinando práctica e teoría. Seguindo o lema de Sullivan “a forma segue á función” elimínase toda ornamentación innecesaria, procurando espazos funcionais e con innovacións estruturais e estéticas (Curtis, 1996).

Introdúcense novos conceptos, coma o emprego de elementos standard e modulares, de forma máis xeralizada e intensiva, o que revolucionaría o mundo da arquitectura, ofrecendo espazos de maior funcionalidade e accesibilidade en diferentes edificios posteriores (Curtis, 1996). A fachada máis representativa da escola, creada principalmente en vidro, representa un avance revolucionario na arquitectura, pois logra unha visión unitaria do elemento arquitectónico. Isto é posible grazas á súa ampla extensión horizontalmente continua de fachada acristalada, que proporciona unha imaxe innovadora e de gran repercusión a nivel mundial.



Ilustración 5: Bauhaus e a súa icónica fachada acristalada, Dessau

Este novo estilo de fachadas delgadas e transparentes, que establece unha maior conexión entre o edificio e o seu contorno, comeza a xerar apoios significativos no ámbito arquitectónico. Entre os pioneiros deste enfoque, Yeomans (1998) destaca a Robert Davison, quen, a pesar de non participar directamente no deseño inicial deste tipo de estrutura en 1929, tivo un papel relevante como membro do equipo editorial da revista *Architectural Record*.

A través dun artigo sobre métodos de construción, Davison abordou o deseño arquitectónico nunha das súas seccións, onde recoñeceu a viabilidade de eliminar a mampostería tradicional mediante o uso de parteluces metálicos, tal como na Bauhaus. Ademais, sinalou a opción de empregar paneis metálicos entre os parteluces, no caso de que se deseexase manter unha parede sólida para fins estéticos. A súa visión, citada por diversos arquitectos tanto en Europa como en América, subliña o carácter innovador desta solución construtiva, que xa por entón se consolidaba como unha alternativa viable e revolucionaria (Yeomans, 1998).

Co Movemento Moderno, este tipo de fachadas convértese nunha tipoloxía cada vez máis empregada, sobre todo en espazos de traballo. Inda que esta innovación nas fachadas tamén SE pode observar en edificios residenciais, un exemplo destacado é a *Maison de Verre* en París, considerada como a primeira vivenda que emprega unha fachada amplamente realizada en vidro, construída no ano 1932 polos arquitectos Pierre Chareau e Bernard Bijvoet. Nesta obra, realízase parte da fachada con vidro translúcido, e incorpórase este material no interior dos espazos, ampliando a entrada de luz natural aos diferentes rincóns do fogar. Ademais, moitas das divisións interiores son movibles, polo que os espazos son flexibles (Pagnotta, 2017).

Cara ao ano 1935 aparecen de forma máis relevante, escritos que albergan informacións sobre estas fachadas con vidro. Coma por exemplo, a idea de “muro transparente”, de John Gloag, ou o artigo realizado por Warland que trata o revestimento en vidro, e como empregalo (Yeomans, 1998). Non obstante, a pesar do interese crecente por estas novas posibilidades, o progreso real foi limitado debido a varias restricións, como a adhesión a normativas que favorecían as edificacións de mampostería e as pequenas aperturas.

Ademais, a falta de flexibilidade nos códigos de construción, impediu a incorporación de innovacións que permitiran un uso máis amplo dos novos materiais e técnicas. Por tanto, era fundamental promover un enfoque que priorizase a definición das necesidades materiais e a adopción de especificacións de rendemento, co fin de facilitar o avance nas fachadas lixeiras (Yeomans, 1998).

Con este contexto en mente, a presión por modernizar as prácticas de construción e a necesidade de adaptar as solucións arquitectónicas aos novos desafíos sociais e económicos comezaron a ser evidentes.

Durante a Segunda Guerra Mundial, a urxencia na construción de novas obras provocou un aumento significativo na adopción de novas técnicas, materiais, formas e sistemas. Entre Europa e América, os intereses comerciais relacionados con fachadas lixeiras presentaban notables diferencias, xa que, no contexto europeo, as circunstancias sociais e económicas eran substancialmente distintas das que se observaban en América debido aos efectos da guerra (Araujo & Ferrés, 2004).

Así pois, non é de extrañar que durante esta época os referentes asociados se atopen no novo continente, onde debido a súa relevancia debemos nomear a Mies van der Rohe. Autor que tivo un papel relevante na evolución do muro cortina, pois foi autor de grandes fitos da arquitectura relacionados en maior ou menor medida con este sistema. Hart, Henn e Sontag, autores do libro *El Atlas de la Construcción Metálica* (1976), considérano a persoa que comezou coa procura do sistema muro cortina, coas súas diferentes obras para o campus do Illinois Institute of Technology (IIT) transcorridas entre os anos 1938 e 1958.

Durante os anos nos que participaba na construción de diferentes edificios para o campus nomeado anteriormente, Mies continuou traballando en diferentes obras, coma poden ser os bloques de apartamentos Lake Shore Drive, elaborados en Chicago no ano 1950. Este será o segundo proxecto de rañaceos do arquitecto, onde ofrece unha proposta similar á presentada anteriormente en Illinois, pero aplicada a un rañaceo, sendo así un exemplo de antecesor en altura do muro cortina, inda coa carpintería colocada linealmente coa estrutura (Hart, Henn, & Sontag, 1976; Quero Calzado, 2021).

A evolución deste tipo de fachada en Estados Unidos presentou características distintas en comparación cos desenvolvementos en Europa. Mentres en Europa a búsqueda se centraba na implementación de vidro colgado, que se caracterizaba por estar realizados maiormente neste material, nos Estados Unidos priorizábase a utilización de paneis de materiais lixeiros, como o aluminio, que incluían aperturas funcionais.

No caso europeo, os avances foron liderados por unha empresa de vidro que continúa en funcionamento: a Pilkington Glass Company, que buscaba desenvolver principalmente produtos de vidro para a súa comercialización. Esta iniciativa enfrontou complexidades debido ás normativas, que, na súa maioría, limitaban o uso de paredes exteriores a materiais de mampostería. Ademais, non había un desenvolvemento significativo por parte dos arquitectos en relación a estes sistemas. Finalmente, esta tentativa de comercialización non se concretou durante esta época, debido á falta de pezas de reposto (Yeomans, 1998).

Ambas as correntes reflicten respostas diferentes ás necesidades arquitectónicas e tecnolóxicas do momento. A integración de materiais lixeiros, que son aqueles que presentan un baixo peso en relación á súa resistencia, non só facilitou a innovación no deseño de fachadas, senón que tamén permitiu experimentar con diferentes formas de estruturar os espazos. A inicial defensora e propagadora deste segundo tipo foi a Alcoa Company, actual terceira maior produtora de aluminio do mundo, a cal sería pioneira neste tipo de fachadas coa construción da súa propia sede, o Alcoa Building, que será analizado no seguinte punto deste traballo (Yeomans, 1998).

Esta transición cara a fachadas lixeiras non só reflicta un cambio nas necesidades funcionais dos edificios, senón que tamén marca un punto de inflexión na evolución das técnicas arquitectónicas. Neste contexto, o uso do aluminio cobra especial relevancia, dado que as súas propiedades técnicas e estéticas facilitaron a evolución das técnicas construtivas. Coa esixencia do uso de aluminio para materiais bélicos, impulsada pola súa importancia na fabricación de aeronaves e equipos militares, este compoñente converteuse tamén nun dos elementos clave para o progreso arquitectónico, grazas ao seu fácil acceso durante esa época de conflito (Yeomans, 1998). Este material, lixeiro e resistente á corrosión, foi rapidamente adoptado pola industria da construción debido á súa capacidade de soportar grandes cargas sen aumentar o peso estrutural dos edificios (Arán Molina, 2011).

Ademais, a súa maleabilidade permitiu aos arquitectos explorar novas solucións de deseño, integrando amplas superficies acristaladas e estruturas minimalistas que maximizaban a luz natural e melloraban a eficiencia enerxética (Araujo & Ferrés, 2004). A aplicación do aluminio nas fachadas lixeiras, como indica Altunkeyik (2019), redefiniu as formas de interacción entre o espazo interior e exterior, facendo deste material un elemento central da arquitectura moderna.

Xa na época de posguerra, a crecente demanda de espazos de traballo eficientes e flexibles, xunto coa imperiosa necesidade de adaptación ao entorno urbano en constante evolución, propiciou a adopción de sistemas construtivos que priorizan a lixeireza e a flexibilidade, tal como sinala Quero Calzado (2021). Ademais, é evidente unha exploración significativa de novas formas arquitectónicas, nas que a fachada lixeira non só facilita a redefinición dos espazos exteriores, senón que tamén transforma os espazos interiores, permitindo unha interacción máis fluída entre ambos.

O primeiro rañaceos en empregar fachada sen mampostería e con elementos prefabricados en lixeiras e grandes unidades realizadas nos novos materiais, segundo Fitch Marston (1955), foi realizado no ano 1948, polo arquitecto Pietro Belluschi, o Equitable Loan Building (Ilustración 6). “Has a wall made chiefly os glass (85 per cent) with aluminium panels covering the reinforced concrete skeleton” (p. 45), realizando así este sistema nun espesor inferior a unha pulgada. “What made the glass wall practicable in Belluschi's Portland skyscraper was the glass sandwich-two sheets separated by a hermetically sealed partial vacuum. The double pane increases the insulating value by 51 per cent” (p. 45).

Este autor, nomea este tipo de fachada como muro cortina, sendo esta afirmación, segundo a tratada neste traballo para o termo, errada. Isto é debido a que non se trata dunha fachada con este tipo de sistema, senón máis ben, unha tentativa de maiores aperturas en edificacións en altura. Non tratándose en ningún caso de muro cortina, xa que a carpintería non pasa por diante do forxado, sendo así un elemento non autoportante e o cal continúa a ser un antecesor ao sistema de estudo.



Ilustración 6: Equitable Loan Building, de Pietro Belluschi. 1948

En conclusión, os sistemas e técnicas construtivas tratados ata este punto representan os predecesores fundamentais do muro cortina. Obras coma o Crystal Palace ilustraron o potencial da integración de materiais lixeiros como o vidro e o ferro, mentres que o impacto da Segunda Guerra Mundial impulsou a urxente necesidade de innovacións arquitectónicas que fomentaron o desenvolvemento de sistemas máis eficientes e flexibles. A pesar de non ser exemplos de muro cortina propiamente ditos, estes predecesores sentaron as bases que permitirían a súa evolución. Coa análise histórica completada, podemos pasar agora a examinar exemplos concretos que empregan o propio sistema de muro cortina, marcando un punto de inflexión no deseño arquitectónico moderno.

2.3.3.1. Muro cortina no século XX

A partir deste punto, comezaremos a abordar o desenvolvemento e implementación do sistema de muro cortina, un dos avances arquitectónicos máis importantes do século XX. Tras analizar os predecesores deste sistema, como estruturas de fachadas lixeiras que influíron no seu desenvolvemento, agora entraremos de cheo no estudo dos exemplos pioneiros e nas características técnicas que marcaron o inicio do uso do muro cortina. Este sistema, cunha profunda influencia no deseño e a construción de edificios de gran escala, supuxo unha ruptura significativa cos métodos tradicionais de cerramento, permitindo unha maior flexibilidade estética e funcional nas fachadas.

Entre 1952 e 1953 inaugúranse tres edificios fundamentais para a evolución do sistema de muro cortina, sendo a sede da Organización das Nacións Unidas (ONU), en Nova York, finalizada en 1952, o primeiro dos tres que se analizarán a continuación. Este proxecto, recoñecido coma un dos primeiros rañaceos con este tipo de fachada, foi levado a cabo por un equipo composto por once prestixiosos arquitectos, entre os que podemos resaltar a Le Corbusier, Wallace K. Harrison e Oscar Niemeyer (heintges, s.d.).

As dúas principais fachadas (Ilustración 7 e 8), a oeste e este, constan deste tipo de sistema, que darían unha nova imaxe á cidade. O muro cortina de montantes e travesaños é realizado en aluminio, con vidros sen tratamento térmico nin solar, pero cun tinte azul verdoso, que sería característico deste edificio. Ademais, o deseño deste sistema, inclúe xanelas practicables de guillotina (docomomo, 2017; heintges, s.d.; BENSON, s.d.; Kroll, 2011).

A ausencia de elementos destinados a contrarrestar os efectos solares provocou un considerable aumento da temperatura no interior do edificio, facendo necesaria a instalación de solucións complementarias, como persianas interiores, para garantir un espazo de traballo adecuado. Este feito foi anticipado por Le Corbusier, quen advertiu sobre as posibles consecuencias da súa omisión. Non obstante, debido aos custos adicionais que implicaría a súa implementación, decidiuse non incluílos no deseño final (Altunkeyik, 2019).

A pesar dos problemas relacionados coa falta de control solar, o edificio logrou consolidarse como unha obra de gran relevancia no panorama arquitectónico internacional. Encomendado por unha organización de prestixio global coma as Nacións Unidas, o proxecto deu ao sistema de fachada acristalada unha visibilidade sen precedentes.

Esta obra marcou un fito, non só pola tecnoloxía innovadora empregada, senón tamén polo impacto visual que xerou na paisaxe urbana de Nova York. Deste xeito, converteuse nun referente mundial para a arquitectura moderna, impulsando a adopción deste tipo de fachadas en edificios emblemáticos ao longo do século XX e contribuíndo ao seu desenvolvemento e expansión a nivel internacional.

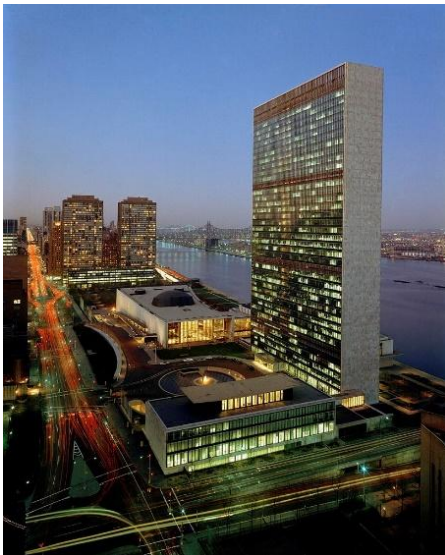


Ilustración 8: Edificio da Organización das Nacións Unidas no seu conxunto

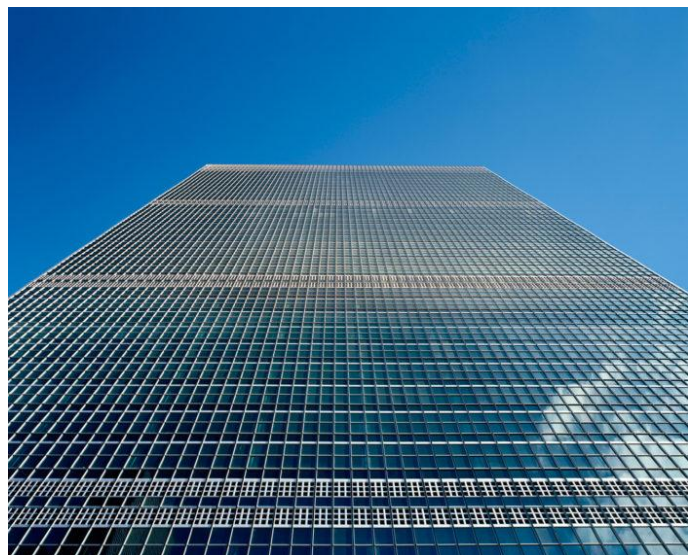


Ilustración 7: Unha das fachadas principais, realizada con muro cortina do edificio da Organización das Nacións Unidas

Ese mesmo ano é levantado o Lever House (Ilustracións 9, 10, 11 e 12), na mesma cidade, New York, deseñado polo grupo SOM-Skidmore, Owings e Merrill. É considerado o primeiro rañaceos en empregar o sistema de muro cortina en toda a súa extensión, abranxendo dende unha esquina ata a outra, sendo así, a primeira glass-box en altura. Ofrecendo unha nova imaxe icónica e referencial a nivel mundial, que establecería un precedente para futuras construcións deste tipo (Miguel García, 2015).

Un rañaceos que prescindiu das paredes exteriores convencionais, ofrecendo ese espazo para a estrutura autoportante do muro cortina, que será da mesma tipoloxía que o anterior visto (montante e travesaño), dando lugar a unha fachada lisa e transparente, composta á fronte da estrutura do edificio, que se convertería en obxecto de todas as miradas. Sendo unha obra que marcaría un antes e un despois no emprego deste sistema, xa que, ata o momento, só se tiña empregado en diferentes partes das edificacións, conservando fachadas tradicionais, e dando agora, como resultado, unha nova imaxe arquitectónica (Miguel García, 2015).

El curtain wall de Lever va a trasladar la montante hacia el interior y logrará fundir la montante con la carpintería y reducir al mínimo el espesor de la misma que sobrepone al plano del vidrio. De esta manera, consigue una superficie más plana y continua, que acentúa el concepto del volumen por sobre el del estriado vertical de la montante miesiana. Otra de las características que ponen de relieve la pureza del prisma es la eliminación del aventanamiento practicable. Así no hay posibilidad de que la fachada se mueva o modifique, es una cortina delgada y fija que se expresa solamente a partir de los reflejos (Montaldo, 2021, p. 27).

Esta obra non só introduciu importantes avances e innovacións, senón que tamén destacou pola incorporación de perfilería en aceiro inoxidable e vidros tintados con illamento térmico, mellorando así a eficiencia enerxética do edificio. Ademais, implementouse o primeiro sistema de mantemento para un muro cortina nun edificio de gran altura, mediante o uso dunha góndola motorizada suspendida desde a cuberta, o que marcou un punto de inflexión na conservación deste tipo de fachadas (Miguel García, 2015).



Ilustración 10: Edificio Lever House en 1952



Ilustración 11: Edificio Lever House

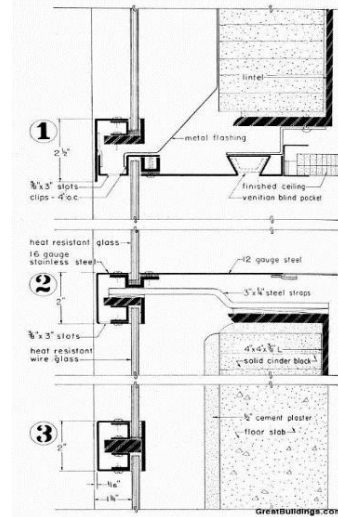


Ilustración 9: Detalle do muro cortina do Lever House

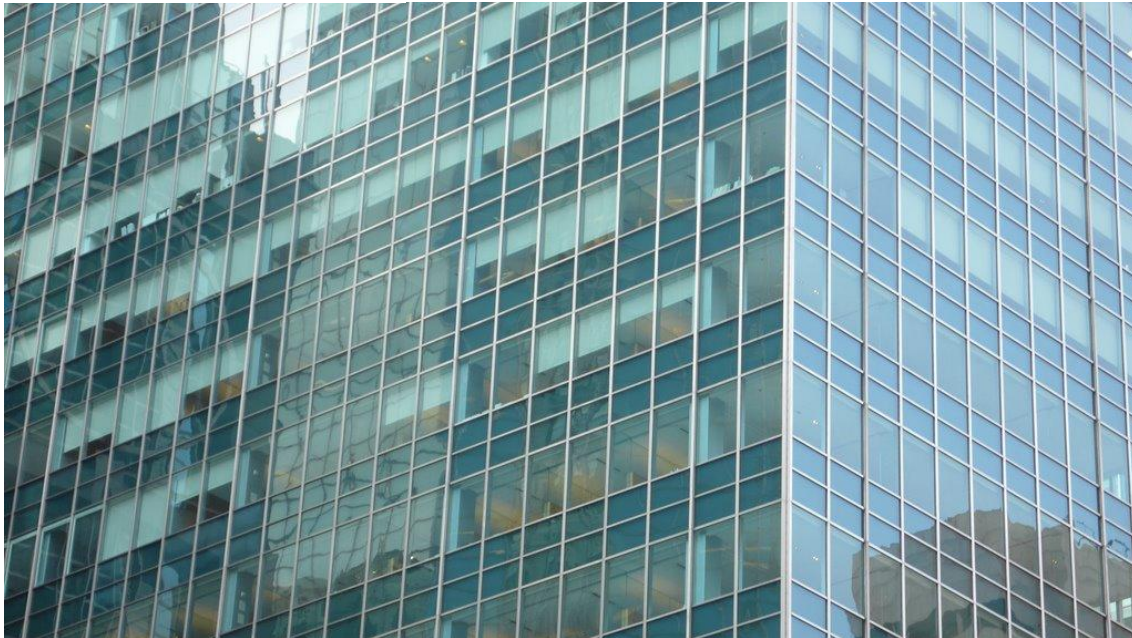


Ilustración 12: Fachada con muro cortina do Lever House

O último destes tres edificios e unha obra que en meirandes ocasións se cita xunto coa anterior vista, é o Alcoa Building, inaugurado en 1953 en Pensilvania, posto que foi creado case en simultáneo polo mesmo grupo de arquitectos e constan de alturas semellantes, sendo 94 e 121 metros respectivamente (Quero Calzado, 2021) (Hart, Henn, & Sontag, 1976).

O Alcoa Building (Ilustración 14), empregará outra tipoloxía diferente de muro cortina, procurando así unha alternativa ao máis común, realizado principalmente en vidro, e con, segundo Fitch Marston (1955), mellores condicións de eficiencia térmica e illamento. A fachada deste edificio foi realizada con paneis de aluminio de módulos prefabricados, material e unha técnica que ata o momento non tiñan un uso xeneralizado. O deseño combinaba paneis lisos e opacos de aluminio con seccións de vidro, creando unha fachada innovadora que destacaba tanto pola súa estética como pola súa funcionalidade (Quero Calzado, 2021).

En comparación co edificio inaugurado un ano antes polos mesmos autores, esta obra posúe un sistema de arriostramento de maior complexidade, sendo externo en forma de tubo triangulado. Nas seguintes fotografías pode observarse un detalle en alzado e corte vertical do sistema de fachada, onde se pode apreciar con claridade tanto a súa morfoloxía coma o ancoraxe correspondente (Ilustración 13) (Quero Calzado, 2021).



Ilustración 14: Exterior do Alcoa



Ilustración 13: Building Colocación dun dos módulos de aluminio da fachada en 1952

En resumo, os tres edificios analizados – a Sede da ONU, o Lever House e o Alcoa Building – representan diferentes fases e enfoques no desenvolvemento do sistema de muro cortina, contribuíndo decisivamente á súa evolución arquitectónica. A Sede da ONU introduciu este sistema nunha nova escala, demostrando o seu potencial estético e funcional en rañaceos institucionais, aínda que con problemas de confort interior debido á falta de control solar. O Lever House perfeccionou o deseño ao implementar unha fachada de vidro continua e sen interrupcións, sendo un exemplo do estilo da "glass-box" e aportando unha nova pureza volumétrica á arquitectura moderna. Finalmente, o Alcoa Building buscou unha alternativa ao vidro, combinando paneis de aluminio e vidro para mellorar o illamento e explorar solucións máis innovadoras en termos de eficiencia enerxética.

En conxunto, estes edificios pioneiros, estableceron as bases para a adopción global do muro cortina, marcando un fito no deseño de fachadas lixeiras e eficientes no século XX. Mostrando así que o desenvolvemento de construcións con materiais innovadores para a época era xa unha realidade, e Fitch Marston relata nun dos artigos da Scientific American Magazine (1955) o seu por que:

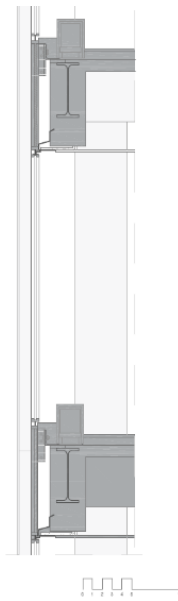
There were three reasons for this quick development. First, the load-bearing masonry wall had reached the limit of its practicable height: in the 16-story Monadnock Building in Chicago the walls had to be seven feet thick at the sidewalk line! Second, it was impossible to achieve high standards of heating, insulation, daylighting or comfort with the load-bearing wall. Third, the rising cost of labor gave an economic impetus to the new structural system (p.45).

Neste gran desenvolvemento teremos outra obra de gran relevancia, xa que en 1958 é realizado o Seagram, o primeiro rañaceo proxectado por Mies van der Rohe con muro cortina, que cobra vida en New York (Ilustración 17). Con esta obra, culminará a súa búsqueda da fachada con este tipo de sistema, que vimos como “comezaba” anteriormente nos exemplos do Illinois Institute of Technology e os Lake Shore Drive Apartments. Consta de tres elementos, un edificio de apoio, a propia torre de oficinas e un compoñente que o distinguirá da envolvente, unha praza. Este espazo permite observar a obra, ademais de proporcionar un lugar exterior seguro, lonxe da estrada, para os usuarios do edificio (Quero Calzado, 2021).

A súa estrutura é en aceiro, con montantes en forma de dobre T, ao igual que nos Lake Shore Drive Apartments. Neste caso, a carpintería do edificio sitúase por diante do forxado estrutural (Ilustración 16), creando unha configuración característica do muro cortina, na que a fachada se comporta como unha estrutura independente e autoportante. A composición da fachada combina paneis de vidro afumado, que contribúen ao control solar ao reducir a incidencia directa da luz, con paneis opacos de bronce (Ilustración 15), que engaden contraste visual e funcionalidade. Destaca o predominio dos paneis de vidro, que cobren a meirande parte da superficie, permitindo unha maior integración da luz natural e reforzando o carácter innovador deste sistema construtivo (Quero Calzado, 2021). Así pois, debido a todo o anterior, sumado á relevancia do seu autor, convértese nun dos iconos de New York, sendo un dos grandes responsables, da popularización do muro cortina, e sendo inda hoxe en día, visitado por millares de persoas (Perez, 2014).



Ilustración 17: Seagram nos anos 60's



*Ilustración 16:
Sección vertical do
Seagram. Recorte
do traballo de
Lucía Quero
Calzado*



*Ilustración 15: Muro cortina con vidro con
porteción solar*

O sistema de muro cortina non se limitou exclusivamente ao territorio americano, senón que Europa tamén comezou a erixir referencias arquitectónicas co uso desta técnica. En Milán, sería construída neste mesmo ano a torre de maior altura do país, con 127 metros, a Torre Pirelli (Ilustración 19), quen mantivo este fito ata o ano 1995. Pese a que Italia mantiña unha economía debilitada debido á II Guerra Mundial, a empresa de pneumáticos mundialmente recoñecida prosperou durante esta época, contratando a Gio Ponti para crear un rañaceos inspirado no estilo americano, que funcionase como un símbolo de éxito empresarial e transmitise unha visión optimista de progreso económico (Pascucci, 2014).

Con esta premisa, construíuse un edificio de oficinas que deixou unha profunda pegada no ámbito internacional, destacando polo seu innovador muro cortina (Ilustración 18), formado por montantes de aluminio anodizado no exterior e paneis de dobre vidro. Este deseño, coidadosamente planificado, logra unha fachada de aparencia continua, ocultando eficazmente as xuntas estruturais (Pascucci, 2014).



Ilustración 19: Torre Pirelli no seu contexto urbano



Ilustración 18: Detalle do muro cortina orixinal da Torre Pirelli

Coas obras tratadas neste punto, o sistema de muro cortina consolidouse definitivamente como un referente na arquitectura moderna. Este conxunto de edificios, localizados en distintas partes do mundo, marcou un antes e un despois no deseño de fachadas, contribuíndo á expansión deste sistema innovador.

O éxito destes proxectos non só demostrou a viabilidade técnica e estética do sistema, senón que tamén evidenciou a súa capacidade para adaptarse ás novas necesidades de eficiencia enerxética, flexibilidade no deseño e construción de grandes estruturas. Desta maneira, o muro cortina pasou a ser un elemento central na arquitectura do século XX, definindo a estética e funcionalidade dos rañaceos modernos a nivel internacional.

Este sistema de fachada deixa de ser entendido como unha simple capa exterior de vidro e comeza a incorporar solucións que abordan a incidencia solar, a estanquidade e a ventilación como aspectos chave do seu deseño. Un claro exemplo, son os brise-soleil de Le Corbusier, que permiten controlar eficazmente a luz solar e mellorar o confort térmico. Esta etapa representa unha transformación significativa, marcada pola integración de recursos que non só optimizan o rendemento técnico, senón que tamén potencian a funcionalidade e habitabilidade dos edificios (Araujo & Ferrés, 2004).

Cara ao ano 1960, o sistema de muro cortina converteuse nun elemento prefabricado, grazas á evolución dos procesos de fabricación industrial. Esta evolución permitiu a produción en serie de elementos estandarizados, o que facilitou tanto o seu transporte como a súa instalación en obra. A prefabricación aseguraba unha maior precisión e calidade nos acabados, o que resultou nunha notable redución dos tempos e custos de construción (Araujo & Ferrés, 2004).

Deste xeito, o muro cortina presentaba en moitas ocasións un deseño modular, caracterizado por un sistema de montante e travesaño. Este novo enfoque incluía sistemas de maior calidade en illamento e estanquidade, como gomas ou canais de drenaxe (Araujo & Ferrés, 2004). Estes avances melloraban a xestión das condicións climáticas externas, garantindo protección fronte á humidade e a auga, ademais de mellorar a eficiencia enerxética. Este deseño favorecía tamén unha instalación máis eficiente e maior flexibilidade arquitectónica, adaptándose ás necesidades estéticas e funcionais dos proxectos contemporáneos.

En torno ao ano 1970 xorde un novo movemento arquitectónico, no que o muro cortina se integra perfectamente e comeza a cobrar maior relevancia, o High Tech. Caracterízase polo seu enfoque na funcionalidade e tecnoloxía, empregando materiais modernos e técnicas de construción innovadoras. O movemento constitúe unha evolución natural da arquitectura moderna, dirixida cara á transparencia estrutural e a exposición dos sistemas tecnolóxicos nas edificacións, sendo un movemento de gran relevancia e con representantes altamente recoñecidos coma poden ser Norman Foster ou Renzo Piano, e con distinguidas obras, coma por exemplo, o Centre Pompidou (Manterola, 1987).



Ilustración 21: Centre Pompidou, París, Francia

En relación á materialidade e composición, o uso das carpinterías de aluminio experimenta un notable incremento ao redor desta época (1970), coincidindo cronoloxicamente cun maior emprego do muro cortina, do dobre acristalamento e da rotura de ponte térmica. Polo tanto, pode considerarse que este período representa un punto de inflexión en termos de calidade e innovación no ámbito arquitectónico. Estas innovacións proporcionaron unha maior liberdade no deseño, asegurando que non prexudicaran o rendemento térmico dos edificios. Deste xeito, durante esta etapa o muro cortina estableceuse como unha solución consolidada e amplamente empregada no ámbito arquitectónico (Arboleya Velázquez, 2019).

O muro cortina comeza a gañar valor no ámbito arquitectónico e de construción americano, e moitas das normativas inician a súa regularización, reflectindo a importancia crecente deste sistema na industria. Esta evolución normativa non só establece estándares de calidade e seguridade, senón que tamén proporciona un marco de referencia para a implementación e o uso do muro cortina en diversos tipos de edificacións.

Entre as normativas destacadas, atópase a realizada pola American Society for Testing and Materials (ASTM), ASTM E331-69, que aborda a estanquidade do sistema, asegurando que os edificios poidan resistir a penetración de auga durante a exposición a condicións climáticas adversas (ASTM International, 1969). Esta norma é crucial, xa que a protección contra a humidade é fundamental para garantir a durabilidade e a integridade estrutural dos edificios, así como para manter un ambiente interior comfortable.

Outra norma importante é a ASTM E330-71, que se centra no rendemento estrutural do muro cortina, avaliando a súa capacidade para soportar cargas e presións externas, como vento e sismos (ASTM International, 1971). Esta norma asegura que os deseños non só sexan estéticos, senón tamén funcionalmente seguros e resilientes.

Ademais, a norma ASTM E283-73, que determina a taxa de fuga de aire a través do sistema de fachada, é fundamental para avaliar a eficiencia enerxética dos edificios (ASTM International, 1973). Esta norma ten especial relevancia no contexto actual, onde a sustentabilidade e a eficiencia enerxética son prioridades no deseño arquitectónico.

A adopción e regulación destas normativas non só mellorou a calidade dos muros cortina, senón que tamén contribuíu a consolidar a súa aceptación no mercado, facilitando a confianza dos arquitectos e promotores na implementación deste tipo de sistemas nas súas obras. De feito, estas normativas estadounidenses atoparon paralelismos en Europa, onde foron desenvolvidas regulacións similares que abordaban aspectos como a estanquidade, a resistencia estrutural e a eficiencia enerxética.

Con todo, a evolución das normativas en torno ao muro cortina reflicte un compromiso co avance técnico e a responsabilidade ambiental na construción moderna, garantindo que os edificios non só sexan funcionais e esteticamente agradables, senón tamén sustentables e seguros.

Neste contexto, a icónica Torre Montparnasse, completada en 1973 en París, exemplifica a evolución das fachadas de vidro. Podendo ser recoñecida a gran distancia (Ilustración 22), debido á diferenza de altura con respecto ás edificacións próximas, con 210 metros de altura foi a torre máis alta de Europa, e a de maior altura do país ata 2011. Toda esta obra sería realizada cunha fachada de muro cortina (Ilustración 20 e 21), en aluminio e vidro tintado (Epstein, 2022).

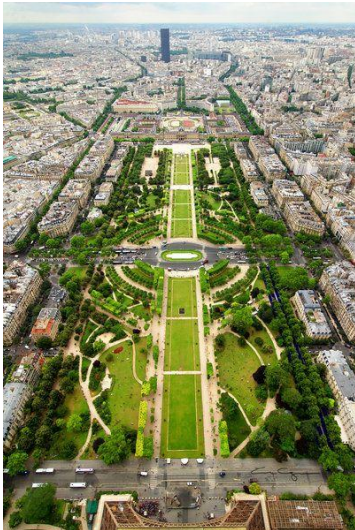


Ilustración 22: Tour Montparnasse no seu contexto urbán



Ilustración 21: Construción da fachada de muro cortina da Tour Montparnasse



Ilustración 20: Tour Montparnasse, coa envolvente realizada e podendo comprobar o muro cortina

A partir da segunda metade da década de 1970 e cara aos anos 80's, o panorama arquitectónico experimentou unha transformación significativa, impulsada pola industrialización e os avances tecnolóxicos que revolucionaron a construción. Neste período, a introdución de materiais innovadores, como siliconas e gomas de alto rendemento, permitiu mellorar notablemente a rotura térmica das carpinterías e a estanquidade dos muros cortina. Consecuentemente, comezou a desvanecerse a percepción tradicional do muro cortina como un elemento estritamente baseado en montantes e travesaños, dando paso a novas tipoloxías que enriqueceron o vocabulario arquitectónico da época (Araujo & Ferrés, 2004).

En 1975, foi inaugurado o Willis Faber and Dumas Headquarters, edificio recoñecido polo sistema de fixación do muro cortina. Este deseño presenta unha clara desviación respecto á tradicional cuadrícula, achegando unha nova visión a este sistema. A gran superficie de vidro utilizada contribuíu a crear un diálogo entre o interior e o exterior, brindando vistas panorámicas que conectan os ocupantes co entorno urbano.

Ademais, este deseño favoreceu a ventilación natural, o que non só mellorou a calidade do aire interior, senón que tamén reduciu a dependencia de sistemas de climatización artificial, contribuíndo así á sustentabilidade do edificio. A integración destes elementos supuxo un cambio paradigmático na arquitectura contemporánea, onde a funcionalidade e a estética converxen para crear edificios que son eficaces e, ao mesmo tempo, visualmente impactantes.

The solar-tinted glazing panels, each 2 metres square, are connected by means of corner patch fittings, then silicone jointed, forming a three-storey-high curtain, which is suspended from a clamping strip at roof level. A discreet system of internal glass fins at each floor level provides the necessary wind bracing. By day the glass appears almost black and reflects an eclectic, fragmented collage of Ipswich's old buildings; while by night it dissolves dramatically to reveal the activity within (Fosters Partners, s.d.).



Ilustración 23: Willis Faber and Dumas Headquarters, Ipswich, Inglaterra



Ilustración 24: Detalle fotográfico do muro cortina Willis Faber and Dumas Headquarters, Ipswich, Inglaterra

A evolución na utilización do muro cortina atópase tamén reflectida na construción do Instituto do Mundo Árabe en París (Ilustración 25), finalizado en 1987 e deseñado polo arquitecto francés Jean Nouvel. Esta edificación destaca especialmente pola súa innovadora fachada sur, composta por paneles movibles de diferentes dimensións que responden ás necesidades climáticas e estéticas do momento.

Estes paneis, programados por ordenador, permiten a apertura e peche controlados, optimizando a ventilación e a iluminación natural, e ofrecendo un enfoque dinámico e interactivo (Ilustración 26), que se adapta aos cambios do entorno (Laredo Torres, 2023). Así, o Instituto non só serve como un referente cultural e arquitectónico, senón que tamén exemplifica a integración exitosa de tecnoloxía e deseño sustentable na arquitectura contemporánea.



Ilustración 25: Edificio Instituto do Mundo Árabe, París, Francia



Ilustración 26: Detalle fachada dinámica do Instituto do Mundo Árabe, París, Francia

Consolidado o muro cortina como un elemento arquitectónico clave, podemos apreciar a súa aplicación en proxectos de referencia, como o Edificio do Parlamento Europeo en Bruxelas, concluído en 1993, e a Sede do Banco Nacional en Suíza, finalizada en 1999.

A partir de finais do século XX, comeza a percibirse unha progresiva transformación na arquitectura, orientada cara á incorporación de criterios de sostibilidade. Aínda que nun primeiro momento estes aspectos ambientais non constituíron unha prioridade central, sentaron as bases para un cambio paradigmático que se consolidaría a partir dos últimos anos da primeira década do século XXI. Neste contexto, a busca da eficiencia enerxética e a integración de solucións innovadoras nas fachadas dos edificios marcaron o inicio dunha nova etapa na que a arquitectura comeza a reconciliarse coas demandas ambientais (López Canto, 2019).

Un exemplo pioneiro é a Biblioteca Pompeu Fabra (Ilustración 27), situada en Mataró, Barcelona, deseñada polo arquitecto Miguel Brullet en 1996. Este edificio destaca pola integración dun muro cortina modular que combina unha folla interior de vidro dobre illante cunha folla exterior de vidro laminar fotovoltaico translúcido, separadas por unha cámara ventilada. Esta solución técnica non só facilita a entrada controlada de luz natural, senón que tamén permite a xeración de enerxía renovable, anticipándose a moitas das prácticas sostibles que se consolidarían posteriormente (López Canto, 2019).



Ilustración 27: Biblioteca Pompeu Fabra, Barcelona, 1996

Outro exemplo relevante é a Academia Mont Cenis, situada en Herne, Alemaña, que exemplifica unha achega innovadora no uso das células fotovoltaicas. A súa fachada utiliza células de silicio cristalino que permiten unha transmisión luminosa variable, cun rango que oscila entre o 7 % e o 47 %. Esta configuración combina de maneira eficaz a xeración de enerxía renovable coa regulación da entrada de luz natural, establecendo un precedente na integración de solucións arquitectónicas sostibles (López Canto, 2019).



Ilustración 28: Academia Mont Cenis, Alemaña, 1999

Este período marca un fito significativo no peche do século XX, un tempo que influíu decisivamente na evolución do muro cortina e que deu lugar á creación de obras arquitectónicas destacadas. A combinación de innovación técnica e sensibilidade estética neste tipo de construcións non só transformou o panorama arquitectónico, senón que tamén estableceu as bases para futuras experimentacións no deseño de fachadas, abrindo novas posibilidades para a arquitectura do século XXI.

Este enfoque non só priorizou a funcionalidade e a eficiencia enerxética, senón que tamén fomentou a integración de principios sustentables, que se converterían en fundamentais no futuro. Así, a evolución do muro cortina non só redefiniu a estética dos edificios, senón que tamén contribuíu a crear espazos máis confortables e agradables para os seus ocupantes, ao tempo que se respectaban os compromisos ambientais.

A historia do muro cortina reflicte non só os avances técnicos na arquitectura, senón tamén as evolucións no seu uso e na súa percepción ao longo do tempo. A literatura existente destaca que, a pesar dos progresos feitos, a investigación sobre este sistema arquitectónico permanece incompleta. Neste sentido, David Yeomans (1998, p. 59) afirma que “..the story of the curtain wall is so sketchy...” Esta observación resalta a importancia de continuar indagando no seu pasado e nas súas posibles innovacións futuras.

2.3.3.2. Muro cortina no século XXI

A evolución do muro cortina no século XXI destaca pola súa amplitude e complexidade en comparación co século anterior. Neste período, os avances en materiais, métodos de construción e tecnoloxías experimentaron un auxe significativo. Este desenvolvemento rápido e diversificado deu lugar á creación de modelos de muros cortina que presentan características e funcións distintas, reflectindo así unha maior adaptación ás novas demandas arquitectónicas e ambientais.

As diversas aportacións que emerxen no ámbito dos muros cortina son indicativas da significativa evolución deste sistema construtivo. Neste contexto, resulta fundamental centrar a nosa análise nas propostas máis destacadas para a elaboración dunha liña temporal que reflita a súa evolución ao longo do tempo. É pertinente considerar que, durante este período, a aparición de novas solucións é constante, con numerosas alternativas cada ano. Así, o presente estudo focarase en seleccionar e analizar aquelas contribucións que se revelan como chave para a evolución do muro cortina, permitindo establecer un panorama claro e conciso dos principais avances do século XXI.

Dúas das referencias clave neste período inicial son o libro *Facade Construction Manual* (2004) e o *Sustain Wall: Recents Developements* (2005). O primeiro ofrece un estudo exhaustivo das distintas tipoloxías de fachadas, mentres que o segundo se centra especificamente nos muros cortina. Ambos destacan a gran diversidade deste sistema construtivo e realizan unha categorización detallada segundo os materiais empregados no seu acabado, proporcionando un enfoque técnico e actualizado sobre as diversas

Un exemplo notable é o muro cortina en pedra, un material pouco común para este tipo de sistema, empregado no *Museum of Modern Art* de Viena (2001) (Ilustración 29). Neste proxecto, a pedra proporciona unha imaxe robusta e unha identidade visual única, permitindo que o material tradicional conviva coas solucións de fachada contemporánea, sen comprometer a funcionalidade estrutural nin a integración con outros materiais (Krippner, Lang, & Herzog, *Facade Construction Manual*, 2004). Pola súa parte, o *Nakanoshima Mitsui Building* en Osaka (2003) non só emprega pedra senón tamén sistemas avanzados de illamento térmico e acústico, mellorando a eficiencia enerxética e reducindo o consumo de enerxía, á vez que se integran cristais de alto rendemento para controlar a luz solar e mellorar o confort interior (Crosbie, 2005).

O seguinte material de clasificación será o metal, con casos coma o Centro Xudío de Munich (2006-2007), onde se realiza a elección do metal como material de acabado no muro cortina buscando durabilidade (Ilustración 30). Este proxecto destaca polo uso do metal como elemento central da fachada, que contribúe a unha imaxe industrial e tecnolóxica, ademais de permitir unha montaxe modular eficiente e a adaptación aos requisitos térmicos (Krippner, Lang, & Herzog, *Facade Construction Manual*, 2004).

Por último, noméase o material empregado con maior frecuencia, o vidro, que destaca en proxectos coma o Information, Communications and Media Centre de Cottbus (2004), e conta cun deseño ondulado distintivo que ofrece dinamismo visual (Ilustración 31). Outros exemplos poden ser a tenda de Hermès en Tokyo (2001) ou o Cheung Kong Center de Hong Kong (2003), que exploran a transparencia e a luz. Nestes casos, o vidro permite unha gran entrada de luz natural, mellorando tanto o aspecto estético como o confort interior, ademais de facilitar a integración de solucións de eficiencia enerxética (Krippner, Lang, & Herzog, *Facade Construction Manual*, 2004; Crosbie, 2005).

A categorización dos materiais e o estudo das súas aplicacións permiten identificar tendencias clave que enriquecen o deseño arquitectónico sen comprometer a funcionalidade ou a eficiencia estrutural. Este enfoque inicial, centrado na clasificación e análise de casos específicos, establece unha base sólida para continuar explorando outros aspectos da evolución do muro cortina.

A súa capacidade para combinar innovación técnica con solucións adaptadas ao contorno demostra a relevancia deste sistema na configuración das fachadas contemporáneas, marcando o camiño para un estudo máis profundo sobre outras dimensións, como a súa contribución á sustentabilidade ou ao deseño paramétrico. Este avance progresivo senta as bases para futuras investigacións no campo da arquitectura actual.



Ilustración 29: Mumok – Museo de Arte Moderno, Viena, 2001



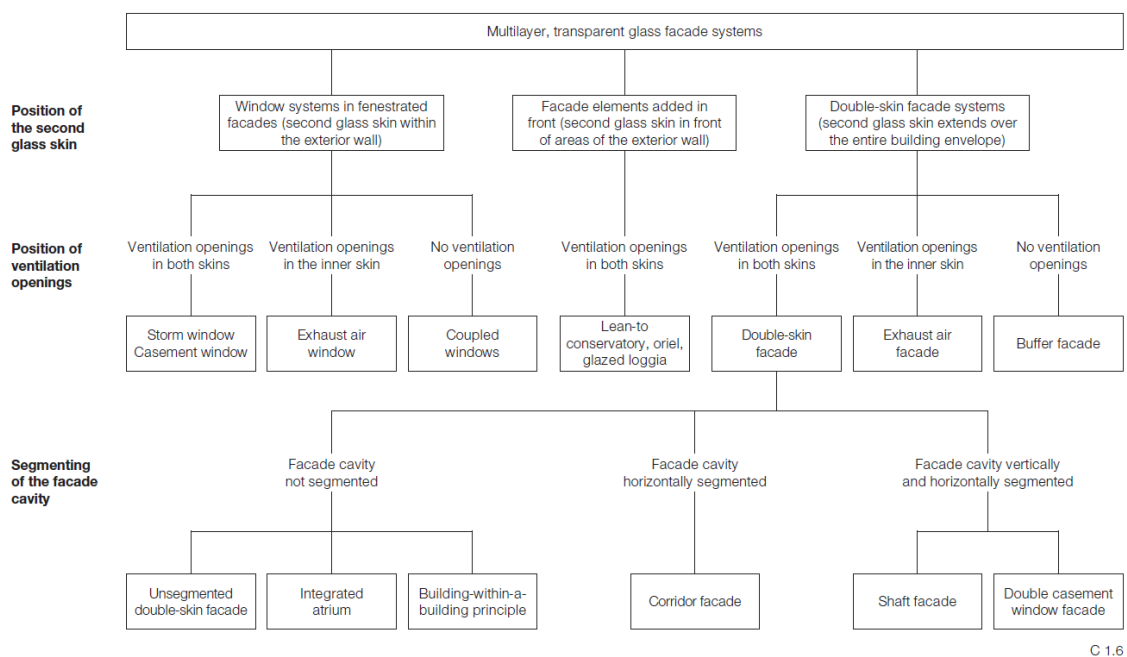
Ilustración 30: Centro Xudío de Munich, 2007



Ilustración 31: Information, Communications and Media Centre, Cottbus, Alemania, 2004

Ademais desta distinción ou clasificación por materiais de acabado, a obra *Facade Construction Manual* crea a súa segunda edición (2017), onde se introduce un enfoque detallado sobre a organización das aperturas nas fachadas de dobre pel. Este sistema arquitectónico caracterízase por contar cunha capa exterior e outra interior, deixando entre ambas un espazo intermedio que mellora a eficiencia enerxética e a ventilación natural do edificio.

A disposición das aperturas pode realizarse en ambas as peles, só na interior ou na exterior, ofrecendo unha ampla gama de posibilidades para optimizar o confort térmico e acústico, así como a sustentabilidade do proxecto. Para facilitar a comprensión destas alternativas, inclúese un esquema visual explicativo que ilustra as diversas opcións de configuración.



C 1.6

*Ilustración 32: Esquema coas diferentes opcións de apertura nunha fachada de dobre pel. Recorte retirado do libro *Facade Construction Manual**

Deixando a un lado as clasificacións de muro cortina segundo o material de acabado, resulta imprescindible centrar a atención no seu aspecto económico, xa que este sistema de fachada representa unha proporción significativa do custo final dunha obra. A análise económica dos muros cortina convértese, así, nun factor esencial para comprender a súa evolución e viabilidade, influíndo de maneira directa na súa implementación a gran escala. Entre os factores clave, destaca a cantidade de material extrudido, como o aluminio ou o aceiro, que afecta non só os custos de fabricación, senón tamén os de transporte e almacenamento debido ao seu peso e volume. Ademais, o procedemento de instalación, cuxa complexidade varía segundo o tipo de sistema, incrementa os gastos pola necesidade de equipos especializados e procesos máis laboriosos, sendo este impacto particularmente elevado nos Estados Unidos debido á influencia dos sindicatos (Crosbie, 2005).

Outro elemento determinante para a evolución económica deste sistema é a elección do vidro, cuxas características avanzadas, como recubrimentos especiais ou propiedades de control solar e térmico, elevan os custos tanto de produción como de instalación debido aos procesos máis complexos que requiren. Na Unión Europea, entre 2001 e 2003, o custo do vidro aumentou un 60% por un boom no sector da construción, seguido dunha diminución coa caída da actividade. Así, comprender estas variables económicas non só é relevante para unha planificación máis eficiente e sostible dos proxectos, senón tamén para prever as tendencias e retos futuros na adopción deste sistema no ámbito arquitectónico global (Crosbie, 2005).

A industria de muros cortina está experimentando unha consolidación continua durante esta época, con poucos fabricantes de grande escala capaces de producir este tipo de sistemas. En América do Norte, só catro empresas dominan a produción a gran escala, mentres que en Europa, só dúas. A maioría dos grandes fabricantes non se dedican a realizar traballos de menor escala, o que tamén inflúe no custo e accesibilidade do produto final. Todos estes factores son importantes á hora de considerar o deseño e a implementación dun muro cortina (Crosbie, 2005).

O deseño de muros cortina evolucionou notablemente ata o ano 2005, cunha maior atención á eficiencia enerxética. Isto reflectiuse no aumento da implementación de tecnoloxías avanzadas en materiais empregados, como os vidros de alto rendemento, que melloran o illamento térmico e reducen a ganancia de calor. Tamén aumentou o uso de vidro de baixo contido en ferro, mellorando a claridade visual e a luminosidade natural no interior do edificio (Crosbie, 2005).

A integración de dispositivos de sombreamento nos muros cortina tamén foi fundamental, xa que, ademais de reducir a carga térmica solar, contribúen á estética do edificio. Estes avances tecnolóxicos, xunto co uso de materiais innovadores e recubrimentos reflectantes, permitiron o deseño de fachadas máis eficientes e adaptadas aos requisitos sostibles actuais (Crosbie, 2005).



Ilustración 33: Al Bahr Towers, Abu Dhabi, 2009, fachada sombreamento dinámico en 2012

Ademais, o modelado e as simulacións computacionais posibilitaron prever o comportamento dos muros cortina en diversas condicións climáticas, optimizando o seu rendemento e garantindo unha maior eficiencia enerxética ao longo da vida útil do edificio. Estes avances son froito da evolución continua da tecnoloxía no deseño arquitectónico, permitindo solucións máis integradas e adaptativas ás necesidades ambientais actuais (Crosbie, 2005).

Estas técnicas tecnolóxicas vía computador, segundo Winxie Wong Wan Sie (2007), poden dar o resultado para o 90% dos casos, cun modelo de catro pisos mediante un software de análise estrutural, contribuíndo a unha optimización significativa no deseño e na planificación de proxectos arquitectónicos, onde se teñen en conta tres elementos clave: previsión de movemento; hermeticidade á intemperie e integridade estrutural.

O deseño do muro cortina pode adaptarse como un sistema estándar ou completamente personalizado, segundo as necesidades e características únicas de cada proxecto arquitectónico, como a altura do edificio, o orzamento e as consideracións de eficiencia enerxética. Esta versatilidade permite que os sistemas se adapten tanto a edificios de pequena como de gran altura, e inclúe variantes específicas que responden á necesidade de precisión, velocidade de instalación e estética.

Dentro destas posibilidades, os muros cortina segundo Michael Crosbie (2005) e Scott Murray (2009) clasifícanse en dúas tipoloxías principais, cada unha con vantaxes e limitacións específicas: O Sistema Stick, é un tipo de muro cortina ensamblado directamente na obra a partir de compoñentes estándar, o que reduce custos de transporte e manexo pero incrementa os tempos de execución e os custos laborais debido ao maior esforzo de man de obra e á posible falta de precisión en condicións adversas. Utilízase en edificios de baixa ou media altura pola súa sinxeleza e flexibilidade. Pola contra, o Sistema Unit está composto por módulos prefabricados ensamblados en fábrica con maior precisión e calidade, o que permite unha instalación rápida e segura. Aínda que é máis custoso, é ideal para proxectos de gran altura ou con altos estándares de calidade e rapidez.

A aplicación de muros cortina vai máis alá da súa simple función como envolventes. No contexto actual, estes sistemas tamén teñen un impacto significativo na eficiencia enerxética e na sustentabilidade. Isto débese á súa capacidade para optimizar o uso da luz natural, controlar a ventilación e reducir o consumo enerxético a través do uso de materiais de alto rendemento, como o vidro de baixa emisividade ou os sistemas de dobre pel.

A adaptación a formas arquitectónicas complexas e a incorporación de materiais innovadores destacan como factores adicionais que melloran o rendemento funcional e estético destes sistemas. Por iso, no libro *Contemporary Curtain Wall Architecture* (2009) podemos atopar o análise de 24 edificios creados entre os anos 2000-2009 con muro cortina innovadores. Estes casos serán de diferentes localizacións, programas e alturas, mostrando un amplo abanico de posibilidades do emprego deste sistema. Innda así, hai varias características en común entre varios deles:

Edificios con enfoque na eficiencia enerxética e sustentabilidade: Os muros cortina desempeñan un papel crucial na eficiencia enerxética e na sustentabilidade dos edificios William J. Clinton Presidential Center (2004) e Spertus Institute of Jewish Studies (2007). Ambos os proxectos empregan fachadas de vidro de alto rendemento que permiten un control preciso da luz solar e melloran a ventilación natural, diminuindo así a necesidade de climatización artificial. O Clinton Center incorpora un sistema de dobre pel que optimiza a eficiencia térmica, creando un ambiente interior sostible que reduce a dependencia de calefacción e aire acondicionado. Pola súa parte, o Spertus Institute tamén fai uso de vidro de alto rendemento, pero destaca polo seu enfoque na mellora da circulación do aire natural, permitindo un equilibrio entre luz solar e ventilación. Estes edificios non só exemplifican como os muros cortina melloran a eficiencia enerxética, senón tamén como se pode reducir o impacto ambiental ao minimizar o uso de recursos enerxéticos (Murray, Contemporary Curtain Wall Architecture, 2009).



Ilustración 34: William J. Clinton Presidential Center



Ilustración 35: Spertus Institute of Jewish Studies

Os muros cortina adaptados a formas xeométricas complexas, coma na fachada da Seattle Public Library (2004), presentaron retos que foron resoltos mediante solucións tecnolóxicas avanzadas. A Seattle Public Library aposta por formas irregulares e paneis de vidro colocados estratexicamente para maximizar a luz natural, mentres se mantén a estabilidade estrutural grazas a modelos computacionais avanzados. Este edificio mostra como os muros cortina poden adaptarse a diferentes formas, mantendo a funcionalidade e a eficiencia enerxética, evidenciando a capacidade dos arquitectos para resolver os desafíos do deseño con innovacións tecnolóxicas (Murray, Contemporary Curtain Wall Architecture, 2009).



Ilustración 36: Seattle Public Library

Outra dificultade que pode aparecer son as fachadas inclinadas e vidros en ángulo, que se presentan en edificios coma a Blue Tower (2007) e One Omotesando (2003), as fachadas inclinadas e os paneis de vidro dispostos en ángulos específicos xogan un papel importante tanto na estética como na eficiencia enerxética. Na Blue Tower, os paneis inclinados permiten unha maior penetración de luz natural, ao tempo que minimizan o resplandor directo, mellorando o confort interior. A súa estrutura de ancoraxe foi deseñada para soportar as inclemencias do tempo, garantindo a estabilidade e o rendemento térmico da fachada (Murray, Contemporary Curtain Wall Architecture, 2009).

O One Omotesando, por outra banda, tamén utiliza vidro en ángulo para crear un xogo visual que mellora a integración do edificio co seu entorno, mantendo ao mesmo tempo unha alta eficiencia enerxética. A disposición en ángulos dos paneis de vidro non só optimiza a luz natural, senón que tamén permite un mellor control do resplandor, facendo que estes edificios se integren visualmente e funcionalmente co seu contorno urbano (Murray, Contemporary Curtain Wall Architecture, 2009).



Ilustración 37: Blue Tower

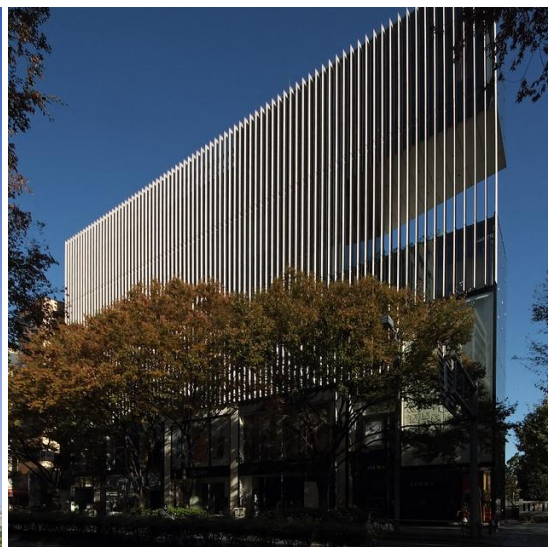


Ilustración 38: One Omotesando

A inclusión de múltiples capas, con paredes de doble pel, compoñentes operables e dispositivos de sombreamento externos son clave nesta época, ofrecendo solucións arquitectónicas avanzadas que melloran a eficiencia enerxética e o confort interior dos edificios. A combinación de capas e dispositivos permite un control máis preciso das condicións térmicas, lumínicas e de ventilación, reducindo a necesidade de climatización artificial e mellorando a sustentabilidade do edificio. Esta estratexia integra a tecnoloxía coa arquitectura para crear espazos máis eficientes e adaptados ás necesidades cambiantes do entorno (Murray, Contemporary Curtain Wall Architecture, 2009):

As paredes de dobre pel coma a exemplificada no The Shard (2012) en Londres, Reino Unido, onde a fachada incorpora un sistema de dobre pel que mellora o illamento térmico. A capa exterior actúa como un escudo contra as condicións climáticas extremas, mentres que a capa interna optimiza a transmisión de calor, proporcionando un control eficiente da temperatura e reducindo a dependencia de sistemas de climatización.



Ilustración 41: The Shard

Finalmente, os compoñentes operables, coma os utilizados na Torre Glòries, en Barcelona, permiten axustar as condicións de luz e ventilación en función das necesidades. As lamas móbiles regulan a entrada de aire e luz natural, promovendo un ambiente interior flexible e eficiente enerxeticamente, reducindo a dependencia de sistemas de climatización mecánica (Murray, Contemporary Curtain Wall Architecture, 2009).



Ilustración 42: Torre Glòries

No ano 2009, sentáronse as bases para o desenvolvemento de estándares específicos orientados ao deseño sísmico de sistemas de acristalamento arquitectónico. Estes avances permitiron mellorar significativamente a precisión na predición de fisuras no vidro, logrando unha mellora do 33% en comparación coas metodoloxías previas establecidas pola American Society of Civil Engineers (ASCE), unha das organizacións de referencia mundial no establecemento de normas técnicas para enxeñaría e construción (ASCE, s.d.).

A ASCE, recoñecida pola súa rigorosidade e enfoque multidisciplinar, xoga un papel fundamental na definición de estándares que garantan a seguridade, funcionalidade e durabilidade das estruturas fronte a fenómenos coma os terremotos. Este progreso representa un salto cualitativo na capacidade de anticiparse aos posibles danos en sistemas acristalados sometidos a cargas sísmicas, reforzando a fiabilidade e seguridade dos edificios (ASCE, s.d.).

A partir da primeira década do século XXI, obsérvase unha clara evolución na arquitectura cara á integración de sistemas construtivos máis sostibles, nos que a redución do impacto ambiental e a prolongación do ciclo de vida das estruturas adquiren unha importancia crecente. Neste contexto, destacan innovacións tecnolóxicas como o uso de materiais reciclados e reciclables, combinados con técnicas avanzadas de fabricación, como a impresión 3D e o corte láser, que permiten optimizar recursos, minimizar erros e reducir significativamente os tempos de produción. Ademais, a implementación de prototipos experimentais facilita a mellora continua dos sistemas construtivos, consolidando a sustentabilidade como un alicerce fundamental na práctica arquitectónica contemporánea (Englhardt, 2012; Watts, 2019).

Neste marco, o equipo b720 Fermín Vázquez Arquitectos, con sedes en Barcelona e Madrid, recoñecido por proxectos que combinan deseño innovador e sustentabilidade, como a Torre Glòries en Barcelona, desenvolveu un tipo de muro cortina que logra unha redución do consumo enerxético de ata un 50% en comparación cun muro cortina convencional ou unha fachada tradicional. Ademais, este sistema presenta un impacto ambiental entre 1,9 e 3,5 puntos menor respecto ao muro cortina común, reforzando así o seu compromiso coa sustentabilidade. Por outra parte, os sistemas de muro cortina amplían as súas funcionalidades, permitindo a integración de solucións avanzadas como os paneis fotovoltaicos para a xeración de enerxía renovable, evidenciando unha nova etapa no desenvolvemento destes sistemas, orientada a responder ás crecentes exixencias enerxéticas e ambientais dos edificios actuais (Englhardt, 2012; Committee on Curtain Wall Systems of the Architectural Engineering Institute of the the American Society of Civil Engineers, 2013).

O punto anteriormente mencionado sobre os paneis fotovoltaicos integrados no muro cortina conta con abondosa bibliografía. Nesta, destáciase as súas propiedades no ámbito da mellora medioambiental, destacando que esta "pel fotovoltaica" permite a redución de 1 kg de CO₂ por cada kWh de enerxía producida, en comparación coas emisións derivadas do uso de carbón. Ademais, tamén existe a opción de paneis semitransparentes, que ofrecen as dúas propiedades requiridas para este tipo de fachadas: a xeración de enerxía renovable e a obtención de luz natural (Piedrafita Pérez, 2015).

Así mesmo, dependendo das necesidades específicas do proxecto, existen diferentes tipos de células solares que se adaptan ás características requiridas. . Estas poden ser totalmente opacas, maximizando a captación de enerxía solar, ou semitransparentes, permitindo tanto a xeración de enerxía renovable como a entrada controlada de luz natural ao interior dos espazos. Esta versatilidade contribúe significativamente ao obxectivo de reducir o consumo enerxético nun 20%, en consonancia cos parámetros establecidos pola iniciativa do Plan 20/20/20 da Unión Europea para o ano 2020 (Piedrafita Pérez, 2015). Un exemplo destacado de edificio con fachada fotovoltaica é o Parque de Innovación Tecnolóxica La Salle, inaugurado no 2001 en Barcelona, onde a fachada de dobre pel incorpora placas solares opacas que ocupan o 30% da súa superficie (López Canto, 2019).



Ilustración 39: Parque de Innovación Tecnológica La Salle, Barcelona, 2001

Durante estes anos son realizadas diferentes conferencias para a procura de mellores e máis sostibles edificios. Unha delas é a realizada en Los Ángeles no ano 2018, na cal ademais do anteriormente mencionado, se aportan diferentes datos numéricos que reflicten a relevancia de incorporación destas tecnoloxías. Destácase que as fachadas dinámicas poden reducir o consumo enerxético ata nun 50% en certas rexións, mentres que os paneis fotovoltaicos integrados xeran entre o 20% e o 40% da enerxía requerida polos edificios. Estes resultados están respaldados por estudos de caso, como exemplos de edificios europeos que implementan sistemas de control solar e estratexias de ventilación natural. O enfoque na dobre pel reforza este impacto, permitindo un fluxo constante de aire entre capas, regulando a temperatura interna do edificio de forma eficiente (Facade Tectonics Institute, 2018).

O American Architectural Manufacturers Association Curtain Wall Manual (2019) foi elaborado pola American Architectural Manufacturers Association (AAMA), actualmente integrada na Fenestration and Glazing Industry Alliance (FGIA). Este organismo reúne fabricantes, arquitectos, enxeñeiros e outros expertos da industria para colaborar na creación de estándares técnicos que garantan a calidade, seguridade e sustentabilidade na construción de sistemas de muros cortina e outros compoñentes das envolventes arquitectónicas (FGIA, s.d.).

Este manual constitúe unha ferramenta esencial para asegurar que os sistemas de muros cortina cumpran cos estándares máis elevados de calidade e rendemento nos proxectos arquitectónicos. Proporciona un marco técnico completo que cobre desde a fase inicial de deseño ata a instalación final, garantindo que todos os aspectos asociados a estes sistemas sexan xestionados de maneira eficiente e profesional. O seu obxectivo principal é estandarizar os procesos e optimizar a implementación destes sistemas, ofrecendo directrices detalladas e actualizadas para cada etapa do proceso. Tamén incorpora ferramentas dixitais avanzadas, como as simulacións en BIM, e de tecnoloxías emerxentes, como as fachadas dinámicas ou os paneis fotovoltaicos, xa tratados con anterioreidade neste traballo (American Architectural Manufacturers Association, 2019).

As envolventes arquitectónicas modernas requiren un enfoque integral que combine a selección adecuada de materiais, como o aluminio, o vidro e os selantes, con estándares rigorosos de rendemento estrutural e resistencia fronte á auga e ao aire, garantindo protección, funcionalidade e sostibilidade. A validación destes sistemas a través de probas tanto en laboratorio como en campo é esencial para asegurar o seu correcto funcionamento antes e despois da instalación. Ademais, aspectos como as tolerancias de construción e os métodos de ensamblaxe aseguran sistemas fiables e seguros que cumpren cos estándares normativos actuais, promovendo solucións arquitectónicas de alto rendemento adaptadas ás necesidades dos edificios contemporáneos (American Architectural Manufacturers Association, 2019).

Un dos aspectos fundamentais no desenvolvemento de calquera sistema construtivo son as normativas aplicables, e os sistemas de muro cortina non son unha excepción. No seu Traballo Fin de Grao, Claudia Muñiz Rey (2016) analiza as diferenzas existentes entre dous edificios rexidos por normativas distintas, ambos situados no territorio español. O primeiro caso é a Torre Catelar, finalizada en 1986, caracterizada por estar sometida a unha normativa menos rigorosa. En contraste, a Torre de Cristal, concluída en 2009, segue os estándares establecidos polo Código Técnico de Edificación (CTE), que aborda cuestións como a seguridade estrutural, o aforro enerxético, a protección fronte ao ruído, a saúde e o benestar dos usuarios, así como a accesibilidade.

Ademais, a Torre de Cristal tamén cumpre co Regulamento de Instalacións Térmicas en Edificios (RITE), que establece os requisitos para as instalacións térmicas en termos de eficiencia enerxética, confort térmico e seguridade. A isto engádense a normativa e o regulamento de protección contra incendios e unha serie de normativas medioambientais, que reforzan o compromiso do edificio coa sustentabilidade e a seguridade. Este contraste entre ambos os exemplos reflicte a evolución significativa nas esixencias normativas, que buscan garantir non só a funcionalidade das edificacións, senón tamén a protección do medio ambiente e o benestar das persoas (Muñiz Rey, 2016).

A análise comparativa entre a Torre Castelar e a Torre de Cristal evidencia que, malia as grandes diferenzas normativas entre ambas as edificacións, os resultados das probas en campo non mostran variacións significativas no rendemento térmico. A transmitancia térmica foi semellante, cunha diferenza de apenas 0-0,2 W/m²K a favor da Torre de Cristal, e outras probas, como a resistencia ao ruído ou a estanqueidade, presentaron resultados similares. Só no factor solar se observaron diferenzas claras, cumprindo unicamente a edificación máis recente cos estándares establecidos. Así, conclúese que, a pesar da evolución das normativas, os sistemas de muro cortina xa eran deseñados con altos estándares de calidade dende hai décadas (Muñiz Rey, 2016).



Ilustración 41: Torre Castelar, Madrid, 1986



Ilustración 40: Torre de Cristal, Madrid, 2009

Co obxectivo de obter unha visión máis clara das evolucións experimentadas polos sistemas de muro cortina ao longo do século XXI, contactáronse varias empresas especializadas neste tipo de solucións arquitectónicas. Dado que algúns fabricantes non responderon, recorreuse á análise de catálogos comerciais de diversas compañías do sector. A revisión destes documentos permitiu identificar un aumento notable na variedade de modelos dispoñibles, evidenciando o crecemento da demanda destes sistemas e a evolución das solucións técnicas ao longo do tempo.

Antes de 2010, o número de modelos de muro cortina era limitado, pero ata a metade da primeira década, observouse un incremento significativo nos modelos dispoñibles, con un aumento aproximado do 30%. Neste período tamén se introduciu a redución da sección mínima dos montantes, que pasaron a ser case un 70% máis finos, permitindo unha maior capacidade de soportar vidros de varias capas. Estes cambios foron impulsados pola necesidade de mellorar a eficiencia enerxética e a adaptabilidade estética dos sistemas de fachada.

Xa na segunda década do século XXI, a variedade de modelos seguiu crescendo de forma constante, mantendo a sección mínima dos montantes e incorporando a opción de soportar vidros triplos, mellorando o rendemento térmico e a eficiencia enerxética dos sistemas, adaptándose ás crecentes esixencias ambientais e técnicas do sector.

A análise destes catálogos permite concluír que estes sistemas experimentaron unha evolución significativa ao longo do século XXI, tanto en variedade como en innovación técnica. Este crecemento, reflectido no aumento constante do número de modelos dispoñibles e nas melloras das características técnicas, como a redución do espesor dos montantes e a capacidade de soportar vidros triplos, evidencia unha clara resposta ás crecentes esixencias do mercado. A evolución non só está vinculada a cuestións estéticas e funcionais, senón tamén a un esforzo por optimizar os sistemas para mellorar a súa eficiencia enerxética e adaptabilidade ás esixencias contemporáneas. Este progreso pon de manifesto o papel central dos muros cortina na arquitectura moderna, consolidándose como unha solución clave para proxectos que buscan combinar eficiencia enerxética, sustentabilidade e deseño innovador

2.3.4. Liñas temporais

2.3.4.1. Liña temporal antecesores – século XX

REVOLUCIÓN INDUSTRIAL	<ul style="list-style-type: none">• NOVAS TÉCNICAS E MATERIAIS
1696-1850	<ul style="list-style-type: none">• IMPOSTOS ÁS XANELAS
1851	<ul style="list-style-type: none">• ABOLICIÓN DOS IMPOSTOS• CRYSTAL PALACE
1885	<ul style="list-style-type: none">• 1º RAÑACEOS (<i>HOME INSURANCE BUILDING</i>)
1913	<ul style="list-style-type: none">• FÁBRICA FAGUS
1913-1914	<ul style="list-style-type: none">• DOM-INO
INICIOS S.XX	<ul style="list-style-type: none">• ESCRITOS OPORTUNIDADES VIDRO
1925	<ul style="list-style-type: none">• BAUHAUS
1929-1946	<ul style="list-style-type: none">• ARTIGOS DEFENSA INNOVACIÓN FACHADAS VIDRO
II GUERRA MUNDIAL	<ul style="list-style-type: none">• MAIOR EVOLUCIÓN EN ESTADOS UNIDOS• ILLINOIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY• LAKE SHORE DRIVE APARTMENTS
1948	<ul style="list-style-type: none">• 1º RAÑACEOS CON GRANDES ELEMENTOS PREFABRICADOS
1952-1953	<ul style="list-style-type: none">• PRIMEIROS RAÑACEOS CON MURO CORTINA• SEDE ORGANIZACIÓN NACIONES UNIDAS• LEVER HOUSE• ALCOA BUILDING
1955	<ul style="list-style-type: none">• RÁPIDO DESENVOLVIMENTO
1958	<ul style="list-style-type: none">• SEAGRAM• TORRE PIRELLI
60'S-70'S	<ul style="list-style-type: none">• MURO CORTINA PREFABRICADO• HIGH-TECH• MELLORAS TÉCNICAS• MAIOR EMPREGO DO ALUMINIO• NORMATIVAS PARA O MURO CORTINA• BRISE-SOLEIL
1971	<ul style="list-style-type: none">• CENTRE POMPIDOU
1973	<ul style="list-style-type: none">• TOUR MONTPARNASSE
70'S-80'S	<ul style="list-style-type: none">• ROTURA TÉRMICA• SILICONAS E GOMAS• NOVOS SISTEMAS FIXACIÓN
1975	<ul style="list-style-type: none">• WILLIS FABER AND DUMAS HEADQUARTERS
1987	<ul style="list-style-type: none">• INSTITUTO MUNDO ÁRABE
FIN SÉCULO XX	<ul style="list-style-type: none">• CONSTRUÇÕES PARA INSTITUCIÓNS DE REFERENCIA• COMEZO INTERESE SOSTENIBILIDADE

1.1.1.1. Línea temporal **século XXI**

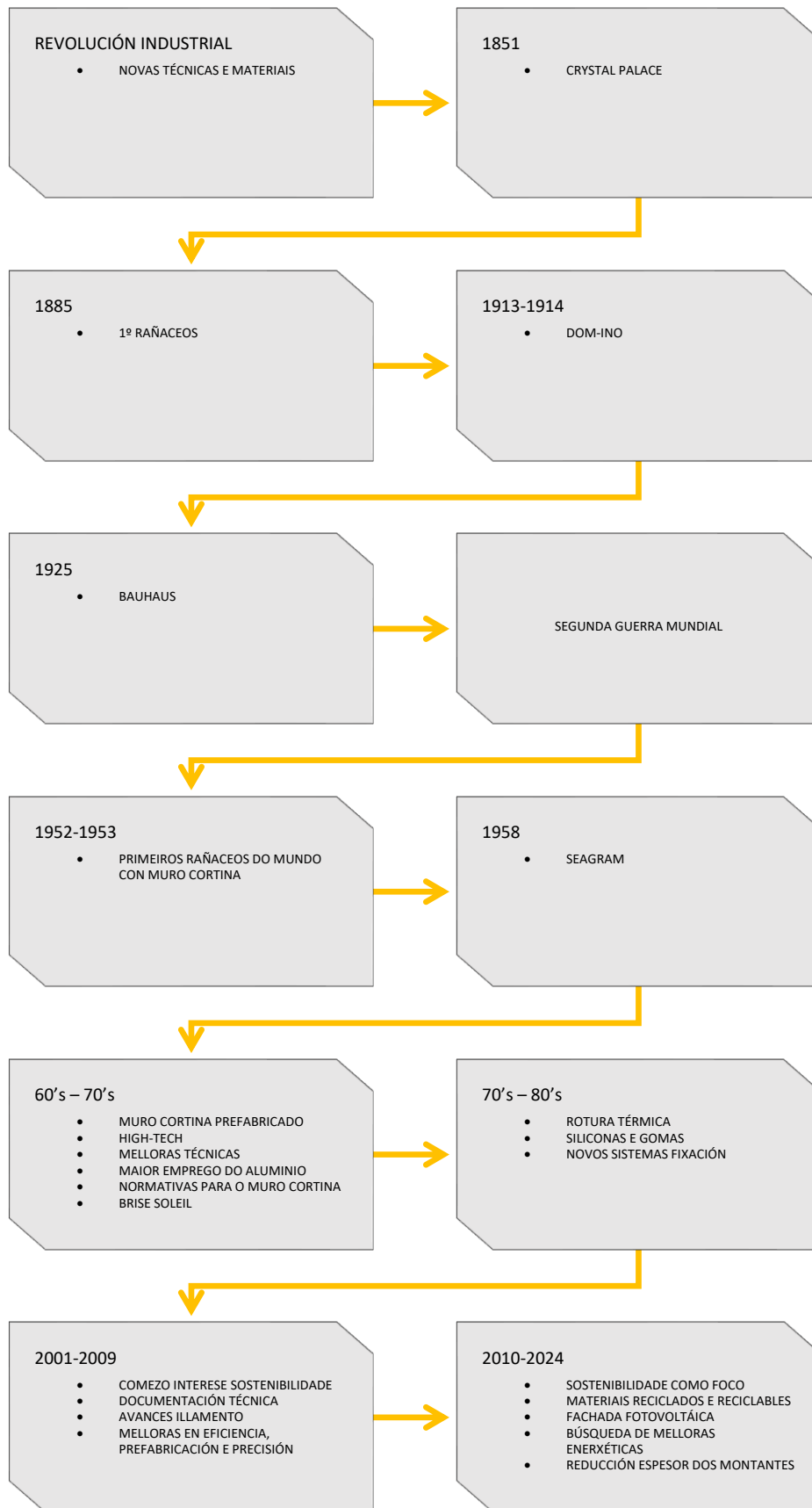
2001-2009

- EJEMPLOS DE INTEGRACIÓN DE MATERIAIS POUCO COMÚNS
- MODELADO DIXITAL
- INTRODUCCIÓN DE SISTEMAS AVANZADOS DE ILLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO
- *FACADE CONSTRUCTION MANUAL*
- TIPOLOXÍAS E CLASIFICACIÓN DOS MATERIAIS EMPREGADOS
- *CURTAIN WALL: RECENT DEVELOPEMNTS*
- MODELADO DIXITAL AVANZADO
- DESENVOLVEMENTO SISTEMA MURO CORTINA PREFABRICADO

2010-2024

- MATERIAIS RECICLADOS E RECICLABLES
- SOSTENIBILIDADE COMO FOCO
- FACHADA FOTOVOLTAÍCA
- *FACADE CONSTRUCTION MANUAL (2ª EDICIÓN)*
- CONFERENCIA MUNDIAL EN LOS ÁNGELES: *ADVANCED BUILDING SKINS*
- *AMERICAN ARCHITECTURAL MANUFACTURERS ASSOCIATION CURTAIN WALL MANUAL*
- REDUCCIÓN ESPESOR DOS MONTANTES

1.1.1.2. Liña temporal antecesores – actualidade



2.3.5. Tipoloxías

Os muros cortina destacan pola súa flexibilidade de deseño, permitindo configuracións estándar ou personalizadas que se adaptan ás necesidades específicas de cada proxecto, desde edificios de menor altura ata grandes estruturas. Esta versatilidade posibilita atender aspectos clave como a precisión, a rapidez na instalación e a eficiencia enerxética. No presente punto, abordaranse dúas categorías principais de tipoloxías, clasificadas segundo os métodos de montaxe e de ancoraxe.

Segundo a literatura especializada, na que podemos destacar as obras de Michael Crosbie (2005) e Scott Murray (2009), estes sistemas estrutúranse en dúas tipoloxías fundamentais segundo o seu método de montaxe, configurando a base conceptual do seu deseño. Estas categorías abarcan unha ampla variedade de aplicacións e solucións técnicas, consolidándose como elementos cruciais na evolución e diversidade dos muros cortina na arquitectura contemporánea.

A primeira tipoloxía de muro cortina é o Stick System, que consiste nunha tipoloxía de muro cortina na que os compoñentes principais se producen en series estándar e se montan directamente na obra. Esta característica fai que os custos de transporte e manexo sexan menores en comparación con outros sistemas máis complexos. A pesar desta vantaxe, o feito de ser instalado no lugar provoca un aumento nos tempos de execución e custos laborais, xa que require un maior esforzo de man de obra para o seu ensamblaxe. Ademais, debido á súa natureza modular, a precisión na instalación pode verse comprometida, especialmente se as condicións da obra son adversas. Polo tanto, este sistema adoita ser utilizado en proxectos de menor envergadura, como edificios de baixa ou media altura, onde a flexibilidade, o custo e a sinxeleza de montaxe xogan un papel importante.

A segunda tipoloxía é a Unit System, a cal está composta por módulos prefabricados que se ensamblan en fábrica en condicións controladas, o que garante maior precisión e consistencia na calidade. Os módulos son posteriormente transportados e conectados a ancoraxes preinstalados na estrutura do edificio, facilitando unha instalación rápida e segura. Esta configuración reduce significativamente o tempo de montaxe na obra e minimiza erros, aínda que o custo é maior debido á complexidade do transporte e á tecnoloxía de ensamblaxe. Este sistema é ideal para edificios de gran altura ou proxectos con orzamentos altos, onde a rapidez e a calidade da instalación son prioritarios.

2.3.6. Tecnoloxías

A clasificación de muro cortina segundo o método de ancoraxe non está estandarizada de forma universal, xa que diferentes autores e profesionais utilizan criterios diversos segundo as súas necesidades e perspectivas. Porén, a partir da literatura revisada, pódese propoñer unha categorización funcional que agrupa os métodos de ancoraxe máis relevantes empregados na arquitectura:

O sistema de montante e travesaño é o máis tradicional e amplamente utilizado tanto en proxectos de menor coma de maior altura. Emprega perfís metálicos verticais (montantes) e horizontais (travesaños), nos que se encaixan os paneis de vidro ou outros materiais (Crosbie, 2005). Esta tipoloxía de ancoraxe é apta tanto para muros cortina de tipoloxía Stick System coma Unit System.



*Ilustración 43: Ancoraxe montante e travesaño.
Stick System*



*Ilustración 42: Ancoraxe montante e travesaño.
Unit System*

Outro tipo de ancoraxe é a de vidro estrutural, a cal se denomina así debido ao uso de selantes ou adhesivos especializados para anclar os paneis de vidro entre si. Este método permite crear fachadas continuas e minimalistas, sen perfís visibles no exterior. É frecuentemente empregado en proxectos nos que a prioridade é unha estética limpa e unha alta relación entre o interior e o exterior da obra (Murray, 2009). Apta tanto para Unit System coma para Stick System.



*Ilustración 45: Ancoraxe estrutural.
Stick System*

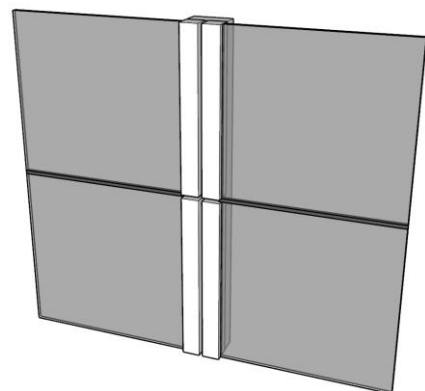


*Ilustración 44: Ancoraxe estrutural.
Unit System*

Un punto intermedio entre as clasificacións vistas ata agora é a ancoraxe semiestructural, a cal combina características do ancoraxe estrutural e do montante e travesaño. Este deseño busca un equilibrio entre estética e funcionalidade, sendo utilizado en proxectos onde se requiren solucións híbridas para responder a necesidades específicas de deseño e rendemento. Dentro deste tipo de ancoraxe, existen dúas variantes: unha na que o perfil en vista é horizontal, mentres que as verticais se unen mediante siliconas, e á inversa, permitindo resaltar a horizontal ou a vertical, segundo as necesidades do proxecto. Ao igual que as anteriores, é válida para as dúas tipoloxías de muro cortina.



*Ilustración 46: Ancoraxe semiestructural.
Stick System*



*Ilustración 47: Ancoraxe semiestructural.
Unit System*

Por último teremos a ancoraxe mediante sistema araña, a cal se caracteriza polo uso de puntos de ancoraxe metálicos, coñecidos popularmente como arañas, para fixar os paneis de vidro á estrutura principal. Este método destaca por ofrecer un alto grao de transparencia, permitindo a mínima obstrución visual e maximizando a entrada de luz natural. A súa estética limpa e minimalista convérteo nunha elección ideal para proxectos onde a interacción visual entre o interior e o exterior é prioritaria (Roig & Batlle, 2004). Ademais, debido á súa morfoloxía e ao carácter individualizado da instalación de cada vidro, este tipo de ancoraxe só é compatible co Stick System. Isto débese a que o proceso de montaxe requirido para os puntos de ancoraxe e a súa integración estrutural non resulta viable nos sistemas prefabricados, onde a instalación se realiza de maneira modular. Neste sistema, os vidros non se tocan entre si, quedando un espazo libre para permitir a ventilación, o que fai que se converta nunha opción utilizada principalmente para espazos que precisan ser ventilados de forma natural ou como segunda pel.

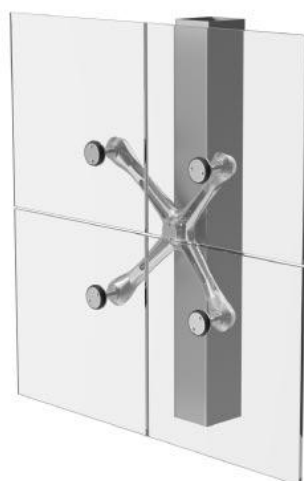


Ilustración 48: Ancoraxe araña.
Stick System

RELACIÓN ENTRE TIPOLOXÍAS E ANCORAXE DE MURO CORTINA

STICK SYSTEM				UNIT SYSTEM			
MONTANTE E TRAVESAÑO	ESTRUTURAL	SEMIESTRUTURAL	ARAÑA	MONTANTE E TRAVESAÑO	ESTRUTURAL	SEMIESTRUTURAL	ARAÑA
✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗

Táboa 1: Resumo da relación entre tipoloxías e ancoraxe de muro cortina. Autoría propia

3. APLICACIÓN DA METODOLOGÍA



3.1. EDIFICIOS REFERENCIAIS EN EUROPA NO SÉCULO XXI.

FICHAS TÉCNICAS

O presente estudo céntrase na análise de edificios destacados a través de tres factores principais:

- Información xeral do edificio (localización, ano, autoría, altura e uso).
- Tipoloxía do muro cortina empregado.
- Tecnoloxías aplicadas no muro cortina.

Para unha comprensión máis visual e intuitiva, a análise incluirá:

- Unha fotografía xeral do edificio, que permita identificar a obra na súa totalidade.
- Catro imaxes adicionais, integradas nun formato visual específico, que representan as catro principais tecnoloxías aplicadas no sistema do muro cortina.

A información técnica será sintetizada nun esquema organizado, no cal se indicarán as tecnoloxías presentes en cada edificio. No caso das catro imaxes adicionais, a ausencia dunha tecnoloxía específica non debe interpretarse como un erro ou omisión, senón como unha confirmación de que dita tecnoloxía non está presente na obra analizada.

Durante o proceso de selección dos edificios incluídos neste estudo, tentouse recoller un número maior de mostras. Porén, a mostra recollida foi limitada pola pouca información dispoñible sobre o muro cortina en moitos dos edificios. Este elemento adoita ser tratado de forma escasa nos estudos arquitectónicos, que se centran maioritariamente en aspectos como morfoloxías, orientacións, ventilacións e organigramas entre outros.

Debido a esta limitación de datos, a clasificación dos sistemas de soporte do muro cortina non foi incluída nas fichas técnicas. Tal como se expuxo na parte teórica, a realización dunha clasificación precisa require de información obtida desde o interior do edificio, a cal, en moitos casos, non se atopa dispoñible.

Para garantir a coherencia e claridade do estudo, establécense os seguintes criterios de análise:

- Só se considerarán os paneis solares integrados na fachada. Non se contemplarán solucións de paneis solares localizados noutras partes do edificio.
- A protección solar externa referirase exclusivamente a elementos externos, quedando excluídas as solucións baseadas en vidros con protección solar incorporada.

En caso de fachadas de dobre pel, realizarase unha análise específica do tipo de ancoraxe predominante ou visualmente máis relevante, sinalándoo no esquema correspondente. Esta información será complementada cun apartado de observacións que permitirá detallar as particularidades técnicas do edificio en cuestión.

Finalmente, cómpre destacar que as tecnoloxías empregadas nos edificios de referencia, especialmente en obras emblemáticas ou singulares, adoitan ser únicas e personalizadas. Nestes casos, e co obxectivo de manter unha clasificación coherente, as solucións técnicas específicas serán asociadas á tecnoloxía máis aproximada dentro das categorías establecidas.

INFORMACIÓN XERAL

1

NOME: KUNSTHAUS GRAZ

ANO: 2003

AUTOR/ES: PETER COOK / COLIN FOURNIER FUNCIÓN: MUSEO

LOCALIZACIÓN: GRAZ, AUSTRIA

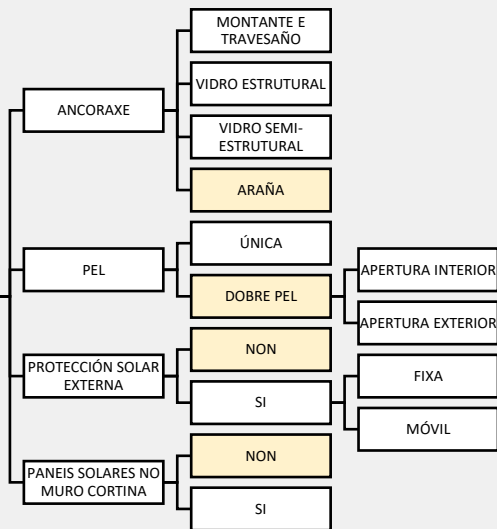
ALTURA (METROS): 27m

TIPO DE MURO CORTINA

STICK SYSTEM

UNIT SYSTEM

TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA



ANCORAXE



PEL



*OBSERVACIÓNS: O muro cortina estudado destaca pola súa forma inusual dentro da obra. Trátase dun muro cortina exterior que, no espazo entre a súa capa exterior e a parede interior, alberga luces circulares, que no seu conxunto funcionan como un cartel publicitario.

INFORMACIÓN XERAL

2

NOME: TORRE GLÒRIES

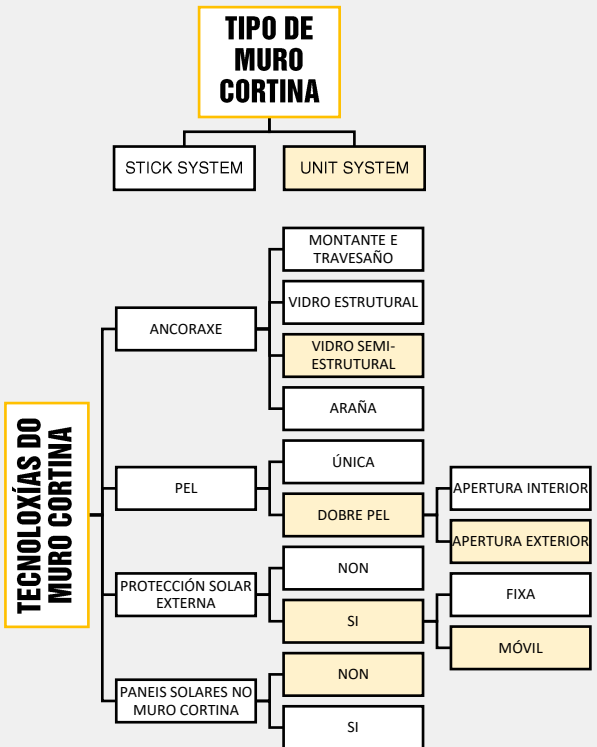
ANO: 2005

AUTOR/ES: JEAN NOUVEL/ GRUPO b720

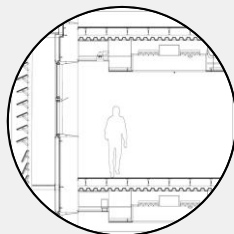
FUNCIÓN: OFICINAS

LOCALIZACIÓN: BARCELONA, ESPAÑA

ALTURA (METROS): 144m



ANCORAXE



PEL



PROTECCIÓN SOLAR:
A PROPIA DOBRE PEL



*OBSERVACIÓNS: A pel exterior está realizada cun sistema de muro cortina que permite a visión da pel interior grazas ao vidro transparente que a conforma. Destacan as láminas de vidro horizontais, organizadas en módulos de 12 lamas dispostas verticalmente, que poden abrirse de forma individual mediante un sistema de ancoraxe vertical semiestructural.

INFORMACIÓN XERAL

3

NOME: CASA DA MÚSICA

ANO: 2005

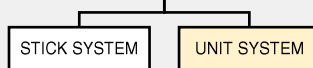
AUTOR/ES: REM KOOLHAAS

FUNCIÓN: SALA DE CONCERTOS

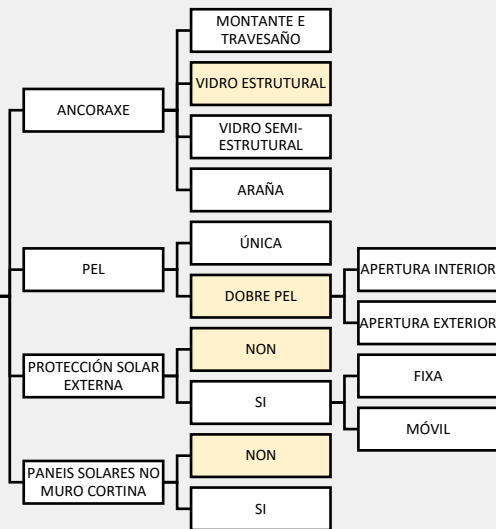
LOCALIZACIÓN: PORTO, PORTUGAL

ALTURA (METROS): 35m

TIPO DE MURO CORTINA



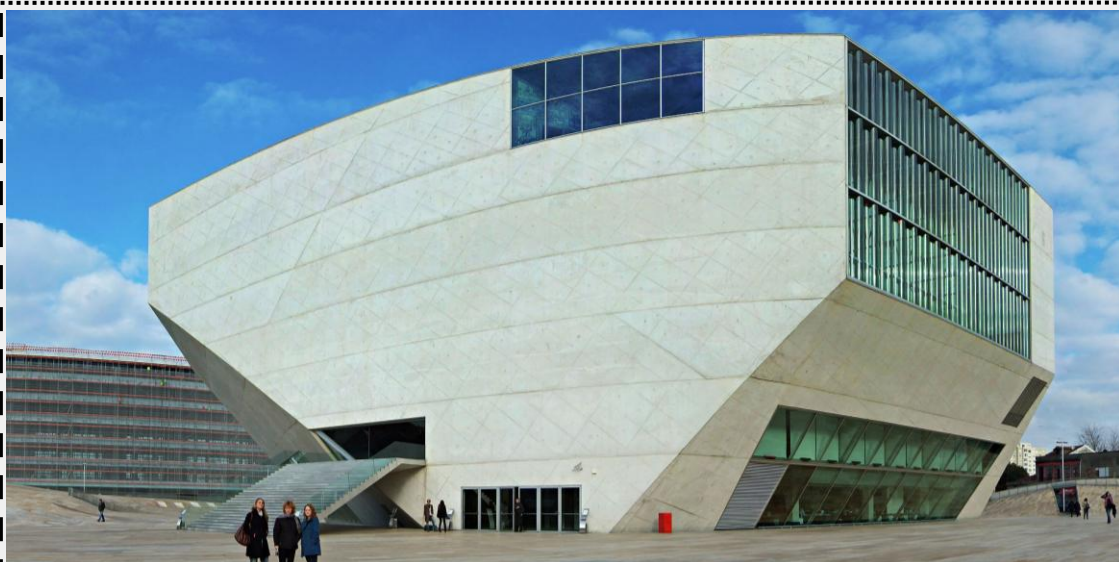
TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA



Autoría propia ANCORAXE



PEL



*OBSERVACIÓNS: Parte do edificado non consta de dobre pel, pero neste caso clasifícase deste modo, xa que é unha das características principais que destacan na obra e unha das razóns da súa referencia arquitectónica. A dobre pel está composta por muro cortina estrutural e vidros curvados fixos, co obxectivo de mellorar as características acústicas.

INFORMACIÓN XERAL

4

NOME: ESTACIÓN TREN ESTRASBURGO

ANO: 2007

AUTOR/ES: JEAN-MARIE DUTHILLEUL

FUNCIÓN: ESTACIÓN FERROCARRIL

LOCALIZACIÓN: ESTRASBURGO, FRANCIA

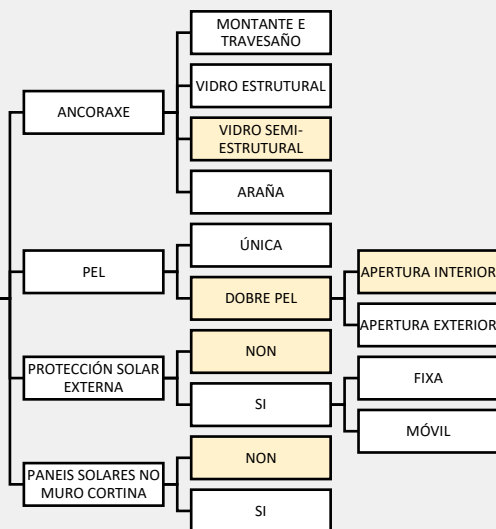
ALTURA (METROS): 18m

TIPO DE MURO CORTINA

STICK SYSTEM

UNIT SYSTEM

TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA



ANCORAXE



PEL



*OBSERVACIÓNS: A pel exterior, intervención realizada con sistema muro cortina, será a estudada para esta obra. Neste caso, non se establece como protección solar a segunda pel, posto que o motivo da súa implementación era a protección contra chuvias, e non contra a luz solar.

INFORMACIÓN XERAL

5

NOME: ÓPERA DE OSLO

ANO: 2008

AUTOR/ES: SNØHETTA

FUNCIÓN: ÓPERA

LOCALIZACIÓN: OSLO, NORUEGA

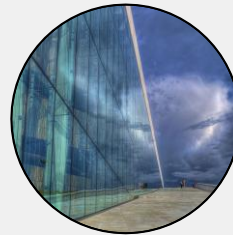
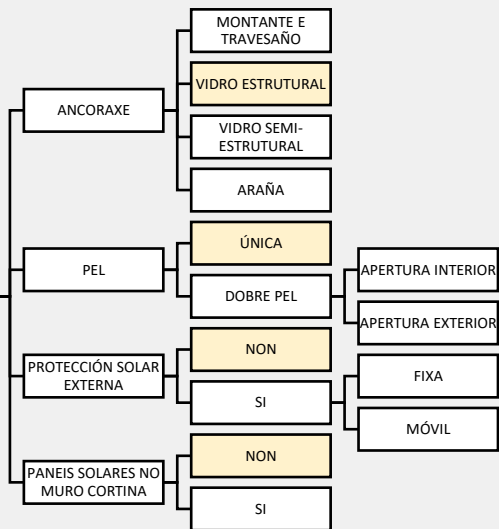
ALTURA (METROS): 26m

TIPO DE MURO CORTINA

STICK SYSTEM

UNIT SYSTEM

TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA



ANCORAXE



PEL



*OBSERVACIÓNS:

INFORMACIÓN XERAL

6

NOME: TORRE CEPESA

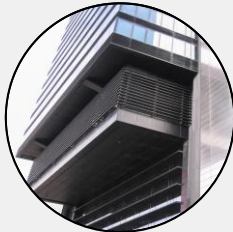
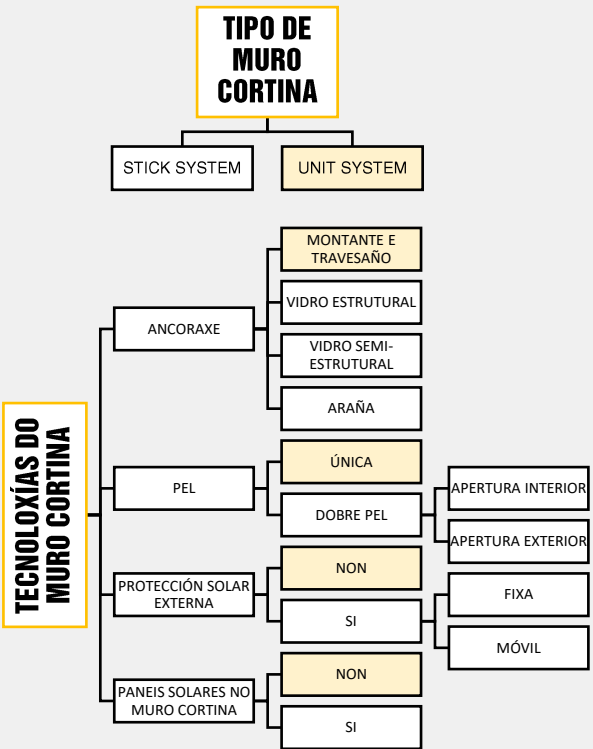
ANO: 2009

AUTOR/ES: NORMAN FOSTER

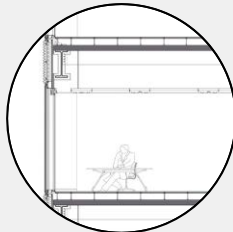
FUNCIÓN: OFICINAS

LOCALIZACIÓN: MADRID, ESPAÑA

ALTURA (METROS): 248m



ANCORAXE



PEL



*OBSERVACIÓNS: Está situada nun solar destinado á creación de catro torres de oficinas, unha delas descrita na seguinte ficha técnica. As dúas fachadas máis estreitas contan con luces que, segundo o día, recrean o motivo a celebrar; en situacións normais son vermellas, como publicidade visual do seu propietario, Cepsa.

INFORMACIÓN XERAL

7

NOME: TORRE DE CRISTAL

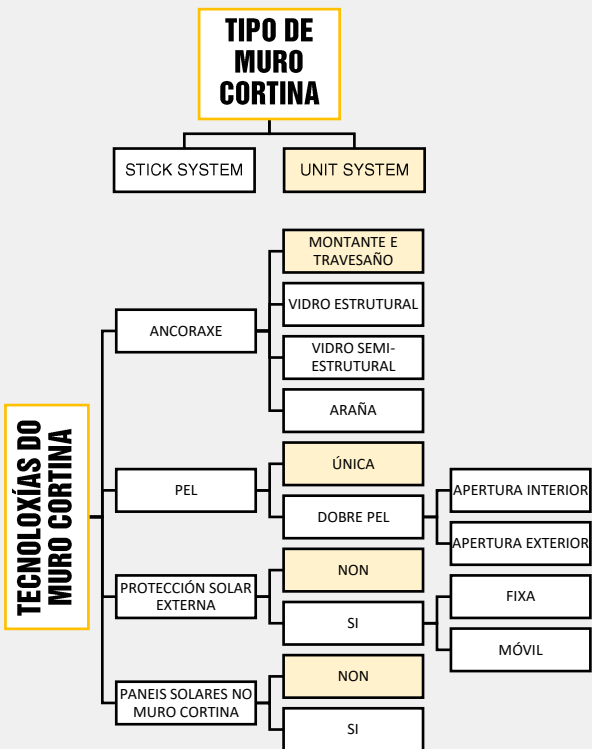
ANO: 2009

AUTOR/ES: CÉSAR PIRELLI

FUNCIÓN: OFICINAS

LOCALIZACIÓN: MADRID, ESPAÑA

ALTURA (METROS): 249m



ANCORAXE



PEL



*OBSERVACIÓNS:

INFORMACIÓN XERAL



NOME: HARPA CONCERT HALL

ANO: 2011

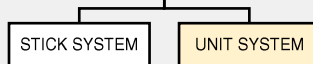
AUTOR/ES: HENNING LARSEN ARCHITECTS/
ÓLAFUR ELÍASSON

FUNCIÓN: MIXTO

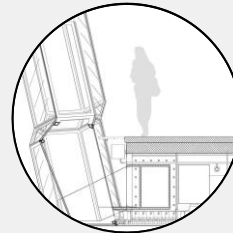
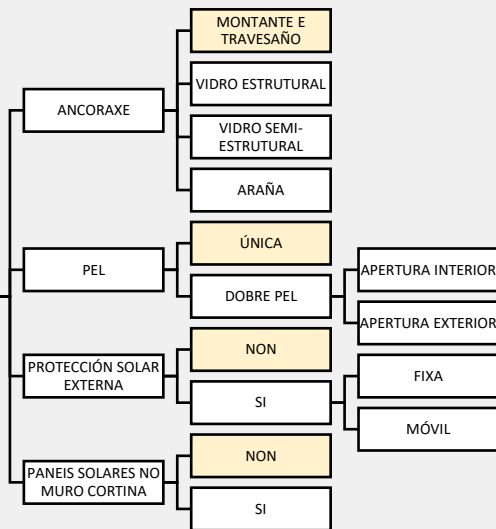
ALTURA (METROS): 43m

LOCALIZACIÓN: REYKJAVÍK, ISLANDIA

TIPO DE MURO CORTINA



TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA



ANCORAXE



PEL



*OBSERVACIÓNS: Este edificio combina varios usos, ademais de concertos, acolle un centro cultural e espazos para conferencias. Ten diferentes muro cortina ao longo da súa extensión, co mesmo tipo de ancoraxe, inda que o que se estudará será o de maior extensión, onde se xoga con diferentes ángulos, e que proporciona ese carácter único á obra.

INFORMACIÓN XERAL

9

NOME: RIVERSIDE MUSEUM

ANO: 2011

AUTOR/ES: ZAHA HADID

FUNCIÓN: MUSEO

LOCALIZACIÓN: GLASGOW, REINO UNIDO

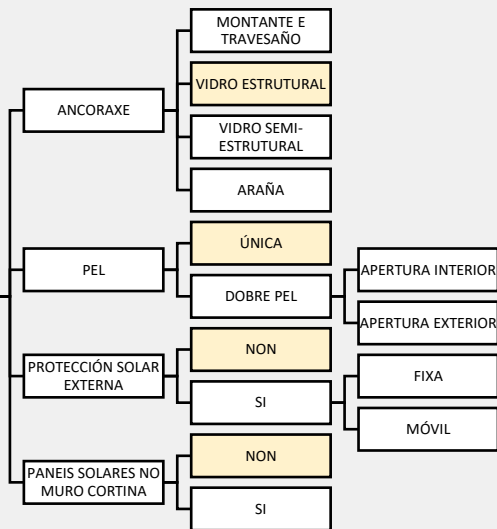
ALTURA (METROS): 36m

TIPO DE MURO CORTINA

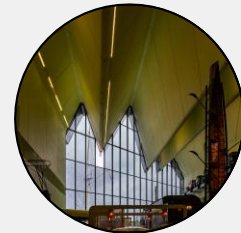
STICK SYSTEM

UNIT SYSTEM

TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA



ANCORAXE



PEL



*OBSERVACIÓNS:

INFORMACIÓN XERAL

10

NOME: THE SHARD

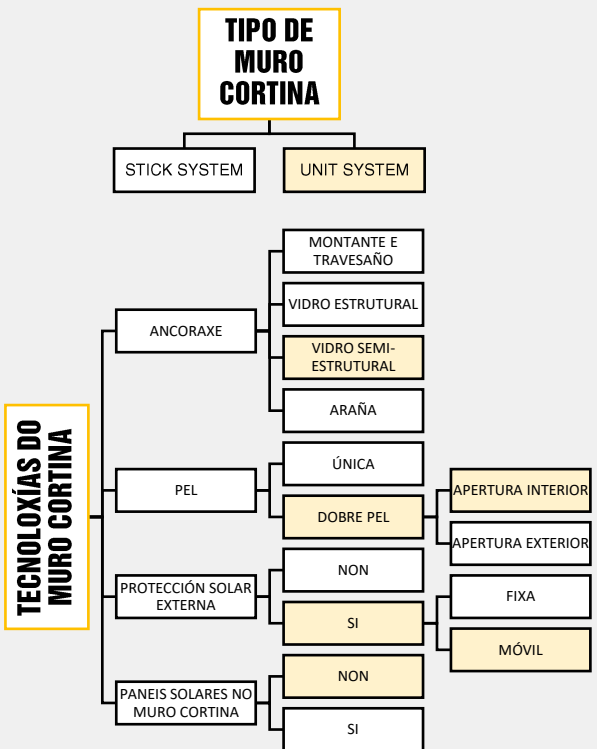
ANO: 2012

AUTOR/ES: RENZO PIANO

FUNCIÓN: MIXTA

LOCALIZACIÓN: LONDRES, REINO UNIDO

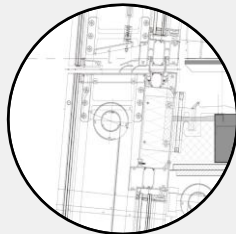
ALTURA (METROS): 310m



ANCORAXE



PEL



PROTECCIÓN SOLAR:
ESTORES E DOBRE PEL



*OBSERVACIÓNS: Trátase duns dos edificios de maior altura do mundo, e de maior relevancia en canto a sistema muro cortina en Europa. O muro cortina analizado será o exterior, sendo o interior con ancoraxe montante e travesaño, tamén unit system.

INFORMACIÓN XERAL

11

NOME: THE CRYSTAL

ANO: 2012

AUTOR/ES: WILKINSON EYRE

FUNCIÓN: MIXTA

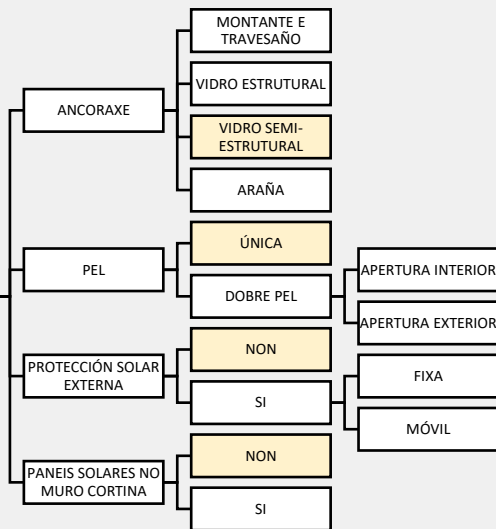
LOCALIZACIÓN: LONDRES, REINO UNIDO

ALTURA (METROS): 18m

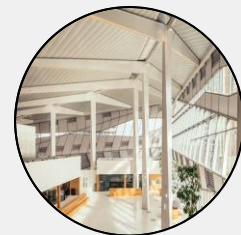
TIPO DE MURO CORTINA

STICK SYSTEM UNIT SYSTEM

TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA



ANCORAXE



PEL



*OBSERVACIÓNS: É considerado un dos edificios máis sostibles do momento. Neste caso, o muro cortina estudado é o da parte superior, onde se poden observar uns ancoraxes puntuais nas verticais, realizados en aceiro inoxidable, obtendo así uns apoios que proporcionan uns montantes “limpos,” e sen obstruccions visuais, dando unha imaxe uniforme

INFORMACIÓN XERAL

12

NOME: THE EDGE

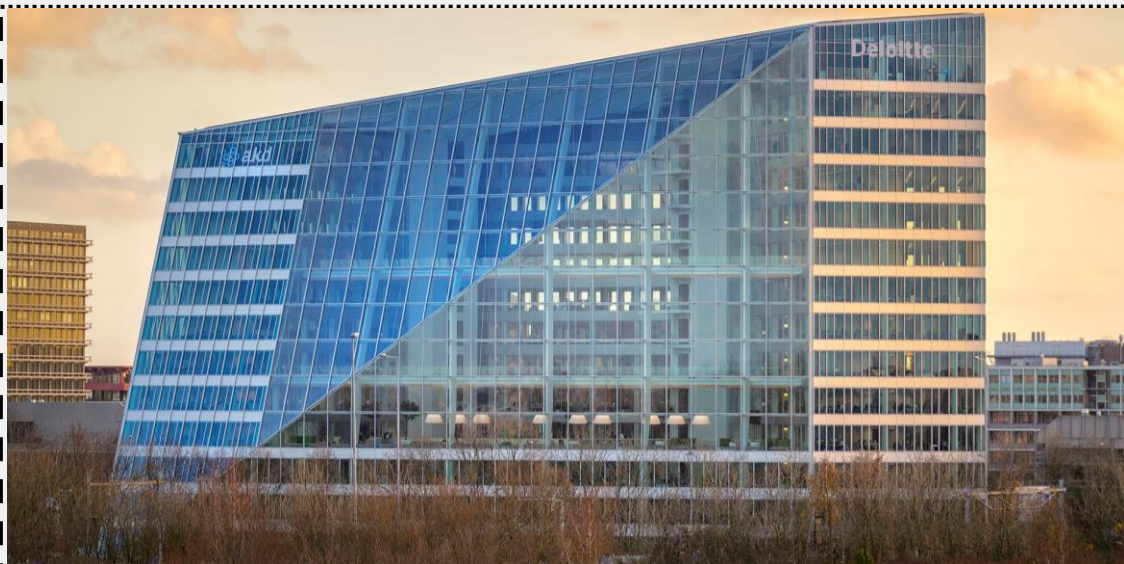
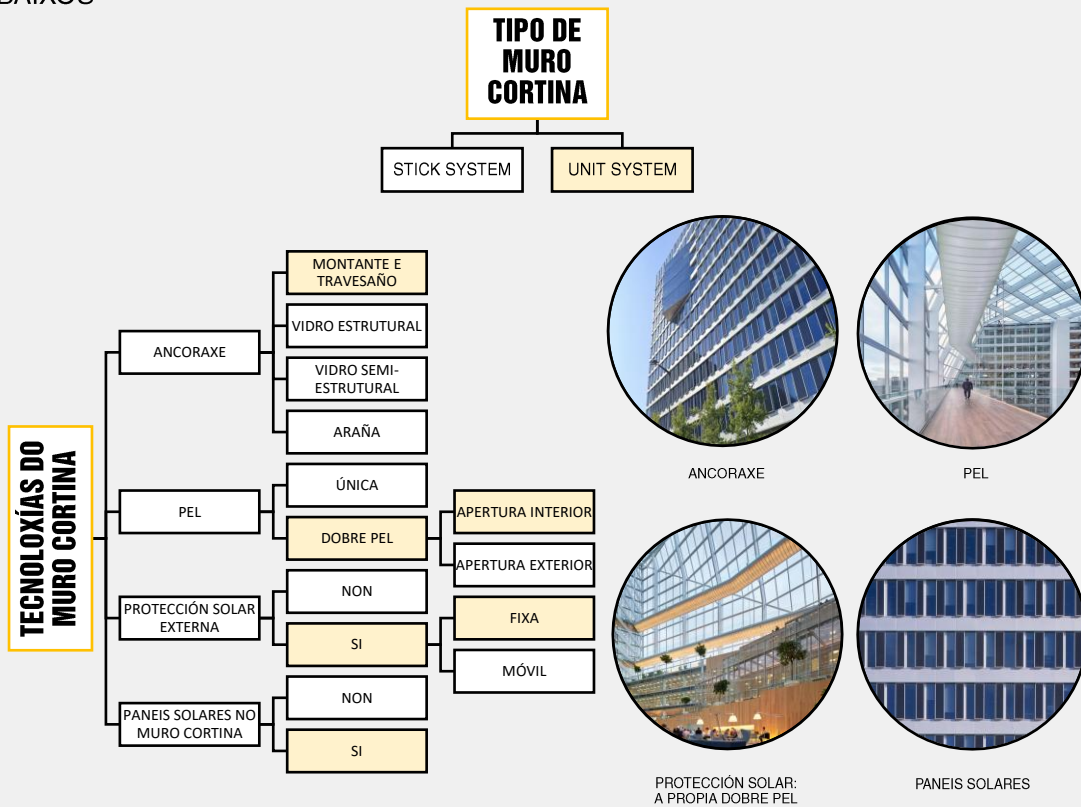
ANO: 2014

AUTOR/ES: PLP ARCHITECTURE

FUNCIÓN: OFICINAS

LOCALIZACIÓN: ÁMSTERDAM, PAISES
BAIXOS

ALTURA (METROS): 70m



*OBSERVACIÓNS: Considerado un dos edificios máis sostibiles do mundo, destaca pola súa integración eficiente de tecnoloxías renovables. A meirande parte da obra non conta cunha dobre pel, pero a súa presenza parcial permite clasificalo así, con paneis solares modulares integrados nas fachadas de maior exposición solar.

INFORMACIÓN XERAL

13

NOME: FUNDACIÓN LOUIS VUITTON

ANO: 2014

AUTOR/ES: FRANK GEHRY

FUNCIÓN: MUSEO-MIXTA

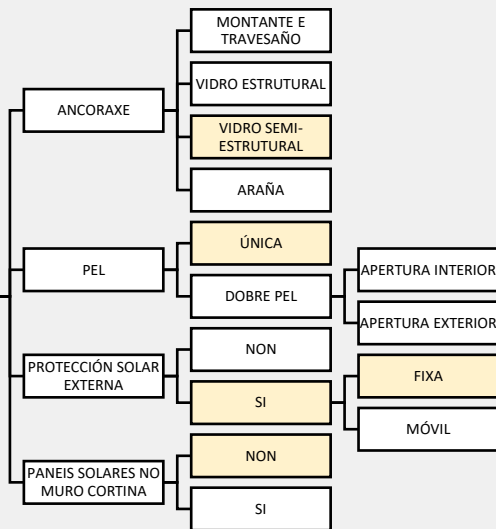
LOCALIZACIÓN: PARÍS, FRANCIA

ALTURA (METROS): 46m

TIPO DE MURO CORTINA

STICK SYSTEM UNIT SYSTEM

TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA



ANCORAXE



PEL



PROTECCIÓN SOLAR:
AS "VELAS" DE MURO CORTINA



*OBSERVACIÓNS: A pel exterior será a estudada neste caso, trátase dunhas denominadas "velas" que aportan o carácter singular a esta obra

INFORMACIÓN XERAL

14

NOME: TORRE INTESA SANPAOLO

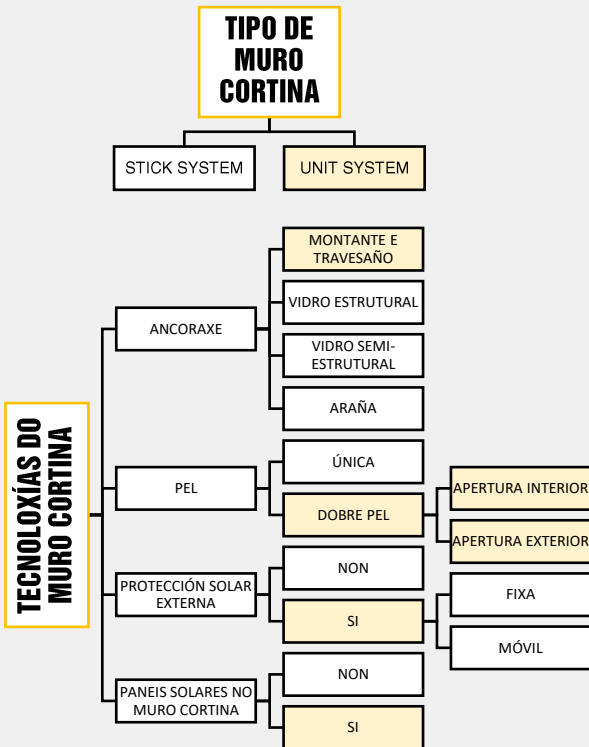
ANO: 2015

AUTOR/ES: RENZO PIANO

FUNCIÓN: OFICINAS

LOCALIZACIÓN: TURÍN, ITALIA

ALTURA (METROS): 166m



ANCORAXE



PEL



PANEIS SOLARES



*OBSERVACIÓNS: A pel estudada neste caso é a interior, posto que a exterior é soamente parcial. En canto a esta segunda pel, cabe destacar a súa clasificación dentro dos ancoraxes referidos, onde a de maior similitude é a semiestructural, tendo gran semellanza coa da Torre Glories do ano 2005 en Barcelona.

INFORMACIÓN XERAL

15

NOME: CENTRO CULTURAL FUNDACIÓN STAVROS NIARCHOS

ANO: 2016

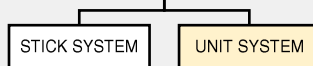
AUTOR/ES: RENZO PIANO

FUNCIÓN: MIXTA

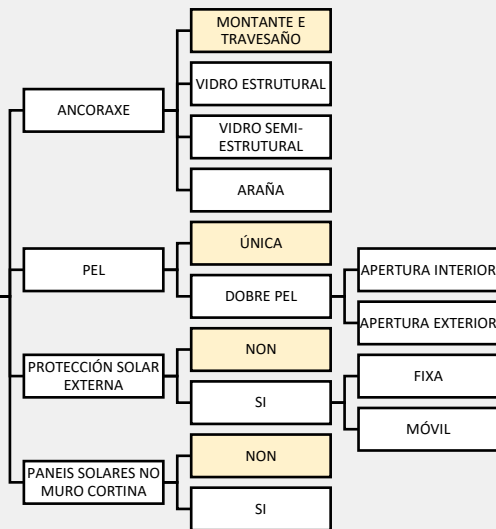
LOCALIZACIÓN: ATENAS, GRECIA

ALTURA (METROS): 35m

TIPO DE MURO CORTINA



TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA



ANCORAXE



PEL



*OBSERVACIÓNS: Esta obra alberga dous auditorios, ademais de ter un espazo adicado a una biblioteca. Posteriormente foron incorporados estores motorizados a este muro cortina, para poder combatir a luz solar.

INFORMACIÓN XERAL

16

NOME: BANCO CENTRAL DE IRLANDA

ANO: 2017

AUTOR/ES: HENRY J. LYONS

FUNCIÓN: BANCO

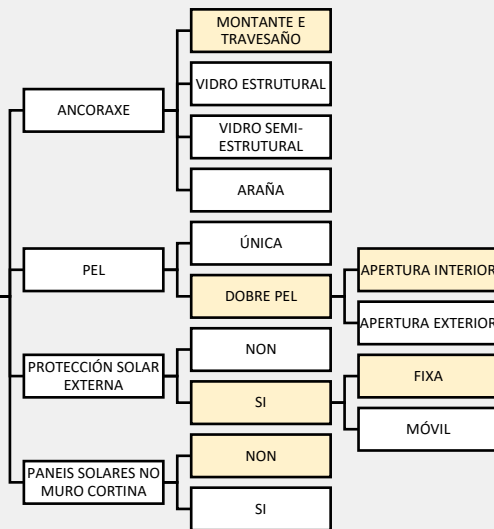
LOCALIZACIÓN: DUBLÍN, IRLANDA

ALTURA (METROS): 50m

TIPO DE MURO CORTINA

STICK SYSTEM UNIT SYSTEM

TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA



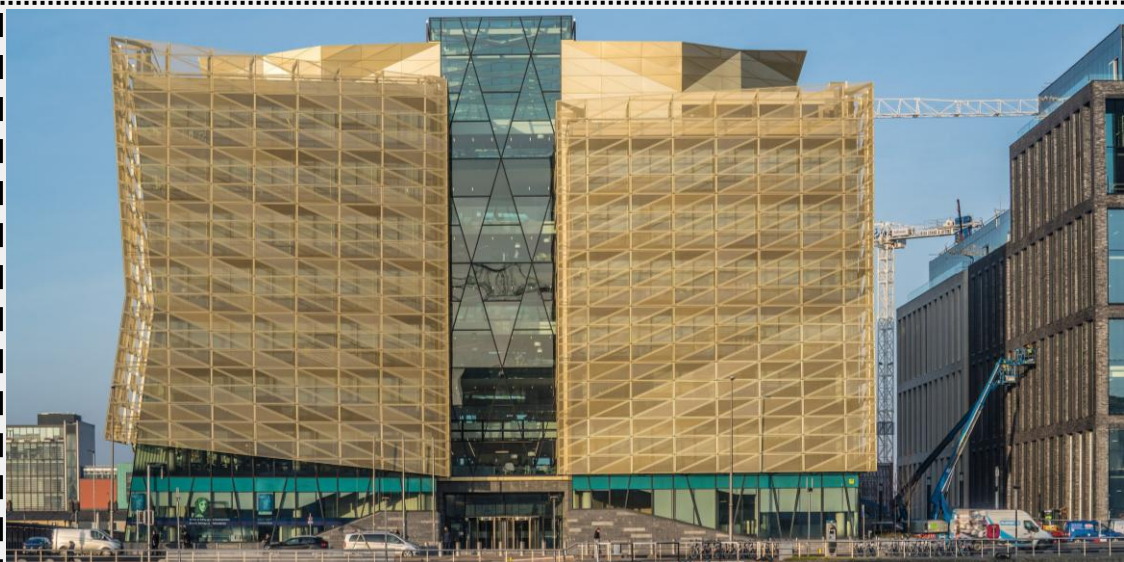
ANCORAXE



PEL



PROTECCIÓN SOLAR:
A PROPIA DOBRE PEL



*OBSERVACIÓNS: A pel analizada será a exterior, xa que é de maior influencia na visual global do edificio. Esta dobre pel adapta a súa ocupación ao longo da fachada segundo as necesidades da súa orientación. A pel interior comparte a mesma tipoloxía de ancoraxes.

INFORMACIÓN XERAL

17

NOME: ELBPILHARMONIE

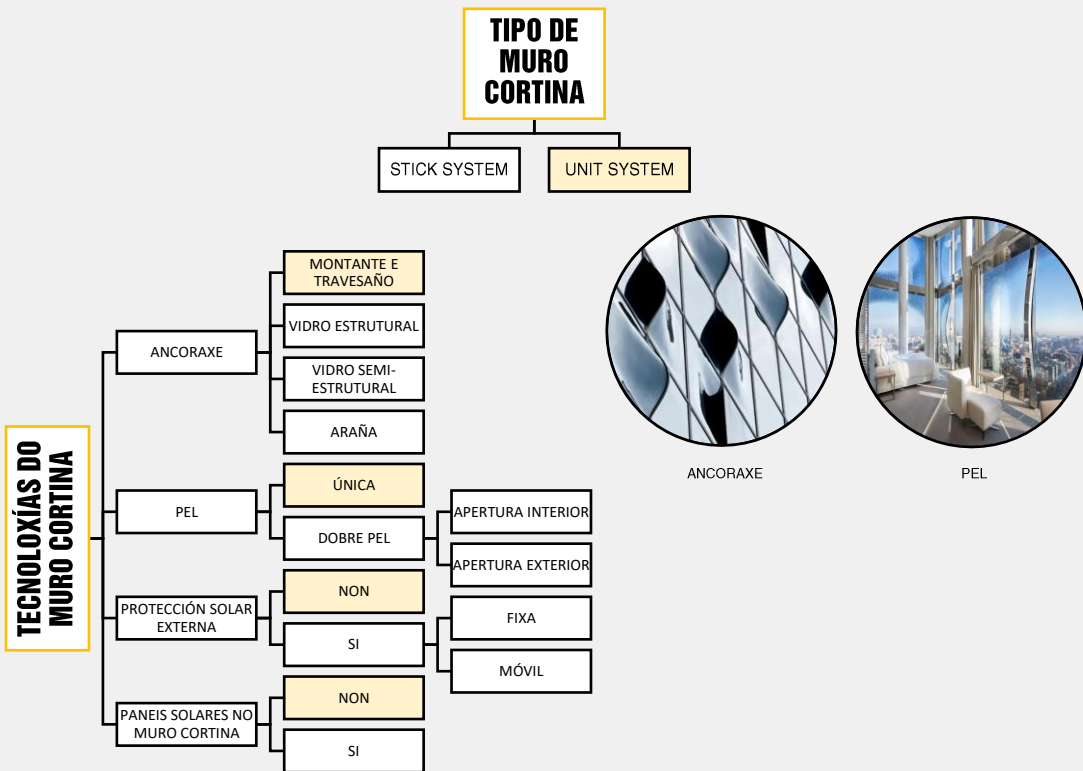
ANO: 2017

AUTOR/ES: HERZOG & DE MEURON

FUNCIÓN: MIXTA

LOCALIZACIÓN: HAMBURGO, ALEMANIA

ALTURA (METROS): 108m



*OBSERVACIÓNS: A obra consta de diversos muros cortina con distintos ancoraxes, destacando o estrutural en vidros ondulados na planta baixa. O muro cortina estudado é o de maior área, correspondente ás plantas superiores, cun deseño innovador que combina ondulacións e xanelas para facilitar a ventilación natural.

INFORMACIÓN XERAL

18

NOME: BIBLIOTECA CENTRAL OODI

ANO: 2018

AUTOR/ES: ALA ARCHITECTS

FUNCIÓN: BIBLIOTECA - MIXTA

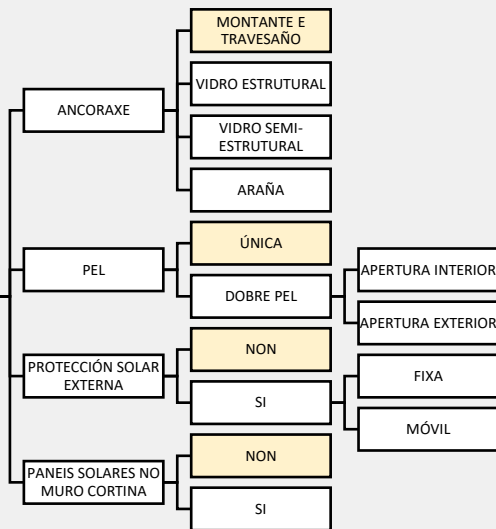
LOCALIZACIÓN: HELSINKI, FINLANDIA

ALTURA (METROS): 28m

TIPO DE MURO CORTINA

STICK SYSTEM UNIT SYSTEM

TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA



ANCORAXE



PEL



*OBSERVACIÓNS: O muro cortina analizado será o da parte superior do edificio, tratándose do máis complexo e extenso da obra. Este edificio a parte do seu uso maioritario como biblioteca, consta de partes adicadas a cine, café-restaurante e zonas infantís, entre outros, mostrando un claro uso mixto.

INFORMACIÓN XERAL

19

NOME: TOUR SAINT-GOBAIN

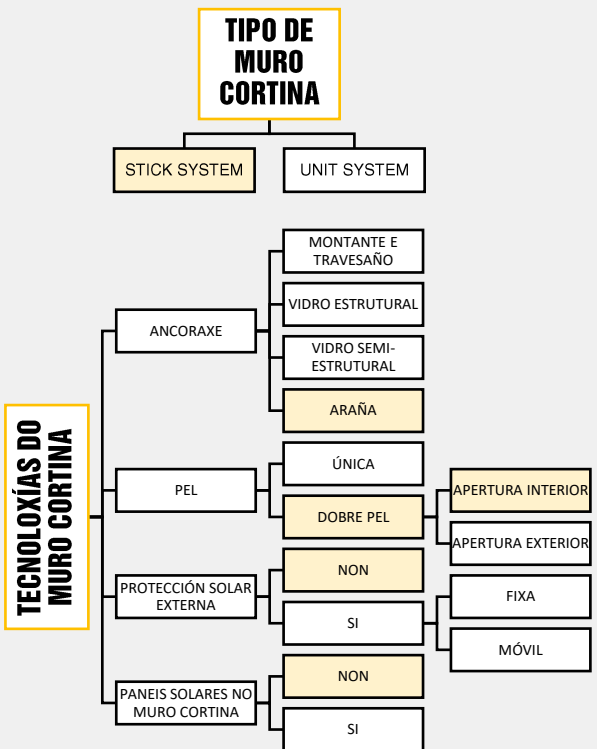
ANO: 2020

AUTOR/ES: VALODE&PISTRE

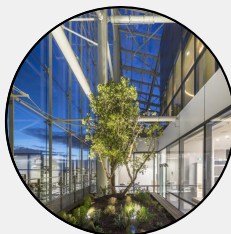
FUNCIÓN: OFICINAS

LOCALIZACIÓN: PARÍS, FRANCIA

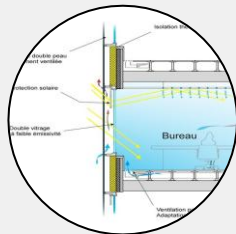
ALTURA (METROS): 165m



ANCORAXE



PEL



PROTECCIÓN SOLAR:
DOBRE PEL + ESTORES
VENECIANOS



*OBSERVACIÓNS: Nesta investigación analizáronse os muros cortina das zonas inferior e superior do edificio, elementos clave no deseño singular. O muro cortina da pel interior é de tipo stick, con ancoraxe de montante e travesaño, mentres que no resto do edificio, predominante na estrutura, é do tipo unit, tamén con ancoraxe de montante e travesaño.

INFORMACIÓN XERAL

20

NOME: THE CUBE

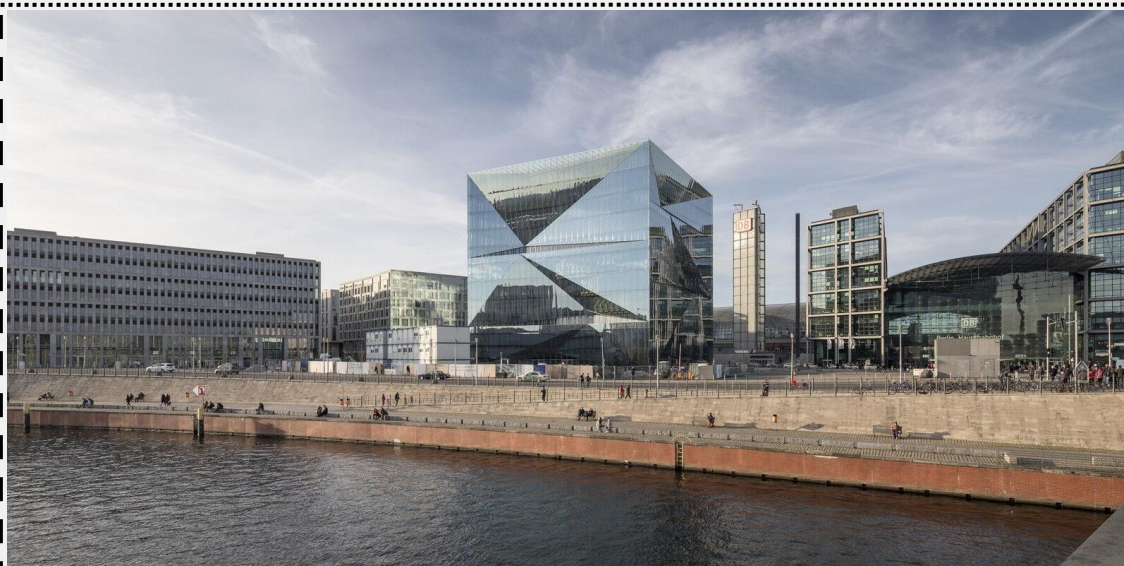
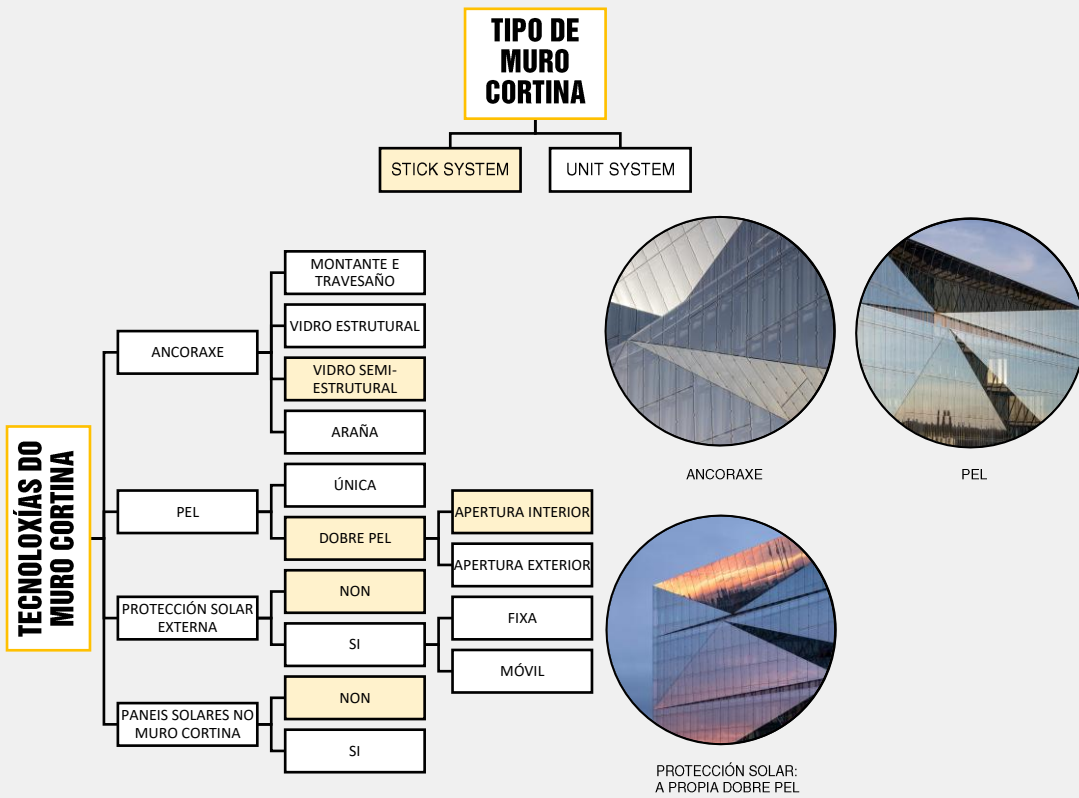
ANO: 2020

AUTOR/ES: 3XN ARCHITECTS

FUNCIÓN: OFICINAS-MIXTA

LOCALIZACIÓN: BERLÍN, ALEMANIA

ALTURA (METROS): 42m



*OBSERVACIÓNS: A pel tratada é a exterior, posto que é a que ofrece a estética final á obra. En canto á interior, é dun ancoraxes diferente, sendo este montante e travesaño. A súa construción foi motivada pola búsqueda de espazos de traballo conxuntos para traballos vangardistas, requirindo novas características.

NOME: TOUR ALTO

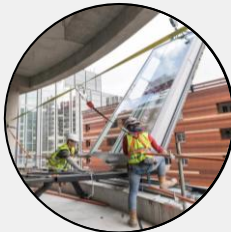
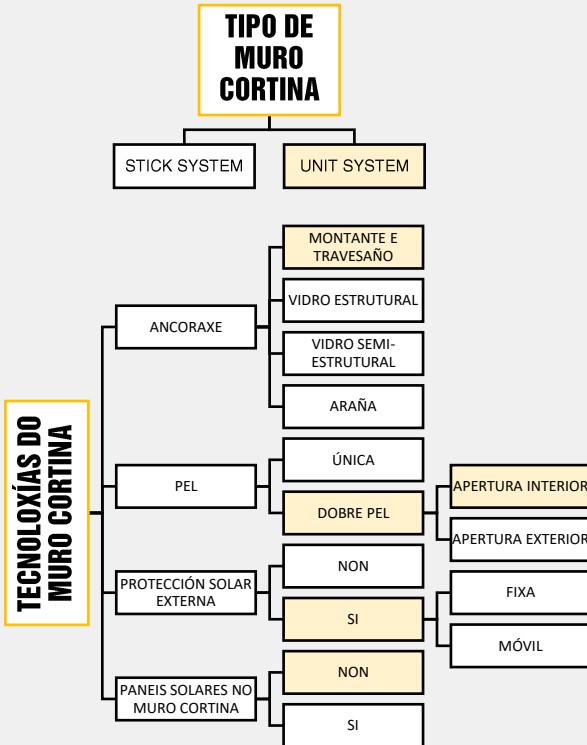
ANO: 2020

AUTOR/ES: SRA ARCHITECTES /
IF ARCHITECTES

FUNCIÓN: OFICINAS

LOCALIZACIÓN: PARÍS, FRANCIA

ALTURA (METROS): 150m



ANCORAXE



PEL



PROTECCIÓN SOLAR:
A PROPIA DOBRE PEL

*OBSERVACIÓNS: Neste caso, ambas capas da fachada soportan a mesma tipoloxía e ancoraxe.

INFORMACIÓN XERAL

22-a

NOME: TOURS DUO (A)

ANO: 2021

AUTOR/ES: JEAN NOUVEL

FUNCIÓN: MIXTA

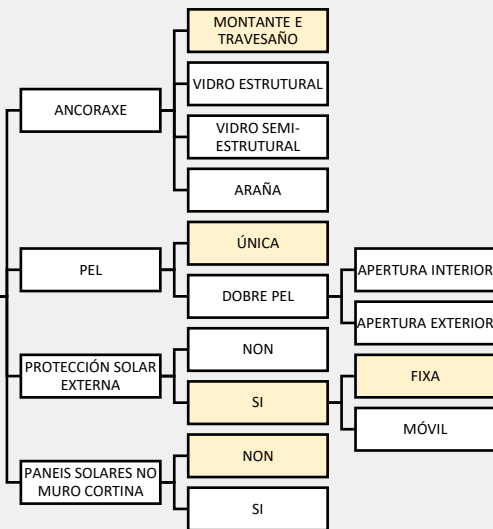
LOCALIZACIÓN: PARÍS, FRANCIA

ALTURA (METROS): 122m

TIPO DE MURO CORTINA

STICK SYSTEM UNIT SYSTEM

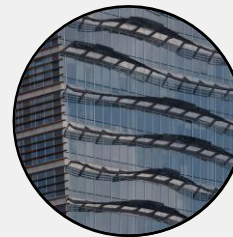
TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA



ANCORAXE



PEL



PROTECCIÓN SOLAR LÁMINAS HORIZONTAIS



*OBSERVACIÓNS: Consideramos que o edificio pode ser clasificado como tendo unha única pel, dado que a parte superior non presenta un carácter innovador significativo que xustifique a súa inclusión como elemento diferenciador. Ademais, en comparación coa proporción total do edificio, a sección superior con dobre pel representa unha porcentaxe moi reducida.

INFORMACIÓN XERAL

22-B

NOME: TOURS DUO (B)

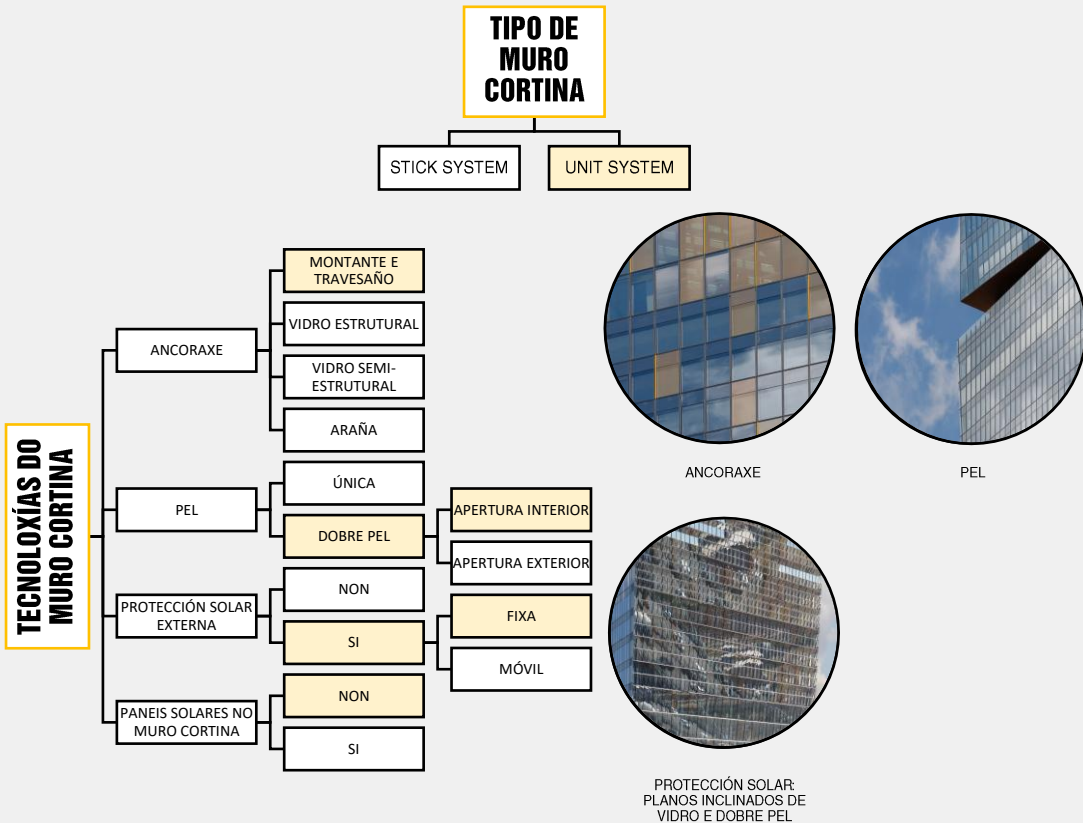
ANO: 2021

AUTOR/ES: JEAN NOUVEL

FUNCIÓN: MIXTA

LOCALIZACIÓN: PARÍS, FRANCIA

ALTURA (METROS): 180m



*OBSERVACIÓNS:

4. CASOS DE ESTUDO.

CONTRIBUTOS



4.1. SELECCIÓN E ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO

O presente estudo basearase na análise de catro edificios representativos, seleccionados en función das diferentes tipoloxías de ancoraxe do muro cortina. A elección deste número, aínda que pouco habitual debido á tendencia a empregar mostras impares en estudos comparativos, responde á intención de abranguer a totalidade das categorías de ancoraxe existentes neste sistema construtivo.

Non serán considerados elementos de protección solar non perceptibles a simple vista, coma a protección solar integrada en vidros ou outras solucións análogas. Deste modo, os edificios escollidos para este estudo de casos son os seguintes:

- Semiestructural: The Shard.
- Araña: Tour Saint-Gobain.
- Montante e travesaño: Elbphilharmonie.
- Estrutural: Casa da Música.

A selección destes edificios responde á ampla dispoñibilidade de información técnica sobre os mesmos, garantindo así unha análise rigorosa e fundamentada.

O estudo de cada caso estrutúrase en torno a catro aspectos clave:

- Integración coa contorna: Avaliarase a relación do edificio co seu contexto urbano e paisaxístico.
- Control solar: Analizaranse as estratexias empregadas para a regulación da radiación solar e o confort térmico.
- Integración de tipoloxías e tecnoloxías do muro cortina: Examinarase como se combinan e aplican os diferentes sistemas dentro de cada edificación.
- Adaptabilidade e flexibilidade do muro cortina: Valorarase a capacidade do sistema para responder a distintas necesidades funcionais e arquitectónicas.

Finalmente, como resultado da análise comparativa destes catro edificios, elaborarase unha reflexión conxunta que permita extraer conclusións xerais sobre o comportamento dos distintos sistemas de ancoraxe. Este proceso permitirá identificar patróns, vantaxes e limitacións de cada tipoloxía, proporcionando unha visión crítica sobre a súa aplicabilidade en función de factores como a contorna, as condicións climáticas ou os requisitos funcionais do proxecto arquitectónico.

THE SHARD



NOME: THE SHARD

AÑO: 2012

AUTOR/ES: RENZO PIANO

FUNCIÓN: MIXTA

LOCALIZACIÓN: LONDRES, REINO UNIDO

ALTURA (METROS): 310m

☒ INTEGRACIÓN COA CONTORNA

The Shard, tamén coñecido como The Shard at London Bridge, é unha das estruturas máis emblemáticas de Londres, non só pola súa altura, que o converte no edificio máis alto do Reino Unido, senón tamén pola súa relevancia urbana e arquitectónica. Proxectado polo prestixioso arquitecto italiano Renzo Piano e finalizado en 2012, este rañaceo redefine a silueta da cidade grazas á súa forma esvelta e angular. Situado na ribeira sur do Támesis, o edificio establece unha conexión directa coa trama urbana, localizándose fronte ao Guy's Hospital e conectándose directamente coa estación de tren de London Bridge, unha das principais infraestruturas de transporte da capital británica.

Antes da construción de The Shard, a zona presentaba unha estrutura urbana marcada pola fragmentación do tecido urbano e pola presenza de espazos degradados e sen uso definido. A área circundante á estación de London Bridge destacaba polo seu carácter funcional, dominada por instalacións ferroviarias e edificios de pouca altura, sen unha verdadeira continuidade entre as diferentes partes do barrio. Esta falta de cohesión urbana xeraba espazos sen identidade, co predominio de zonas de paso sen atractivo visual nin posibilidades de uso social. A chegada de The Shard impulsou unha profunda transformación, contribuíndo a revitalizar o barrio e consolidar esta área coma un importante núcleo de actividade económica e social.

É importante destacar que The Shard xogou tamén un papel clave na conexión entre as dúas beiras do río Támesis. Tradicionalmente, a zona norte do río, especialmente a denominada City of London, concentrou a maioría dos edificios altos e os principais centros financeiros e corporativos da cidade. Mentres tanto, a ribeira sur mantivo un carácter máis residencial e industrial, cunha presenza limitada de grandes infraestruturas ou proxectos urbanísticos de gran escala. A construción de The Shard simbolizou un cambio de paradigma, transformando a ribeira sur nun polo de atracción económica e reforzando a idea de que esta parte de Londres podía ser un destino atractivo para empresas e proxectos innovadores.

A integración do edificio coa modernización e ampliación da estación de London Bridge, cuxas obras comezaron en 2012, coincidindo coa finalización de The Shard, e concluíron en 2018, mellorou significativamente a conectividade entre ambas as dúas zonas. Esta renovación facilitou o tránsito peonil e vehicular, consolidando esta área como un nó urbano estratéxico e creando un espazo público máis accesible e cohesionado.



Ilustración 49: Londres 2008



Ilustración 50: Londres 2013



Ilustración 51: Londres 2018

Como se pode observar nas imaxes presentadas, a transformación nas dúas ribeiras do río Támesis nas últimas décadas é significativa. A construción de The Shard marcou un punto de inflexión no desenvolvemento urbano de Londres, especialmente na zona sur do río. Desde a súa construción, a área experimentou un crecemento notable, introducindo novos usos urbanos e proxectos que dinamizaron o barrio. The Shard actuou como catalizador, poñendo en valor o potencial da zona sur e favorecendo a incorporación de novas funcións, como oficinas e espazos comerciais.

A ribeira norte do río Támesis concentra tradicionalmente a maioría das edificacións en altura e os principais centros financeiros e comerciais de Londres. A esta parte da cidade adóitanselle asociar os principais núcleos empresariais e as grandes infraestruturas, mentres que a ribeira sur mantivo un carácter máis residencial e industrial, cunha menor densidade de edificacións. A chegada de The Shard á zona sur contribuíu a cambiar esta dinámica, creando un novo referente que dinamizou a contorna e favoreceu a introdución de proxectos innovadores, facendo desta zona un espazo máis competitivo e atractivo para empresas e outras funcións urbanas.

Unha vez analizadas as imaxes aéreas que ilustran a evolución do paisaxe urbano e a súa transformación no paso do tempo, resulta esencial tamén considerar a perspectiva a pé de rúa, que ofrece unha visión máis detallada e realista da integración do edificio coa súa contorna inmediata. As fotografías presentadas permiten apreciar como The Shard se insire no tecido urbano da cidade, mostrando como interactúa cos espazos públicos circundantes e as infraestruturas existentes. A observación da escala humana e a relación do edificio co espazo público son fundamentais para comprender o impacto real que ten sobre o entorno. Neste sentido, os elementos clave que facilitan a conexión de The Shard coa súa contorna inclúen a accesibilidade aos espazos ao redor, os elementos de urbanización que favorecen o tránsito peonil e a integración de novos espazos públicos que melloran a conectividade entre o edificio e o resto da cidade.

Un aspecto importante que se debe abordar na análise é a maneira en que o edificio se adapta ás variacións de cota do terreo. O estudo das diferentes cotas e a súa interacción coa estación de tren e as estradas circundantes permite comprender mellor como se resolven as transicións entre os distintos niveis e como estas diferencias de altura foron utilizadas para mellorar a accesibilidade. Neste contexto, tamén resulta relevante analizar como o edificio se integra coa infraestrutura ferroviaria existente, especialmente coas entradas á estación e como os espazos públicos ao redor contribúen a consolidar a súa posición como un nodo urbano estratéxico



Ilustración 52: Integración entre alturas do The Shard. Autoría propia



Ilustración 53: Integración diferentes niveis do The Shard e estación London Bridge

Neste caso, obsérvase a integración do edificio coa topografía marcada por dúas alturas diferenciadas no terreo. Esta conexión resólvese mediante unhas escadas mecánicas, que funcionan como elemento clave para unificar e integrar o conxunto tanto de forma horizontal como vertical. A cota inferior, situada a ras de chan, alberga á esquerda das escadas unha das principais entradas á estación de tren de London Bridge, facilitando un acceso fluído entre o espazo público e a infraestrutura ferroviaria.

Ademais de ser unha das entradas á estación, esta zona dá acceso directo á área de venda de billetes para o miradoiro situado na parte superior de The Shard. Desde a zona de vendas, os visitantes poden dirixirse aos elevadores que os levan directamente ás plantas superiores, onde se atopa a plataforma de observación. Este punto de conexión fai que a experiencia para os usuarios sexa clara e funcional, centralizando o acceso tanto para viaxeiros como para turistas.

As escadas mecánicas, xunto co acceso á área de vendas de billetes, non só garantizan unha transición suave entre os diferentes niveis do terreo, senón que tamén contribúen a integrar os múltiples usos do edificio, consolidando a relación entre espazo público, servizos de transporte e atraccións turísticas. En definitiva, a disposición e funcionamento destas conexións melloran a accesibilidade e a interacción entre os diferentes espazos, facilitando o tránsito e facendo máis eficiente a experiencia tanto para os usuarios como para os visitantes.



Ilustración 55: Integración coa rúa do The Shard. Autoría propia

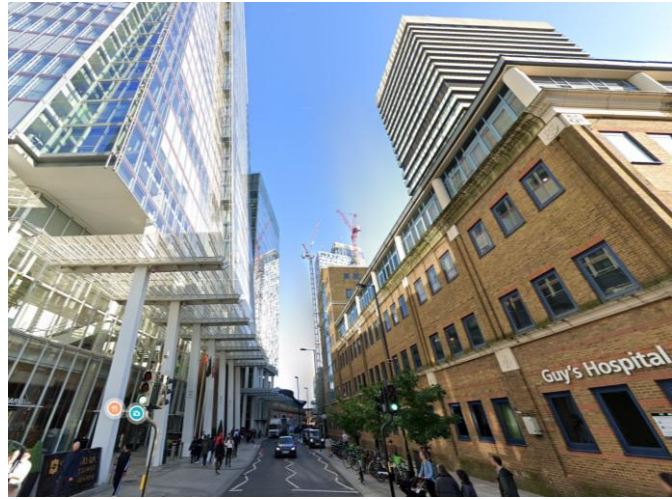


Ilustración 54: Integración do The Shard coa rúa e o Guy's Hospital

Débese tamén, analizar a relación do edificio coa contorna inmediata. A vía que transita fronte a The Shard é unha rúa de sentido único, limitada a vehículos que acceden ás distintas edificacións situadas na zona, como o propio edificio, a estación de tren de London Bridge ou o hospital que se atopa nas proximidades. Debido a isto, a intensidade do tráfico vehicular na área non é elevada, permitindo que o espazo se distinga por unha maior presenza peonil.

Este carácter predominante da zona peonil tamén se reflicte na parte inferior do edificio, onde se pode observar a implementación de pilares metálicos que, ademais de soportar a estrutura, permiten crear unha sensación de maior apertura visual no espazo público circundante. Estes pilares favorecen a circulación de luz natural ao longo da beirarrúa.

Este espazo aberto baixo o edificio non só favorece a integración visual do conxunto co entorno, senón que tamén serve como un acceso previo para os usuarios de diferentes usos comerciais e servizos que alberga a obra, mellorando a conectividade entre os diversos espazos e a vida urbana do barrio.

É importante sinalar que fronte a The Shard se atopa o hospital Guy's Hospital, un dos centros médicos máis importantes de Londres. A súa presenza na área, xunto ao contraste co propio edificio, destaca a diferenza de usos e funcións no barrio. A diferenza material entre The Shard e o hospital tamén resalta esta distinción. Esta contrastada diferenza de materiais e estilos fai que a distinción entre ambos os edificios sexa inmediata, favorecendo a identidade única de cada un e destacando as distintas funcións urbanas que representan no contexto máis amplo da cidade.



Ilustración 57: Integración coa estación de tren a sueste do The Shard. Autoría propia



Ilustración 56: Integración detallada coa estación de tren a sueste do The Shard. Autoría propia

Neste caso, a integración coa estación de tren situada ao sueste da área realízase mediante un elemento unificador clave: un muro convencional de ladrillo, un material característico da arquitectura británica. Este muro de ladrillo non só serve como unha solución estrutural, senón que tamén actúa como un punto de conexión visual e simbólica entre a estación e a propia edificación de The Shard. A súa presenza crea un lazo físico e estético entre as dúas obras, favorecendo unha transición fluída e coherente entre os espazos urbanos que as rodean.

Na parte superior da estación, incorpóranse elementos acristalados, que melloran a relación visual entre as dúas estruturas, xa que permiten a permeabilidade da luz natural e ofrecen unha sensación de ligereza e apertura. Este uso de cristal, ao igual que na propia torre, achega un contraste moderno e dinámico co muro de ladrillo, mantendo unha harmonización co contexto urbano existente. A través desta estratexia, intégranse os distintos estilos arquitectónicos e materiais, logrando que as dúas obras se complementen, respecten o seu contorno e favorezan a continuidade no tecido urbano da zona.



Ilustración 59: Integración coa estación de tren a Norte do The Shard. Autoría propia



Ilustración 58: Integración detallada coa estación de tren a Norte do The Shard. Autoría propia

A integración entre as dúas obras resulta especialmente eficaz debido á fluidez e coherencia que se logra entre elas. Existen diversos elementos que favorecen a unificación das estruturas, permitindo que se perciban como un conxunto cohesionado, e non coma dous elementos illados. O principal mecanismo de integración é o uso do muro cortina, de ancoraxe mediante montantes e travesaños, que conecta ambas obras ao nivel da súa intersección. Este recurso non só establece unha continuidade física entre as estruturas, senón que tamén asegura unha percepción visual unificada, evitando que as obras se vexan como entidades separadas.

Ademais, os motivos gráficos empregados para identificar os diferentes espazos nas dúas estruturas seguen un criterio común en termos de tipoloxía, cor e tamaño das letras, o que proporciona unha homoxeneidade visual entre ambas as intervencións. Esta uniformidade contribúe a reforzar a cohesión estética e funcional do conxunto arquitectónico, favorecendo a súa comprensión como un sistema único.

Outro aspecto clave na integración é o uso de paneis de vidro tintado dispostos horizontalmente na parte superior das estruturas. Estes elementos cumpren varias funcións: por unha banda, permiten un control solar eficaz nos espazos interiores, protexendo os usuarios da incidencia directa da luz, e por outra, crean espazos ao aire libre cubertos, que ofrecen refuxio contra as inclemencias do tempo. A implementación destes elementos de forma coherente entre as obras refuerza a continuidade espacial e mellora a conectividade visual e funcional entre os diferentes elementos do conxunto, logrando unha integración máis efectiva e harmoniosa.



Ilustración 60: "Praza" a Norte do The Shard

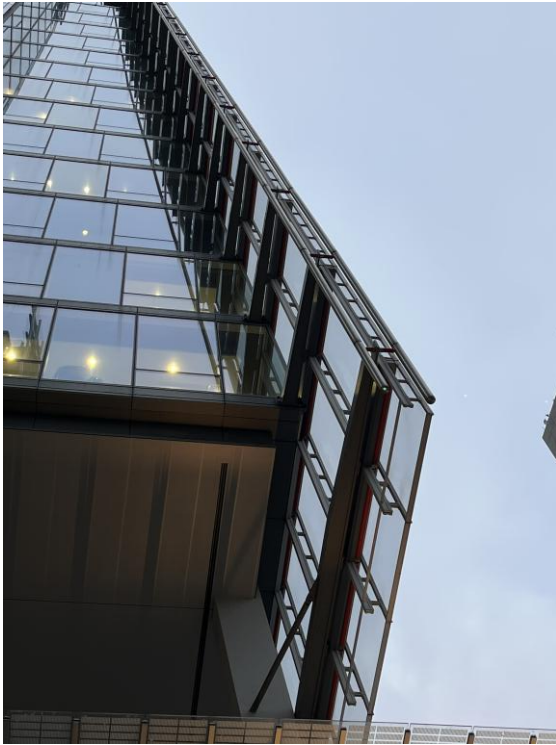
Un aspecto relevante desta integración é que o espazo público situado entre The Shard e a estación de tren London Bridge está deseñado principalmente como unha praza de paso, conxugando mobilidade fluída e funcionalidade. A súa distribución prioriza a circulación de peóns, sen elementos que poidan interromper o paso, como bancos ou mobiliario urbano de grandes dimensións. Esta decisión busca garantir que o espazo se manteña libre de aglomeracións, permitindo que os usuarios transiten sen dificultades entre o edificio e a estación.

A praza serve como un espazo de transición funcional entre dúas grandes infraestruturas da cidade, facendo posible que os usuarios se desplacen rapidamente de un punto a outro sen perder tempo ou ter que sortear obstáculos. Esta solución xira en torno á creación dun espazo accesible e sinxelo, favorecendo un fluxo de persoas constante, pero evitando que a zona se converta nun lugar de permanencia. Deste xeito, a praza contribúe á conectividade entre as áreas, pero tamén mantén a súa función como un pasaxe rápido e directo entre a estación e The Shard.

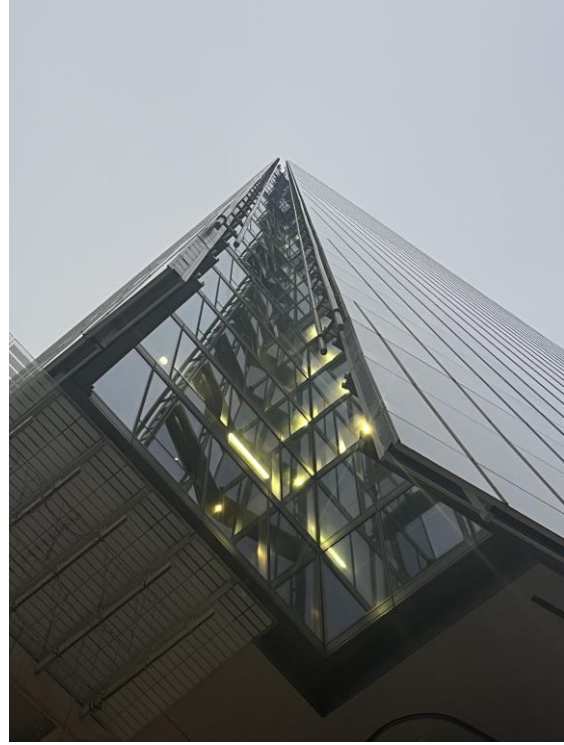
Así, podemos concluír que a integración de The Shard coa súa contorna urbana foi eficaz, mellorando a conectividade e accesibilidade entre os espazos da cidade. O edificio inseriuse harmoniosamente no tecido urbano, actuando como motor de transformación na zona sur do río Támesis. Priorízase o tránsito peonil e a unión coa estación de tren de London Bridge, facilitando a mobilidade e mellorando a cohesión do barrio. O deseño favorece un fluxo fluído de persoas, creando un entorno accesible e dinámico.

☒ CONTROL SOLAR

Debido á súa orientación noroeste-sureste, The Shard precisa de sistemas de control solar eficientes en todas as súas fachadas para garantir o confort térmico e reducir a incidencia directa da radiación solar.



*Ilustración 61: Dobre pel do The Shard.
Autoría propia*



*Ilustración 62: Dobre pel, canto do
The Shard. Autoría propia*

Para acadar este obxectivo, o deseño do edificio incorpora unha solución baseada na construción de dúas peles ou fachadas superpostas. Esta configuración permite a creación dunha cámara de aire intermedia que facilita a ventilación natural e actúa como un regulador térmico pasivo, minimizando as ganancias de calor nos meses máis cálidos e mellorando o illamento nos meses máis fríos.

Ademais de mellorar a eficiencia enerxética, este sistema contribúe á protección solar sen sacrificar a entrada de luz natural, un elemento clave na concepción arquitectónica do edificio. A capa exterior de vidro confire unha imaxe moderna e lixeira, ao tempo que garante unha correcta regulación climática e unha maior durabilidade das estruturas internas. Desta maneira, The Shard combina funcionalidade e estética, respondendo ás esixencias climáticas e ás necesidades de sustentabilidade urbana.



Ilustración 64: Estores motorizados entre ambas peles do The Shard. Autoría propia

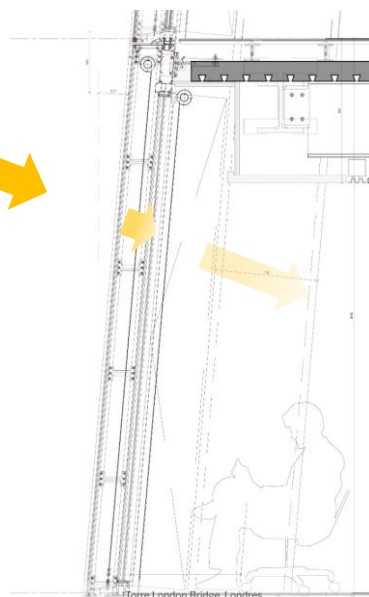


Ilustración 63: Corte + esquemas de autoría propia do The Shard

Instálanse estores motorizados tanto entre as dúas peles de vidro como, nalgúns casos, no interior da pel interna. Nas áreas visitables polo público, como a planta de venda de billetes e as plantas 68-72 do miradoiro, só é visible o estor situado entre peles. A incorporación de dous sistemas responde á necesidade de cubrir funcións diferenciadas. Os estores exteriores actúan como unha barreira térmica, reducindo a radiación solar e controlando o sobrequeamento, o que mellora a eficiencia enerxética do edificio.

Pola súa parte, os estores interiores teñen como obxectivo optimizar o confort dos usuarios mediante o control da luz natural e a protección contra o deslumbramento directo, especialmente importante en espazos de traballo ou de longa permanencia.

A implementación destes estores motorizados permite obter diferentes condicións segundo a hora do día ou as esixencias concretas de cada momento, garantindo unha iluminación e un confort térmico axustados a cada situación, sen comprometer a estética interior do edificio. Ambos sistemas funcionan de maneira complementaria, asegurando unha integración óptima entre funcionalidade, eficiencia e calidade do espazo interior.

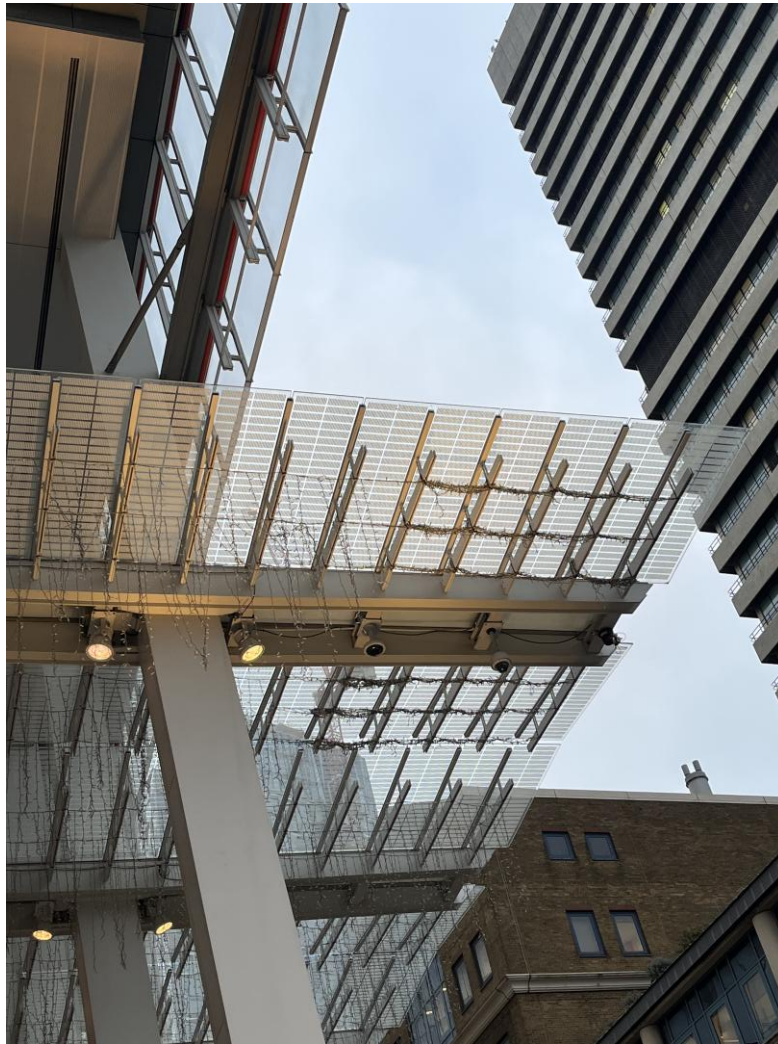


Ilustración 65: Habitación de hotel con dobre estor no The Shard



Ilustración 66: Restaurante Aqua Shard, no The Shard.

Cómpre sinalar que non foi posible determinar con precisión neste estudo as zonas específicas nas que se dispoñen un ou dous estores motorizados, xa que a información detallada non está dispoñible e non foi posible acceder físicamente aos diferentes espazos do edificio para verificar esta distribución. Tendo en conta esta limitación, e baseándonos nas fotografías dispoñibles de diferentes áreas da obra, podemos concluír que as zonas do hotel e as de miradoiro interior, contan con dobre estor, mentres que en espazos coma o restaurante, só se dispoñen dun estor motorizado. Non entanto, non se pode determinar con certeza a distribución exacta de estores nos espazos de residencia e oficinas debido á falta de información directa ou acceso aos mesmos.



*Ilustración 67: Voladizo de control solar no The Shard.
Autoría propia*

Outro elemento empregado para o control solar son os voladizos de vidro tintado que se estenden sobre os espazos de entrada situados na periferia do edificio. Estes voladizos non só proporcionan unha protección solar eficiente para os niveis máis baixos do edificio, senón que tamén contribúen á regulación térmica do espazo interior, reducindo a incidencia directa da radiación solar e mellorando as condicións de confort nos espazos de acceso.

Os voladizos tamén actúan como unha protección contra o clima no ras de chan, proporcionando refuxio ante condicións meteorolóxicas adversas, mellorando a accesibilidade e o confort nas entradas ao edificio. Ademais, tamén cumpren unha función arquitectónica relevante ao definir e marcar os espazos exteriores da obra, creando un limiar visual que distingue as diferentes zonas de relevancia do edificio e axuda a organizar a súa relación co entorno urbano.

☒ INTEGRACIÓN DE TIPOLOXÍAS E TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA

Neste apartado, analizaremos os parámetros estudados nas fichas técnicas, facendo un exame máis profundo de certos aspectos clave que influencian a súa integración no proxecto arquitectónico. A través desta profundización, buscaremos comprender mellor as eleccións tecnolóxicas e estruturais, así como a súa implicación na funcionalidade, eficiencia e estética do edificio.

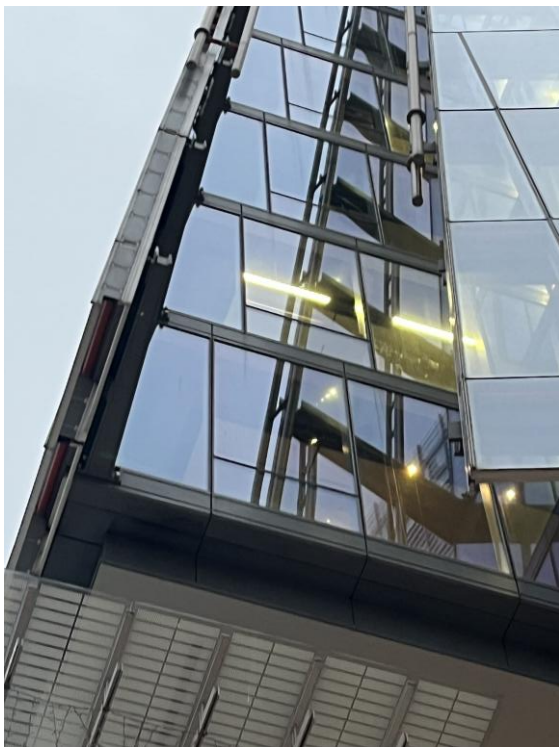


Ilustración 69: Pel interior con ancoraxe montante e travesaño do The Shard. Autoría propia



Ilustración 68: Pel exterior con ancoraxe semiestructural do The Shard. Autoría propia

O edificio compónse principalmente de dúas peles: a pel interior, construída mediante ancoraxe con montantes e travesaños, e a pel exterior, semiestructural, ambas de tipoloxía unit system. Esta disposición proporciona unha estética exterior caracterizada pola verticalidade e lixeireza, mentres que a pel interior, ao seguir unha configuración máis tradicional, adapta a arquitectura a un sistema máis familiar e aceptado polo usuario.

A pel interior está soportada mediante un sistema de montante e travesaño. Pola súa parte, a pel exterior, de tipoloxía semiestructural, é soportada por montantes, os cales están ancorados entre as distintas peles do sistema.

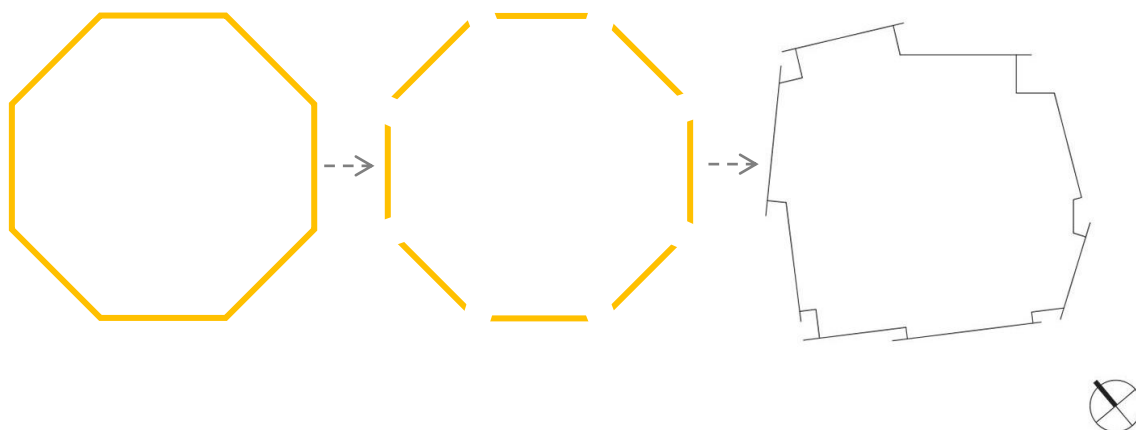


Ilustración 70: Idea de progreso da planta do The Shard

A morfoloxía da planta do edificio pode entenderse como unha derivación dunha forma octogonal, á que se lle eliminan os vértices. Este proceso transforma o que inicialmente sería unha estrutura máis cerrada e sólida en espazos máis abertos e luminosos, mellorando a circulación da luz natural e proporcionando unha claridade visual superior. A eliminación dos vértices non só optimiza a distribución dos espazos, senón que tamén consegue un deseño máis fluído e accesible, facilitando a percepción do espazo de forma máis intuitiva para os usuarios.

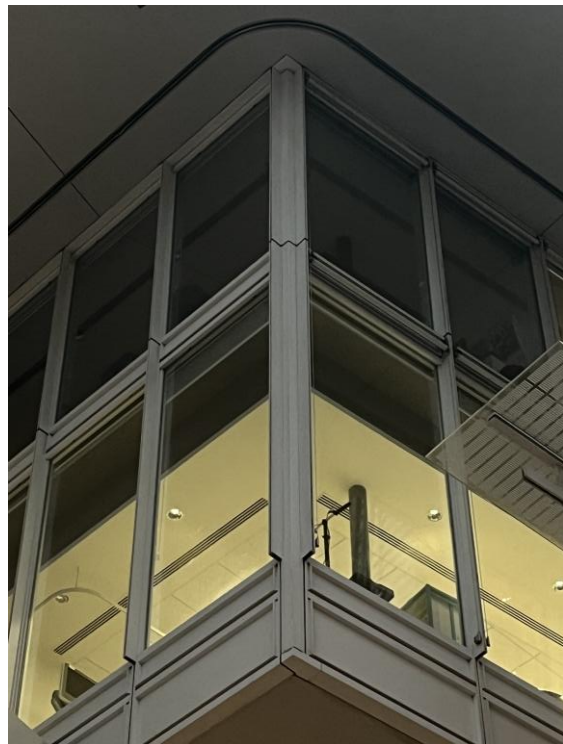
Esta estratexia formal permite crear zonas interiores máis flexibles e abertas, que melloran a interacción entre os diferentes espazos e proporcionan un ambiente máis acoledor. Ademais, favorece a integración do edificio co seu entorno, ao presentar unha silueta máis suave e adaptada ao tecido urbano circundante. A combinación entre a forma octogonal e a eliminación dos vértices tamén permite optimizar as vistas dende os distintos puntos do edificio, achegando unha relación directa co espazo exterior e mellorando a experiencia do usuario.



*Ilustración 71: Ángulo vértices do The Shard.
Autoría propia*

Neste caso, Renzo Piano invirte os cantos cara ao interior, xerando dous planos diferenciados de visión que optimizan a percepción visual na área en cuestión. Esta estratexia permite unha mellor distribución da luz natural e unha vista máis clara e fluída, ao mesmo tempo que aporta un efecto estético distintivo no deseño do edificio. A reordenación dos cantos permite tamén mellorar a relación entre o interior e o exterior, creando espazos máis abertos e visualmente accesibles.

A parte máis significativa deste proxecto é que a dobre pel forma un ángulo que crea un marco visual cara ao exterior, sen que se produza unha unión física directa entre as dúas peles. Este espazo libre entre ambas peles desempeña dúas funcións principais: primeiro, mellora a circulación do aire na cámara situada entre elas, favorecendo a ventilación natural, e, en segundo lugar, proporciona un marco que enmarca a visión cara ao exterior, optimizando a conexión visual co entorno urbano e contribuíndo á estética global do edificio.



*Ilustración 72: Composición de: Canto planta 72; núcleo circulaci3n planta 72; pisos inferiores. The Shard.
Autoría propia*

Os cantos, na parte superior do miradoiro, son necesarios por razóns de seguridade, xa que na última planta só se pode percibir a pel exterior, garantindo unha visión sen interrupcións. Esta disposición permite liberar os vértices do edificio e xustifica a creación destes cantos invertidos, que neste caso se realizan de forma illada. Nestes puntos, utilízase o mesmo sistema de ancoraxe que na pel interior (montante e travesaño), pero cunha tipoloxía diferente de muro cortina, especificamente Stick System.

Esta diferenza de sistemas permite unha unificación dos criterios de construción en todo o edificio, sendo unha distinción sutil que só resulta perceptible para persoas cun coñecemento técnico, capaces de identificar as diferenzas entre as tipoloxías de muro cortina empregadas. Ocorre o mesmo, nas plantas 0-9, e no núcleo de circulacións verticais da zona do miradoiro, xa que son elementos de pouca área, sendo así áreas óptimas para o emprego desta tipoloxía.

☒ ADAPTABILIDADE E FLEXIBILIDADE

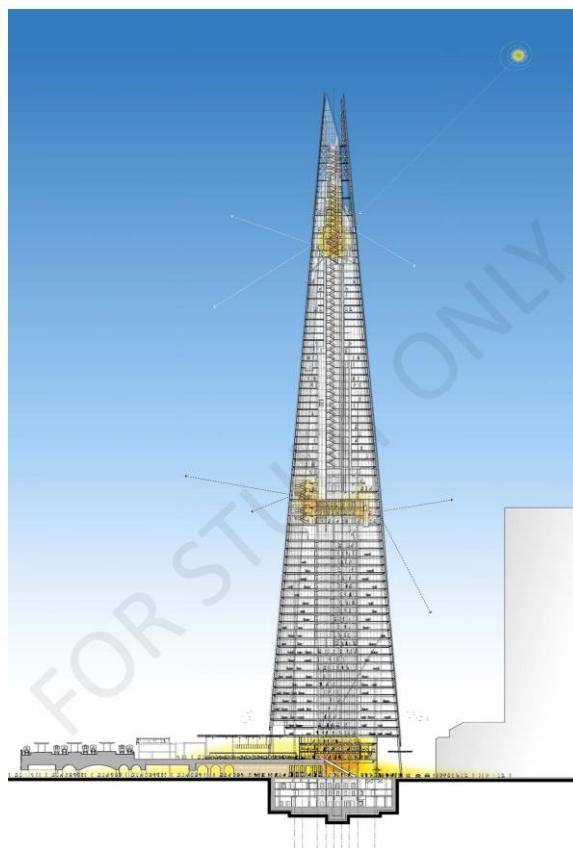


Ilustración 73: Espazos accesibles The Shard

Ademais da distribución interior do edificio (Ilustración 73), é posible identificar as zonas accesibles ao público, resaltando a súa integración funcional. As plantas correspondentes ao subsolo, albergan, entre outras zonas, un estacionamento privativo para algúns dos usuarios da obra. O nivel inferior alberga as zonas de entrada, un bar, recepción e clínicas médicas privadas, configurando un espazo multifuncional que optimiza a accesibilidade e a interacción entre os usuarios. O nivel intermedio está destinado aos restaurantes, creando un ambiente de lecer e gastronomía. Finalmente, a planta superior acolle os miradoiros, proporcionando vistas panorámicas da cidade e actuando como un espazo público estacado, que remata de maneira exemplar a diversidade de usos e a riqueza funcional do edificio.

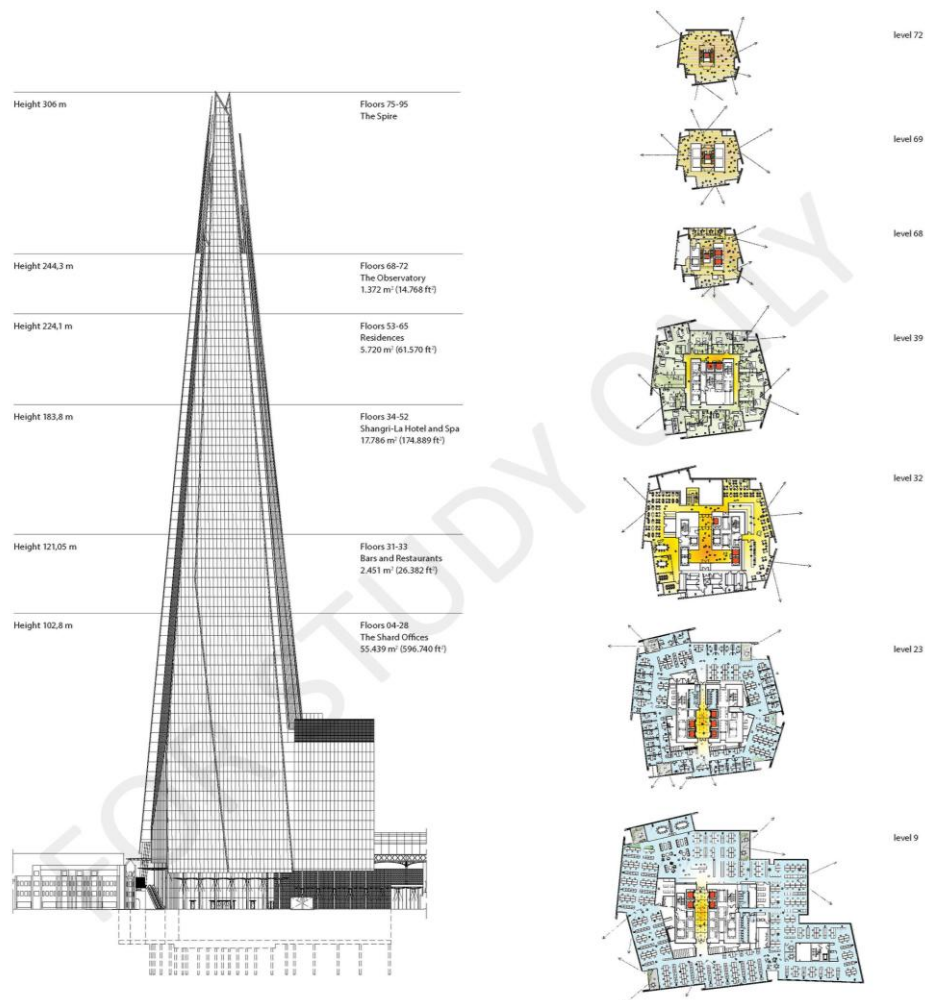


Ilustración 74: Usos e plantas The Shard

Como se pode observar na imaxe anterior, o edificio The Shard alberga unha ampla variedade de usos, que van desde apartamentos privados ata un miradoiro, pasando por restaurantes, un hotel e oficinas. A integración de tantas funcións nun único volume arquitectónico reflicte a destacada adaptabilidade e flexibilidade do proxecto, permitindo ao edificio responder de maneira eficiente ás diversas necesidades dos seus usuarios.

A medida que se ascende no edificio, a área das plantas diminúe, pero mantéñense patróns coherentes na distribución funcional. No centro de cada planta, atopamos o núcleo de circulacións verticais, que serve como espazo de servizo denso. Ao redor deste núcleo, as áreas periféricas están destinadas aos distintos usos, aproveitando ao máximo as vistas e a luminosidade que proporciona a fachada de muro cortina, garantíndose así a optimización do espazo e a calidade do entorno interior. A distribución será, entón, totalmente libre á disposición do cliente que alugue o espazo, e aos seus requerimentos precisos.



Ilustración 75: Disposición libre das oficinas do The Shard



Ilustración 76: Xardín de inverno das oficinas do The Shard

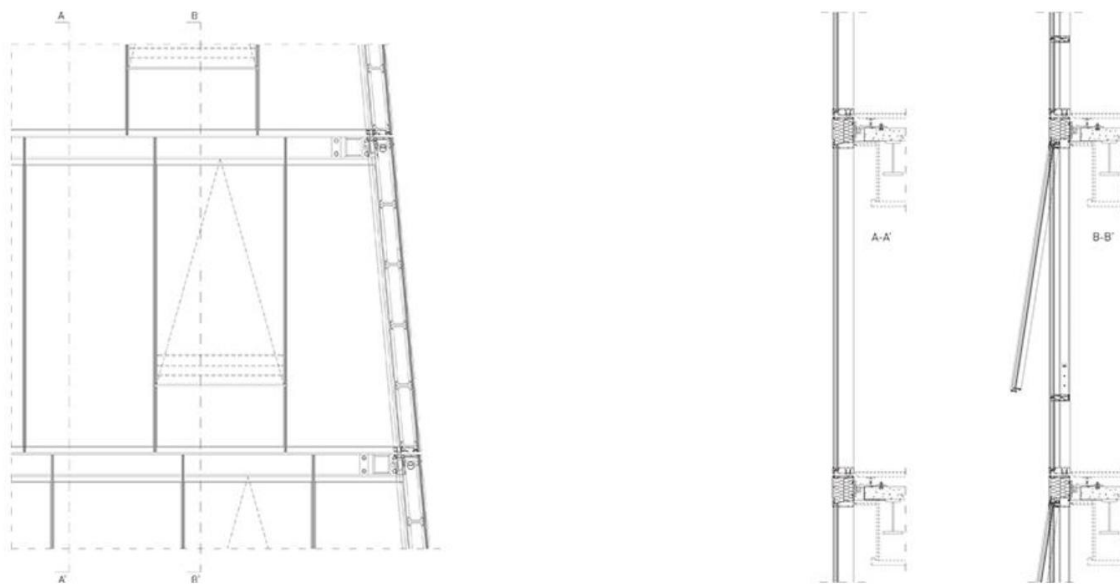


Ilustración 77: Sección vertical parcial pola apertura dos xardíns de inverno. Planta 28 do The Shard

En cada planta destinada a oficinas, destaca a incorporación de tres xardíns de inverno como elemento diferenciador, que contribúe a mellorar a calidade ambiental interior, proporcionando zonas de descanso, iluminación natural filtrada e unha conexión visual coa paisaxe urbana. Estas áreas verdes non só engaden valor estético, senón que tamén xogan un papel fundamental no benestar dos usuarios.

Por outra banda, nas zonas dos xardíns de inverno, o muro cortina interior permite a apertura dalgunhas das súas fraccións, favorecendo a ventilación natural directa e asegurando unha circulación constante de aire, o que mellora as condicións de confort ambiental. Ademais, para garantir o acceso a estas áreas, intégrase un muro cortina estrutural aínda máis interior, que delimita fisicamente a transición entre as oficinas e os xardíns. Esta solución crea unha tripla pel arquitectónica, mellorando non só a eficiencia enerxética, senón tamén a funcionalidade e a fluidez entre os distintos espazos interiores.

Esta integración de elementos de control ambiental e accesibilidade no interior do edificio tamén potencia a sustentabilidade do proxecto, xa que favorece o aproveitamento de recursos naturais, como a luz e a ventilación, minimizando a dependencia dos sistemas mecánicos de climatización. A combinación de diferentes estratexias pasivas de confort ambiental reflicte un enfoque coidadoso cara á eficiencia enerxética, mellorando o confort térmico e a calidade do aire, factores fundamentais para crear un espazo laboral saudable e cómodo.



Ilustración 79: Cunas de limpeza do The Shard. Autoría propia

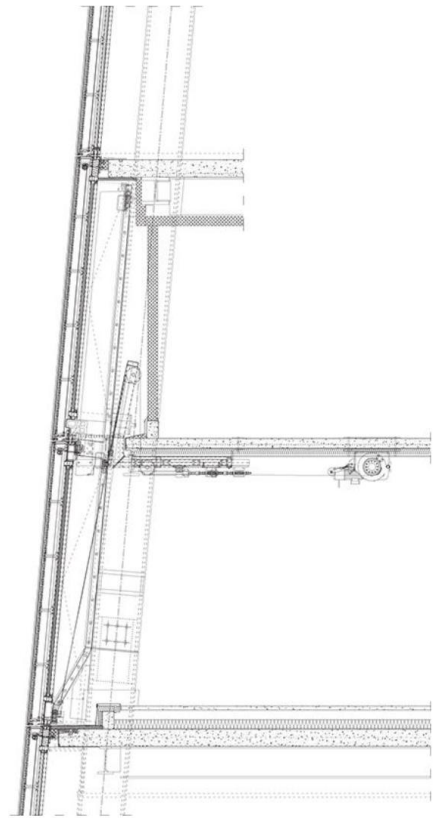


Ilustración 78: Detalle constructivo porta de cunas de limpeza do The Shard

A limpeza é un aspecto clave en todas as obras, pero en obras de gran altura, este aspecto adquire unha relevancia fundamental, xa que a difícil accesibilidade ás fachadas e outras áreas elevadas require solucións especializadas para garantir a súa mantemento e conservación. Neste sentido, o edificio The Shard, entre outros, incorpora espazos de porta de cuna de limpeza, unha solución arquitectónica que facilita o acceso e a limpeza das fachadas exteriores de gran altura de maneira segura e eficaz. Estes espazos están deseñados especificamente para albergar o equipo necesario para as tarefas de limpeza, como as plataformas ou as grúas que permiten o movemento controlado dos operarios ao longo da fachada, garantindo a súa seguridade mentres realizan estas tarefas.

A incorporación de portas de cuna de limpeza no deseño do edificio permite un proceso de mantemento máis sinxelo e menos invasivo, evitando a necesidade de montar estruturas externas temporais ou costosos sistemas de andamiaxe. Isto tamén mellora a eficiencia das operacións de limpeza, permitindo realizar tarefas de mantemento con maior rapidez e reducindo o impacto sobre os espazos interiores e os ocupantes do edificio. Deste xeito, a inclusión de espazos para este tipo de limpeza non só contribúe á estética e á funcionalidade do edificio, senón que tamén garante a súa durabilidade a longo prazo, sen comprometer a seguridade nin a accesibilidade.

TOUR SAINT-GOBAIN

NOME: TOUR SAINT-GOBAIN

AUTOR/ES: VALODE&PISTRE

LOCALIZACIÓN: PARÍS, FRANCIA

SAINT-GOBAIN
ANO: 2020

FUNCIÓN: OFICINAS

ALTURA (METROS): 165m

☒ INTEGRACIÓN COA CONTORNA

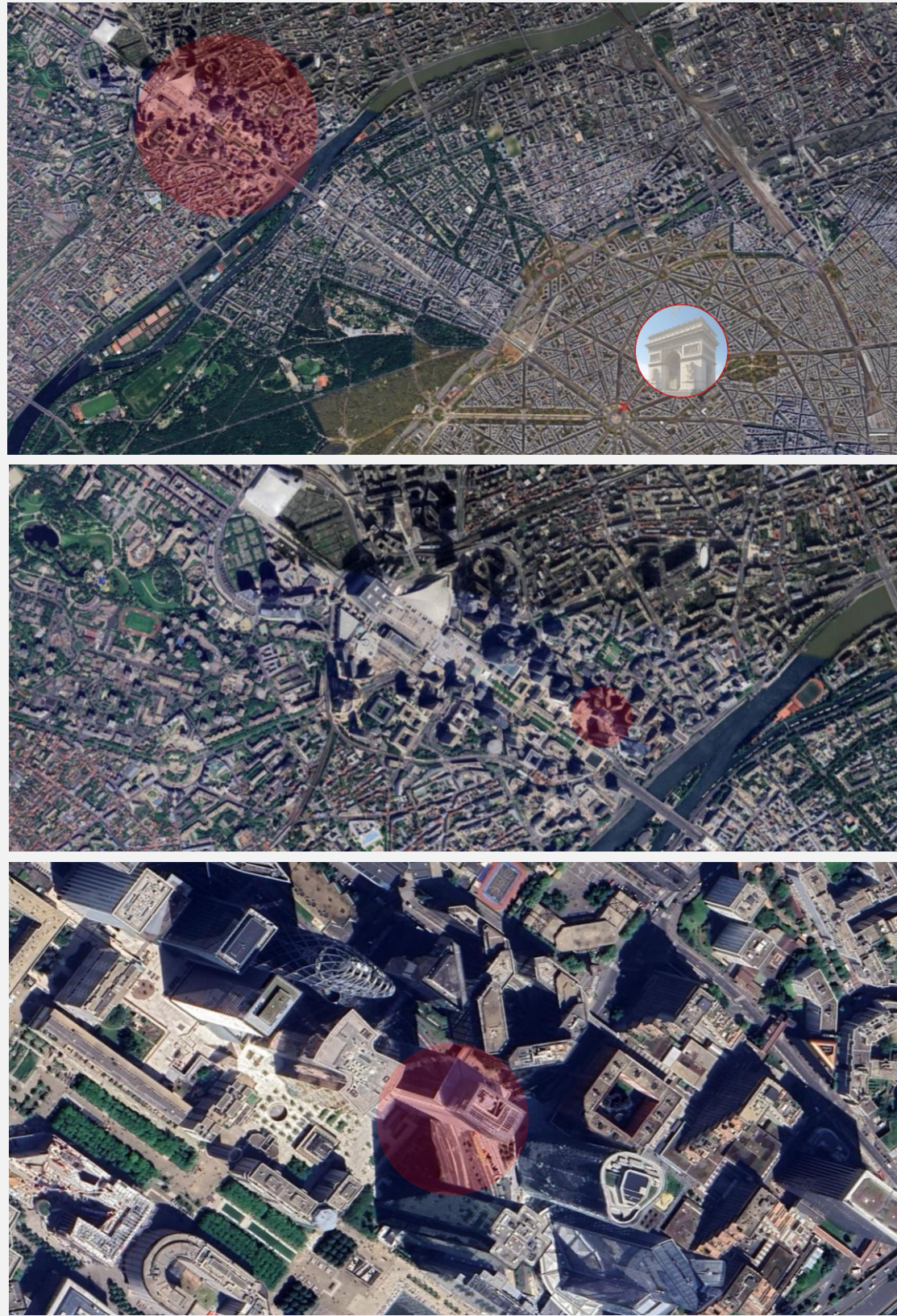


Ilustración 80: Composición de aproximación á localización da Tour Saint-Gobain

A Tour Saint-Gobain localízase no distrito financeiro de La Défense, recoñecido como unha das maiores áreas económicas de Europa continental. Este enclave urbano sitúase ao noroeste do río Sena, que actúa como unha barreira natural entre dúas tipoloxías urbanas diferenciadas. A beira norte está destinada principalmente a usos económicos e administrativos, caracterizada pola abundancia de edificios de gran altura que acollen sedes corporativas e oficinas internacionais.

Pola contra, a beira sur do río presenta un carácter máis residencial, con edificacións de menor tamaño e uso principalmente habitacional. Esta configuración urbana xera un forte contraste na paisaxe arquitectónica, marcado por unha clara diferenciación na escala das edificacións entre ambas as dúas áreas, o que reflicte a transición entre a zona de negocios e os espazos residenciais próximos. de gran altura, mentres que no sur, serán de menor tamaño.

A localización estratéxica da Tour Saint-Gobain en La Défense responde a unha planificación urbana coidadosa, que busca consolidar este distrito coma un referente internacional no ámbito empresarial sen renunciar á integración co seu entorno. Esta zona foi concibida como un espazo de alta densidade e verticalidade, no que predominan as torres de vidro e metal, símbolos do dinamismo económico contemporáneo. A proximidade ao centro de París, combinada coa súa conexión directa a través das principais redes de transporte público, como o metro, o RER e varias liñas de autobús, facilita o acceso diario para milleiros de traballadores. Isto converte a La Défense nun nó esencial para a economía rexional e nun punto clave para as relacións internacionais das empresas alí establecidas.

Ademais, o contraste coa área residencial situada ao sur do río reforza a idea de transición entre dous mundos urbanos complementarios. Mentres La Défense destaca pola súa verticalidade e intensidade funcional, as zonas residenciais próximas ofrecen unha escala máis humana, con rúas tranquilas e espazos verdes pensados para a vida cotiá. Esta proximidade entre o ámbito laboral e o residencial proporciona unha oportunidade única para crear unha simbiose urbana equilibrada, facilitando que moitos profesionais poidan vivir preto do seu lugar de traballo sen renunciar a unha calidade de vida elevada. O río Sena, como elemento fronteirizo natural, actúa non só como unha separación física senón tamén como un recurso paisaxístico que contribúe a definir a identidade e o carácter de ambas as áreas.



Ilustración 82: Plaza vista dende atrás. Tour Saint-Gobain. Retirada de Google Earth

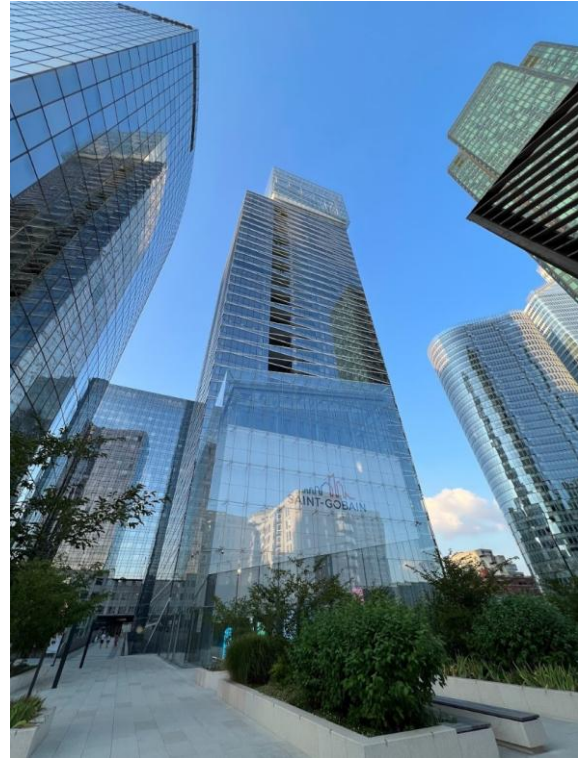


Ilustración 81: Plaza vista dende perto do edificio. Tour Saint-Gobain. Retirada de Google Earth

Na fachada principal do edificio, créase unha praza que se configura en función de diferentes espazos, adaptándose á zona na que se localizan. Nun espazo intermedio, incorpóranse árbores de medio porte, as cales non só proporcionan sombra ao redor senón que tamén contribúen á creación dun ambiente acolledor e comfortable. Tanto ao noreste como ao suroeste, sitúanse espazos de estar que están equipados con bancos fixos, fabricados co mesmo material que as xardiñeiras que albergan a vexetación, e complementados con plantas de baixo porte que reforzan a dimensión natural do espazo.

Deste xeito, a praza atende á función de ser un espazo de estancia, pero tamén de paso. A súa organización, materiais e disposición espacial indican que se trata dun espazo de estancia temporal, xa que se sitúa nunha área de oficinas, facendo dela un lugar idóneo para pasar o tempo libre entre turnos ou para a pausa do café, entre outras actividades breves.

A organización do espazo permite fluír en varias direccións: tanto no eixe nordeste-suroeste como no eixe noroeste-sureste. Esta disposición responde á súa localización estratéxica no centro de La Défense, unha zona onde se concentran edificios de oficinas en todas as direccións. A praza, así, funciona como un punto de conexión entre os diferentes fluxos de usuarios que circulan pola área.

A praza analizada anteriormente, veremos a continuación que ten gran relevancia en canto ao tránsito peonil, pois a escasos metros en dirección sureste teremos a parada de metro, polo que centenaes de persoas pasarán por ese punto diariamente. Tendo en conta iso, non será extraño, ver unha gran conexión dos edificios da periferia con este punto.



Ilustración 83: Fachada noreste da Tour Saint-Gobain, ponte peonil e escadas

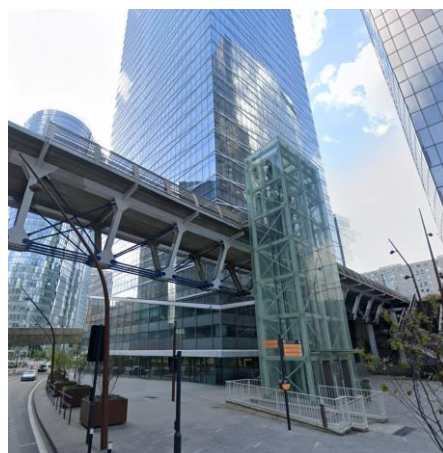


Ilustración 84: Fachada posterior Tour Saint-Gobain e ponte peonil con elevador

A conexión entre os edificios situados na periferia e a praza fronte á Tour Saint-Gobain, favorecida pola súa proximidade á estación de metro, posiciona ao edificio entre dúas pontes peonís que conectan directamente con dous dos edificios de oficinas circundantes. Esta disposición responde á necesidade de adaptar o espazo á variación das cotas do terreo, permitindo que, mediante a creación destas pontes, os usuarios eviten o cambio de niveis e o cruzamento da estrada, optimizando o tempo e a eficiencia no seu tránsito.

Con todo, para garantir a continuidade e a accesibilidade do espazo público, resulta imprescindible proporcionar unha conexión directa entre as distintas cotas tamén para o público xeral, non necesariamente vinculado aos edificios. Para tal fin, incorpóranse escadas (ilustración 83), que permiten salvar a diferenza de alturas de forma fluída, asegurando a accesibilidade universal á praza e aos espazos circundantes.

Este sistema de conexión entre as distintas cotas tamén ten en conta o acceso universal, garantindo que a infraestrutura sexa accesible para todas as persoas, independentemente das súas condicións físicas. A solución proposta inclúe un elevador accesible mediante unha das pontes peonís, permitindo un acceso cómodo e seguro ás distintas alturas. Deste xeito, a praza e os edificios circundantes son completamente accesibles, creando un espazo público inclusivo e funcional.

☒ CONTROL SOLAR

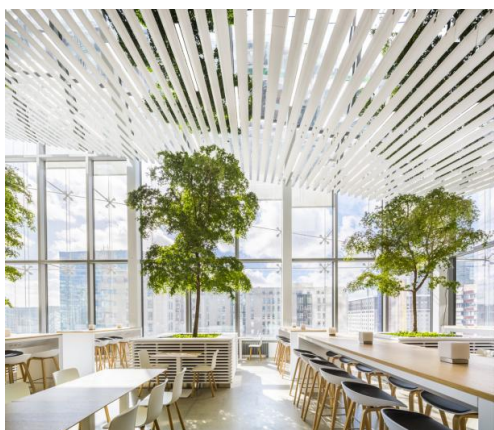


Ilustración 86: Estores no bloque inferior. Tour Saint-Gobain



Ilustración 85: Estores no bloque superior. Tour Saint-Gobain



Ilustración 87: Estores no bloque central. Tour Saint-Gobain

Nas zonas inferiores (Ilustración 86) e superiores (Ilustracións 85 e 86), externas ao volume central, e nas cales se emprega un sistema de muro cortina con ancoraxe tipo araña, os estores son instalados no paramento interior. Esta configuración permite un control solar eficaz, regulando a entrada de luz natural e a temperatura interna do edificio. No elemento central vertical do edificio, tamén se empregan estores na parte interior do sistema de muro cortina, garantindo unha protección solar adecuada e unha distribución uniforme da luz natural nas áreas internas.

Ademais, esta solución permite unha regulación individualizada por cada módulo do muro cortina, xa que cada estor pode ser axustado de forma independente segundo as necesidades do momento, como o uso do espazo ou a iluminación solar externa. Deste xeito, optimízase o confort e a eficiencia enerxética, permitindo un control preciso da luz natural e a temperatura, adaptándose ás condicións cambiantes de cada momento.

☒ INTEGRACIÓN DE TIPOLOXÍAS E TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA

Esta obra integra numerosos muros cortina de distintas tipoloxías e tecnoloxías, converténdose nun auténtico mostrario a escala 1:1 das capacidades e coñecementos de Saint-Gobain no desenvolvemento de materiais e solucións construtivas avanzadas. A diversidade de sistemas utilizados reflicte o amplo abano de posibilidades que a empresa ofrece, tanto en termos de deseño arquitectónico como de rendemento técnico, destacando en aspectos como o illamento térmico, o control solar, a acústica e a eficiencia enerxética.



Ilustración 89: Muro cortina exterior bloque inferior da Tour Saint-Gobain

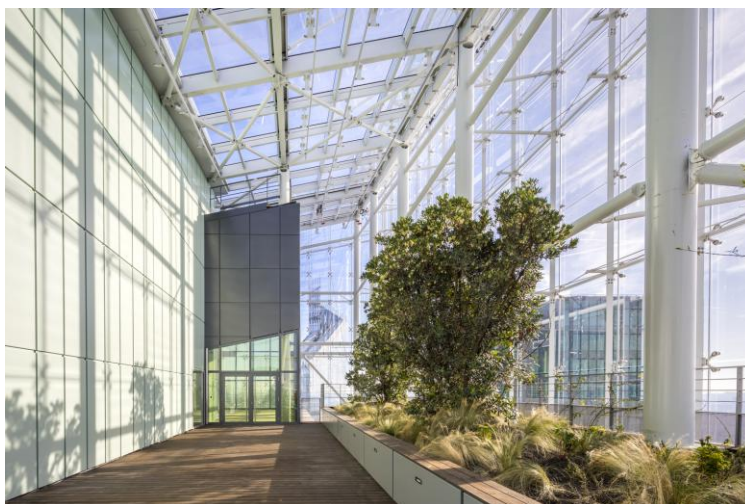


Ilustración 88: Muro cortina exterior bloque superior da Tour Saint-Gobain

O muro cortina que confire un carácter innovador e distintivo a esta torre é o utilizado como pel exterior nos bloques inferior e superior, tratándose dun sistema de tipoloxía *stick* con ancoraxe tipo araña. Ademais, no bloque inferior, o muro cortina desempeña un papel relevante como soporte visual para a identidade corporativa de Saint-Gobain, convertendo esta sección do edificio nun elemento representativo da marca. O seu soporte é verticalmente realizado por un pilar metálico, mentres que na horizontal, os encargados son uns cables tensionais, coñecidos tamén coma Cable Net System.

Tanto no bloque inferior como no superior, este sistema actúa como envolvente de protección para xardíns semiexteriores, garantindo a iluminación natural destes espazos e favorecendo a creación de zonas de transición entre o interior e o exterior. Esta función vese reforzada pola configuración dos paneis de vidro, os cales non se tocan directamente, deixando pequenas xuntas abertas que permiten a circulación de aire de forma controlada. Esta ventilación natural axuda a evitar a acumulación de calor, mantendo un equilibrio térmico sen comprometer o confort interior.



Ilustración 90: Muro cortina interior do bloque inferior da Tour Saint-Gobain



Ilustración 91: Muros cortina interiores, superior e inferior do bloque superior da Tour Saint-Gobain

No caso da pel interior dos bloques inferior e superior, empregaranse diversas tipoloxías e tecnoloxías. No bloque inferior, o muro cortina interior está realizado cun sistema de tipoloxía stick e ancoraxe mediante montantes e travesaños. Tanto neste caso coma no restante edificio, o soporte é realizado mediante montantes e travesaños.

No bloque superior, diferenciamos dous tipos de muros cortina: un destinado ao nivel do xardín semiexterior, que emprega unha tipoloxía modular con ancoraxe semiestructural, onde a unión dos paneis se realiza mediante elementos metálicos puntuais, facilitando a integración co espazo exterior. No piso superior, empregase novamente a tipoloxía stick, cun sistema de ancoraxe mediante montantes e travesaños.



Ilustración 92: Muro cortina bloque central

No caso do elemento central, temos dous muros cortina distintos que se distribúen ao longo do volume vertical. Na parte inferior, a solución adoptada é un sistema de ancoraxe mediante montantes e travesaños, de tipoloxía stick system, no cal as ancoraxes horizontais son metálicas puntuais, o que proporciona unha estrutura sólida e visualmente limpa. Este muro cortina, está claramente diferenciado da zona superior mediante unha liña diagonal que marca a transición entre os diferentes sistemas e volumes. Esta liña serve tamén como elemento estético, creando un contraste visual na fachada do edificio.

Na parte superior do elemento central, o sistema de muro cortina cambia a un formato semiestrutural, de tipoloxía unit system, mantendo a continuidade no deseño pero cun tipo de ancoraxe diferente. Nesta zona, os ancoraxes horizontais son tamén metálicos puntuais, pero este sistema semiestrutural proporciona unha estética exterior máis lixeira e limpa. A transición entre as dúas partes do muro cortina resalta a complexidade do volume vertical, engadindo un valor arquitectónico que contribúe á identidade e á do edificio.

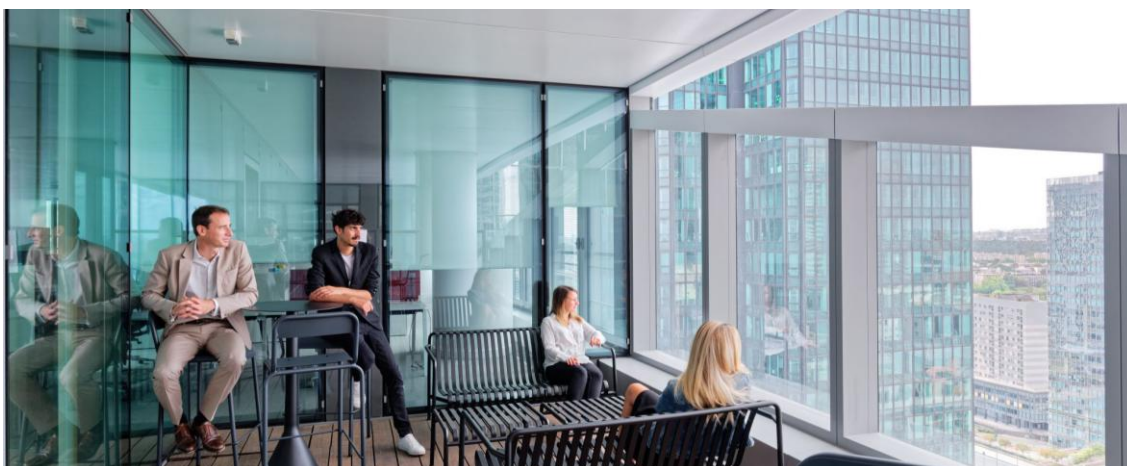
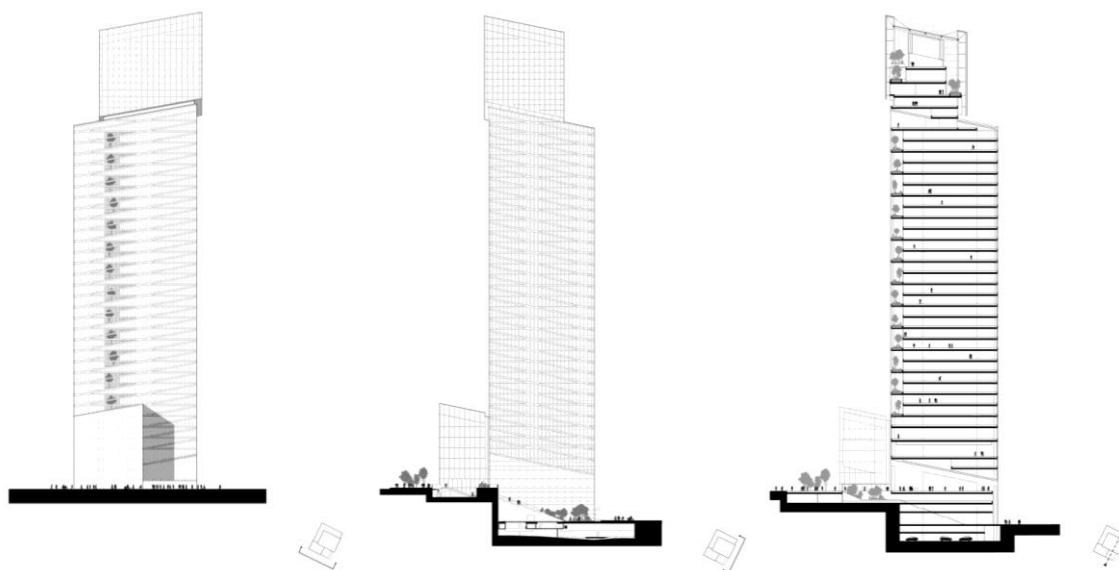


Ilustración 93: Terrazas da Tour Saint-Gobain

Un último elemento que require especial atención neste punto, é a zona das terrazas. Nesta área, a fachada continúa de forma ininterrompida ata deixar un espazo aberto que permite a ventilación e a transformación deste nun espazo exterior. Para garantir a seguridade dos usuarios, o muro cortina mantén a altura regulamentaria segundo as normativas vixentes.

Adicionalmente, a protección das terrazas resólvese mediante a creación dunha parede de peche, tamén realizada con muro cortina de iguais características ao da fachada exterior, garantindo así a coherencia estética e funcional do conxunto arquitectónico.

☒ ADAPTABILIDADE E FLEXIBILIDADE



*Ilustración 96: Fachada principal
Tour Saint-Gobain*

*Ilustración 95: Fachada Oeste Tour
Saint-Gobain*

*Ilustración 94: Corte fachada Oeste
Tour Saint-Gobain*

A Tour Saint-Gobain é un edificio de oficinas que sobresaí pola diversidade de tecnoloxías e tipoloxías de muro cortina utilizadas (Ilustración 95), moitas delas visibles desde o exterior. Esta variada composición confírelle unha imaxe dinámica e versátil, afastada da uniformidade habitual neste tipo de construcións. A combinación de diferentes sistemas responde a unha clara intención de dotar o edificio de adaptabilidade e flexibilidade, tanto a nivel funcional como estético.

Na fachada principal (Ilustración 96), as terrazas con vexetación rompen a continuidade do volume central, introducindo unha transición visual e funcional relevante. Estas terrazas, de dobre altura (Ilustración 94), permiten a incorporación de vexetación de porte medio, establecendo unha conexión directa coa natureza. Este recurso, ademais de mellorar a integración visual, proporciona un valor engadido ao edificio, contribuíndo ao confort e á calidade ambiental dos espazos interiores.

Ademais, o edificio conta con varios niveis de subsolo destinados a estacionamento, garantindo así a funcionalidade e facilitando o acceso e o uso para os seus ocupantes. Ao atoparse nunha zona con alta densidade de ocupación durante o día, esta solución resulta especialmente útil, xa que proporciona unha infraestrutura esencial para o fluxo constante de persoas e vehículos, reducindo a presión do estacionamento exterior e mellorando a comodidade e no acceso ao edificio.



Ilustración 98: Recepción da Tour Saint-Gobain

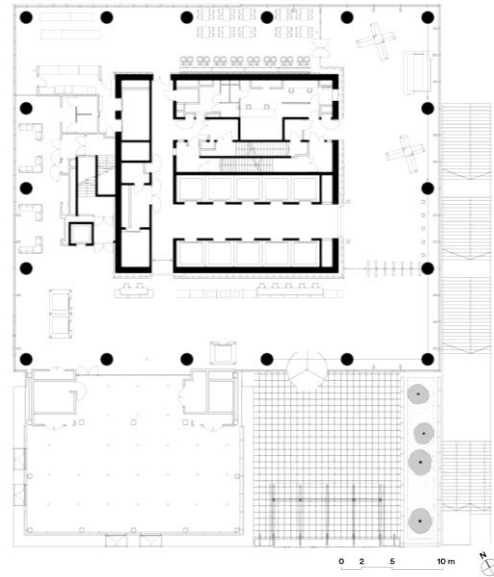


Ilustración 97: Planta ras de chan Tour Saint-Gobain

A planta a ras de chan do edificio está dedicada a usos funcionais clave para a operatividade do edificio. A zona de recepción (Ilustración 97) desempeña un papel central na organización do espazo, funcionando como punto de acceso principal para usuarios e visitantes. A planta tamén alberga un espazo de mostras, onde se exhiben produtos ou servizos, contribuíndo á identidade e visibilidade da empresa. Ademais, intégranse áreas de benestar e comodidade para o persoal, coma un ximnasio. Todo mediante un uso de planta libre, que permite modificar calquera destas localizacións ou usos no futuro.

Neste nivel, prodúcese unha unificación significativa entre o bloque inferior e o bloque central do edificio, a través dunha porta de dobre folla (Ilustración 98). Esta solución arquitectónica non só permite un tránsito cómodo e fluído entre ambas zonas, senón que tamén asegura unha circulación eficiente e flexible dentro do edificio, facilitando o acceso a diferentes áreas sen dificultade. A disposición e o deseño deste espazo buscan garantir a funcionalidade e a integración entre os distintos usos, ao mesmo tempo que se mantén unha relación coherente entre os diferentes volumes do edificio, o que contribúe á cohesión global do proxecto arquitectónico

A parte superior do bloque inferior, que ten a dobre pel, non está definida con total claridade en canto ao seu uso. Non obstante, a disposición do mobiliario e a incorporación de vexetación de medio porte, ademais da presenza de servilleteiros na mesa, suxiren que se trata dun espazo destinado ao descanso e á alimentación. A integración de vexetación tamén favorece a creación dun ambiente agradable, que convida á relaxación e ao desfrute, á vez que proporciona unha conexión coa natureza.

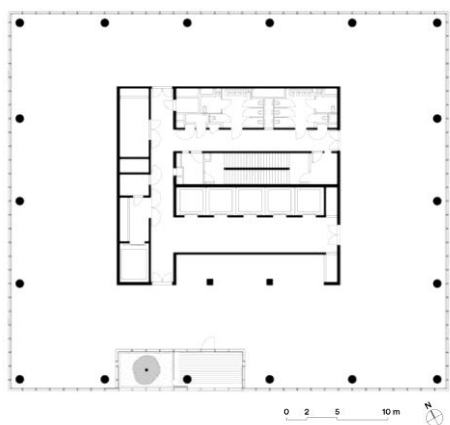


Ilustración 100: Planta 27 Tour Saint-Gobain

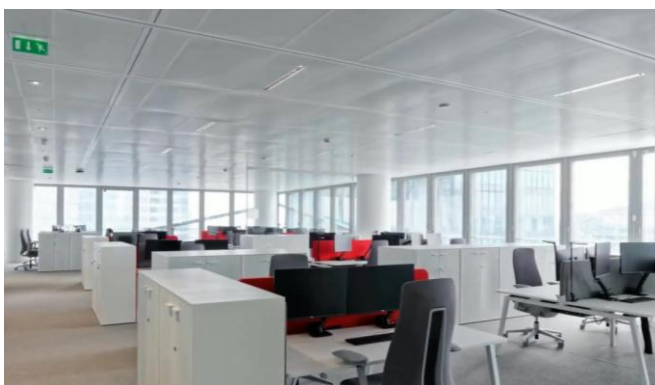


Ilustración 99: Distribución dunha das oficinas da Tour Saint-Gobain

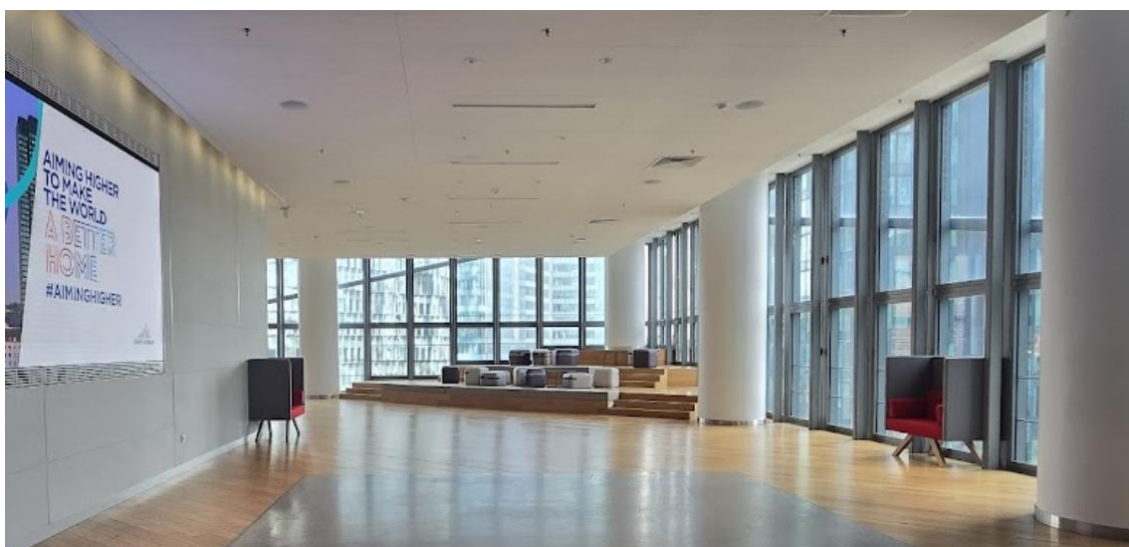


Ilustración 101: Distribución colaborativa dunha das plantas de oficinas da Tour Saint-Gobain

Os niveis superiores do corpo central do edificio son uniformes e están destinados exclusivamente a oficinas, presentando unha distribución de planta aberta (Ilustración 100). Este tipo de organización do espazo interior débese á localización do núcleo de circulacións e servizos no centro do edificio, lixeiramente desprazado, o que permite maximizar a superficie útil.

A disposición aberta facilita unha gran flexibilidade no uso do espazo, permitindo unha fácil reconfiguración das áreas de traballo segundo as necesidades ou preferencias dos usuarios. A súa adaptabilidade tamén favorece a capacidade de modificar o espazo conforme se produzan cambios nas actividades ou no número de ocupantes, garantindo así que o edificio poida seguir sendo útil ao longo do tempo.

Esta organización resulta especialmente útil para fomentar ambientes de traballo colaborativos e dinámicos (Ilustracións 99 e 101), ao mesmo tempo que ofrece a posibilidade de personalizar os espazos en función das características específicas dos departamentos ou actividades que se desenvolvan neles.



Ilustración 103: Bloque superior da Tour Saint-Gobain de día da



Ilustración 102: Bloque superior da Tour Saint-Gobain de noite

A parte superior da Tour Saint-Gobain destaca pola súa estratexia de deseño, que prioriza a transparencia e a integración co entorno, unha característica que resulta claramente visible tanto durante o día (Ilustración 103) coma pola noite (Ilustración 102). A elección de diferentes tipoloxías de muro cortina facilita unha penetración óptima de luz natural, mellorando a calidade ambiental interior e favorecendo unha conexión visual continua co exterior. Este deseño non só optimiza a iluminación, senón que tamén crea un forte vínculo visual entre a edificación e o seu contorno, facendo que a estrutura se insira de forma harmoniosa no paisaxe urbano.

Neste nivel superior, incorpóranse espazos destinados á vexetación, que inclúen plantas de diferentes portes e cotas, xerando así áreas dinámicas e diferenciadas. A disposición destas zonas, xunto coa presenza de elementos naturais, proporciona un ambiente flexible, aberto e adaptado á función do espazo. Este enfoque tamén fortalece a vinculación do edificio coa súa contorna natural, creando ambientes agradables e confortables para os usuarios. A integración destes elementos naturais é posible grazas á dobre pel do edificio, que actúa como un invernadoiro. Este sistema permite o paso do aire, creando un microclima favorable para o crecemento de diversas especies vexetais, o que contribúe á creación dun espazo ecolóxico e sostible dentro da edificación.

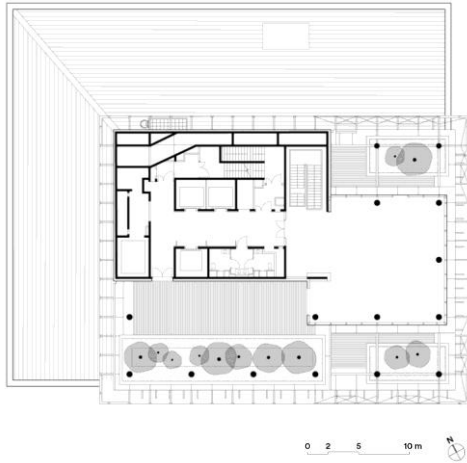


Ilustración 105: Planta 37 Tour Saint-Gobain



Ilustración 104: Unha das salas do volume superior da Tour Saint-Gobain

Este espazo foi deseñado para ser altamente flexible, cunha planta libre que permite unha gran versatilidade nos usos que se lle poden dar, á parte do núcleo de circulacións verticais e das áreas máis técnicas. Entre os usos que se contemplan para esta zona inclúen salas de reunións, espazos para eventos corporativos, encontros empresariais ou outras actividades de reunión que aproveitan as excepcionais vistas panorámicas que o edificio ofrece. Esta disposición do espazo permite adaptarse facilmente ás necesidades cambiantes de cada actividade ou evento, mantendo un alto nivel de funcionalidade.

ELBPHILHARMONIE



NOME: ELBPHILHARMONIE

ANO: 2017

AUTOR/ES: HERZOG & DE MEURON

FUNCIÓN: MIXTA

LOCALIZACIÓN: HAMBURGO, ALEMANIA

ALTURA (METROS): 108m

☒ INTEGRACIÓN COA CONTORNA



Ilustración 107: Kaiserspeicher



Ilustración 106: Kaiserspeicher A

No ano 1875, no lugar onde hoxe se erixe a Elbphilharmonie, atopábase o antigo Kaiserspeicher (Herzog & de Meuron, s.d.). Era un edificio que sinalizaba o acceso ao Speicherstadt, un histórico complexo de almacéns construído entre 1885 e 1927. Este conxunto de edificios de ladrillo desempeñou un papel fundamental no desenvolvemento comercial de Hamburgo, xa que facilitaba o almacenamento e distribución de mercadorías que chegaban ao porto. Debido á súa relevancia dentro da historia económica e arquitectónica da cidade, en 2015 foi declarado Patrimonio da Humanidade pola UNESCO (UNESCO, s.d.) .

O Kaiserspeicher, sen embargo, sufriu graves danos durante a Segunda Guerra Mundial, o que afectou gravemente a súa estrutura. A deterioración causada polos bombardeos e o paso do tempo fixo que, en 1963, se decidise a súa demolición. O espazo que deixaba este emblemático edificio foi ocupado pouco despois polo Kaiserspeicher A, un novo almacén que, a pesar de modernizarse, conservaba en gran medida a estética do seu predecesor e mantiña a conexión visual coa contorna portuaria (Herzog & de Meuron, s.d.).

Co paso dos anos, a transformación urbana da zona levou á revalorización deste espazo, e o Kaiserspeicher A acabou converténdose na base estrutural sobre a que se levantou a Elbphilharmonie. Este proceso de reutilización permitiu que o novo edificio mantivese un vínculo coa súa historia, integrándose no contexto do porto de Hamburgo e asegurando que a pegada do pasado industrial da cidade persistise na súa arquitectura contemporánea (Herzog & de Meuron, s.d.).



Ilustración 108: Hamburgo no ano 1943

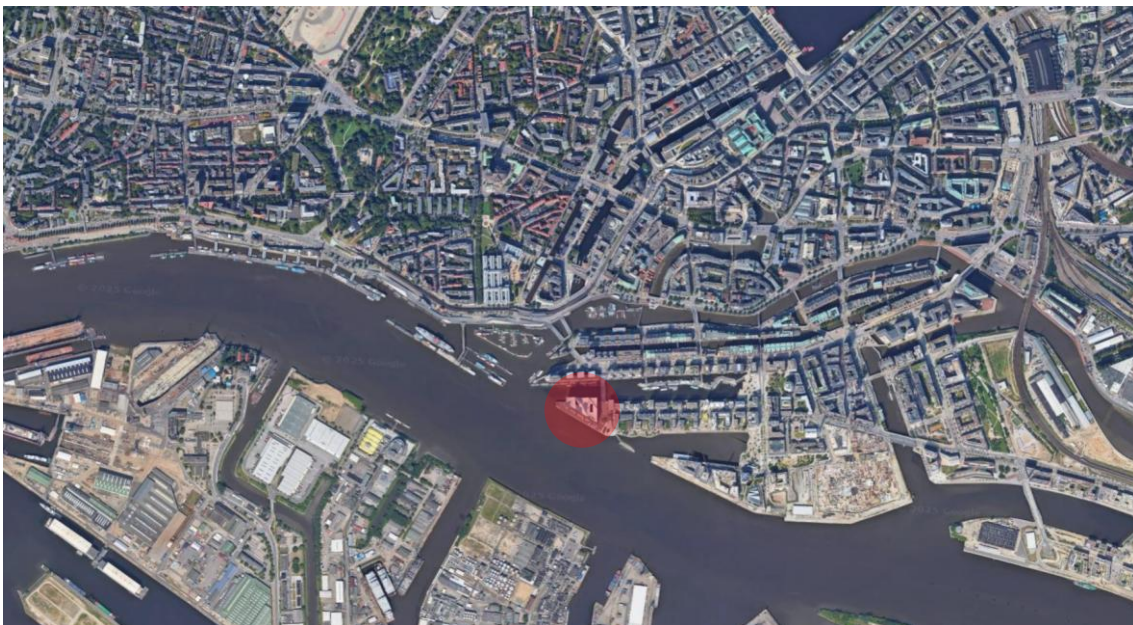


Ilustración 109: Localización da Elbphilharmonie

A Elbphilharmonie atópase nunha localización estratéxica e imponente no centro de Hamburgo, directamente sobre o río Elba. O edificio destaca na costa do porto, nun punto onde o río se encontra con áreas de forte actividade comercial e industrial. A súa posición única, ofrece unhas vistas espectaculares da cidade e do propio porto, que é un dos maiores e máis activos de Europa.

A área perimetral da Elbphilharmonie foi amplamente modificada ao longo dos anos, especialmente coa transformación da HafenCity, que se converteu nunha zona moderna de desenvolvemento urbano. Aínda así, ao atoparse sobre as bases dun edificio histórico, a Elbphilharmonie mantén o seu papel simbólico como punto de benvida á cidade. A súa localización, en pleno centro do porto de Hamburgo, segue sendo un lugar estratéxico e de gran relevancia, non só para os habitantes da cidade, senón tamén para os visitantes que chegan por mar. Así, o edificio non só conserva a súa función como marcador de entrada ao porto, senón que tamén se erixe como un referente cultural e arquitectónico que conecta o pasado industrial da zona co seu presente e futuro.



Ilustración 110: Integración volumétrica da Elbphilharmonie coa contorna

A integración da Elbphilharmonie é un exemplo destacado de harmonía entre a arquitectura moderna e o contorno histórico no que se insire. A súa base, construída sobre a estrutura do antigo Kaiserspeicher, respecta a morfoloxía e os materiais das edificacións circundantes, que presentan unha estética similar ás do Speicherstadt. Esta continuidade formal crea unha transición visual entre o pasado industrial da cidade e a nova proposta arquitectónica, permitindo que a nova estrutura se integre de maneira natural no tecido urbano.

Pola súa parte, a parte superior da Elbphilharmonie, caracterizada por un deseño contemporáneo e distintivo, establece unha clara vinculación co entorno natural. As súas tonalidades brillantes, que reflicten os matices do ceo e da auga do río Elba, favorecen unha mimetización coa contorna. Este xogo cromático non só destaca a nova estrutura senón que tamén a conecta de forma visual co paisaxe, creando un diálogo entre o espazo natural e a arquitectura que respecta as características locais sen renunciar á súa identidade contemporánea.



Ilustración 112: Implantación Elbphilharmonie



Ilustración 111: Praza da cota inferior próxima á Elbphilharmonie

En canto ao espazo circundante á obra, ao achegarnos ao volume da Elbphilharmonie, percíbese a importancia da súa localización, situada no extremo oeste do terreo. A súa posición estratéxica permite establecer conexións fluídas cos arredores mediante diversos elementos que facilitan o acceso e a integración coa cidade.

Na parte sur, atopamos unha escalinata e unha rampa que proporcionan unha ligazón directa co paseo que discorre ao longo da beira do río Elba, favorecendo así a continuidade do espazo público e mellorando a accesibilidade peonil. Ademais tamen conecta dous amplos espazos públicos que permiten un fluxo fluído de peóns .

Aínda que non se incorporou mobiliario urbano específico en ningunha as dúas prazas, fomentando así o uso destes espazos como pasaxe e non como permanencia para fomentar a permanencia no lugar, tanto para as persoas que acoden á Elbphilharmonie como para aquelas que simplemente atravesan a zona.

A priorización do uso destes espazos como zonas de paso é clara, xa que non se incorporou mobiliario urbano específico nas dúas prazas. Non entanto, nas escaleiras e en algúns espazos menos transitados, foron integrados bancos, permitindo a permanencia sen interrompir o tránsito. Deste xeito, os espazos destinados ao paso non se ven alterados, mentres que as zonas de descanso se sitúan en lugares menos concurridos, garantindo que o fluxo peonil non se vexa afectado

☒ CONTROL SOLAR



Ilustración 113: Recuamento da planta 8 da Elbphilharmonie para obter protección solar cos niveis superiores

O edificio da Elbphilharmonie non conta con elementos físicos especificamente deseñados para controlar ou reducir a entrada de luz solar, salvo o recuamento da planta 8, que actúa como punto de unión entre a base preexistente e a nova estrutura superior. Este espazo, concebido como unha área máis social e pública, inclúe usos como un bar e unha praza, favorecendo a interacción e a permanencia das persoas no lugar.

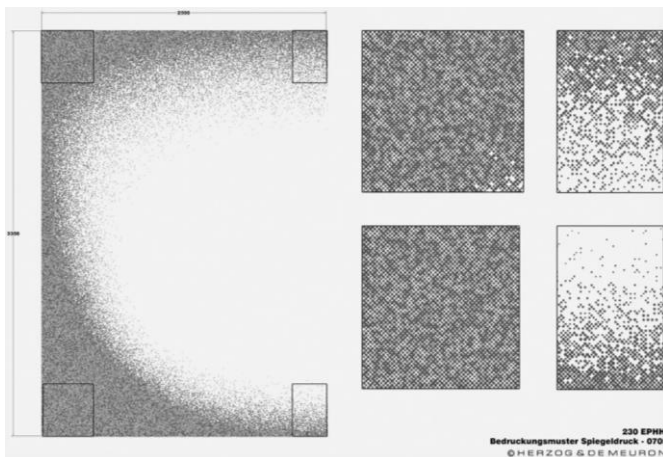


Ilustración 115: Pigmentación do vidro da Elbphilharmonie



Ilustración 114: Resultado da pigmentación do vidro da Elbphilharmonie

A nivel de protección solar, o edificio recorre principalmente á pigmentación dos seus vidros, unha solución que cumpre dúas funcións. A súa finalidade principal é evitar os reflexos da luz sobre a superficie do río Elba, reducindo a aparición de efectos ópticos como os chamados "barcos fantasmas". Ademais, de forma secundaria, esta pigmentación tamén axuda a controlar a entrada de luz solar ao interior do edificio, mellorando o confort solar e térmico sen comprometer a transparencia nin as vistas.



Ilustración 116: Cortinas na zona de hotel da Elbphilharmonie

A única zona do edificio que incorpora un sistema de protección solar externa é a destinada ao hotel, onde a natureza do seu uso fai necesario un mecanismo de control da radiación solar para garantir o confort dos hóspedes. Para iso, en lugar de optar por solucións fixas na envolvente, implementouse un sistema de cortinas interiores en cada habitación, permitindo que cada usuario regule de forma individualizada a entrada de luz natural segundo as súas necesidades.

☒ INTEGRACIÓN DE TIPOLOXÍAS E TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA

Nas plantas inferiores, onde a fachada corresponde á estrutura orixinal do antigo Kaiserspeicher, non se implementa o sistema de muro cortina. Este tipo de fachada aparece unicamente a partir da planta 8, nivel no que se establece a transición entre a preexistencia histórica e a nova intervención arquitectónica realizada por Herzog & Meuron.

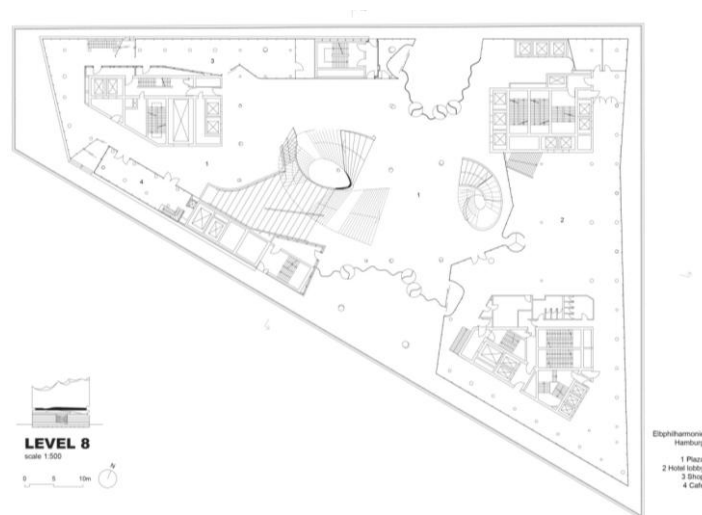


Ilustración 117: Planta 8 da Elbphilharmonie

Nesta planta, os espazos adquiren un carácter máis social e dinámico, priorizando unha relación constante co exterior. Para iso, o muro cortina exténdese por toda a periferia, configurándose como un elemento clave na integración visual e funcional do edificio. O sistema empregado é un unit system con ancoraxe estrutural, permitindo unha conexión directa coa paisaxe urbana e minimizando a presenza de perfilaría que puidese interromper a continuidade da visión.



Ilustración 118: Muro cortina da periferia e das entradas do nivel 8 da Elbphilharmonie

Cómpre destacar a singular morfoloxía do muro cortina empregado nas zonas de acceso e transición entre o interior e o exterior. Nestes puntos estratéxicos, adopta unha forma ondulante, diferenciándose do resto da fachada e subliñando a importancia destas conexións. Ademais, os mecanismos de apertura para o tránsito de persoas sitúanse na parte superior da estrutura, deixando completamente libre o espazo do pavimento, evitando así calquera tipo de obstáculo que poida interferir na circulación. Así pois, o seu soporte é unicamente horizontal, tanto na parte superior coma na inferior do vidro no caso dos elementos fixos, e superior nas partes movibles.

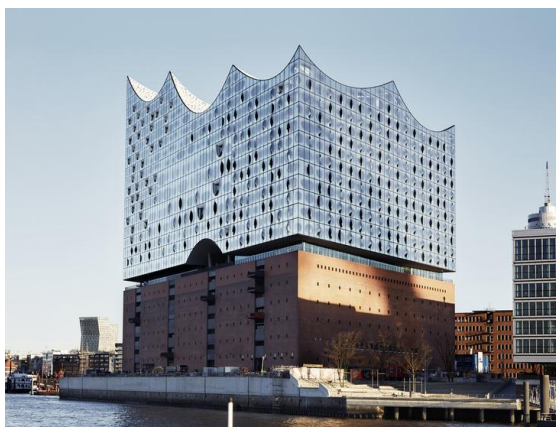


Ilustración 120: Arco que sinala a entrada e saída no piso 8 da Elbphilharmonie. Sur

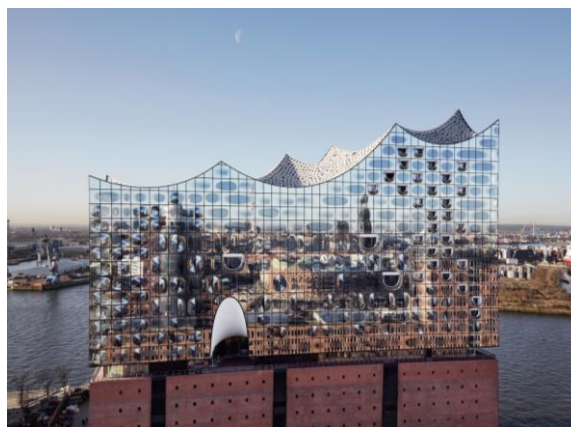


Ilustración 119: Arco que sinala a entrada e saída no piso 8 da Elbphilharmonie. Norte

As entradas ao edificio están destacadas mediante arcos que, desde o exterior, sinalan claramente a súa localización. Estes elementos arquitectónicos cumpren unha función tanto estética como funcional, xa que, ademais de marcar os puntos de acceso, contribúen á integración visual da fachada coa morfoloxía singular da estrutura.

Na parte sur, o arco preséntase cunha curvatura máis sutil, permitindo unha transición discreta entre o espazo urbano e o interior. Esta elección responde á menor incidencia solar nesta zona, polo que non require unha protección adicional contra a radiación. Ademais, a integración deste elemento na fachada reforza a continuidade do deseño sen romper a súa harmonía formal.

Pola contra, no sector norte, o arco alcanza maior altura e adquire unha presenza máis imponente no conxunto arquitectónico. Esta configuración responde a razóns funcionais e ambientais, xa que a maior exposición solar nesta orientación xustifica unha adaptación máis pronunciada da envolvente. Así, optimízase o confort térmico dos espazos interiores e refórzase o carácter icónico dos accesos á praza exterior do edificio.

No resto do edificio, o muro cortina empregado continúa sendo do tipo unit system, pero nesta parte utilízase un sistema de ancoraxe con montantes e travesaños. Esta modificación estrutural distingue visualmente as diferentes zonas da fachada, separando así as áreas de ocio e as zonas máis privadas ou de uso específico.

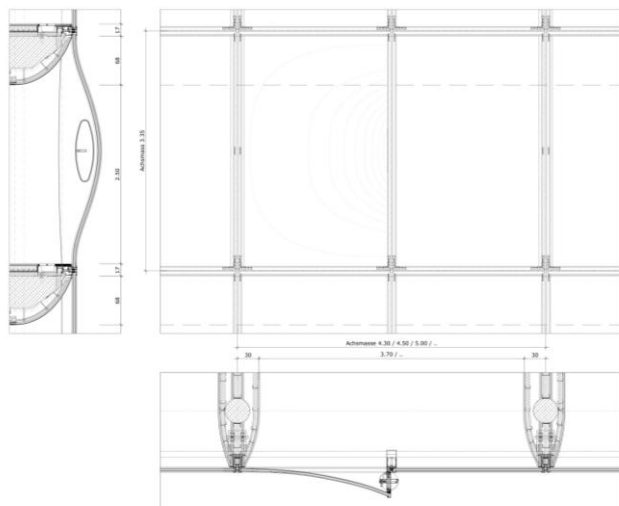


Ilustración 122: Detalle da morfoloxía de muro cortina na Elbphilharmonie con ondulación na vertical



Ilustración 121: Morfoloxía de muro cortina na Elbphilharmonie con ondulación na vertical

A primeira morfoloxía diferencial de muro cortina con ancoraxe montante e travesaño, está composta por un panel de vidro cunha ondulación na súa parte vertical, o cal sobresa e ou recúa lixeiramente da superficie da fachada. Esta configuración permite a incorporación dunha pequena xanela no espazo resultante, facilitando así a ventilación das estancias interiores mediante a pivotación desta. Ademais, dita solución arquitectónica cumpre con todos os requisitos de seguridade esixidos.

Esta tipoloxía de fachada non só contribúe á funcionalidade da edificación, senón que tamén reforza a súa identidade visual, ao xerar un xogo de luces e reflexos que varía segundo as condicións ambientais. A ondulación do vidro engade profundidade e dinamismo á envolvente, establecendo unha relación fluída entre o interior e o exterior sen comprometer a estanqueidade nin o illamento térmico da estrutura.

O seu uso esténdese de maneira sistemática ao longo da fachada, converténdose na solución predominante na nova envolvente arquitectónica. Esta elección responde tanto a criterios estéticos como funcionais, garantindo unha integración harmónica da nova intervención coa preexistencia, ao tempo que optimiza as condicións de iluminación e ventilación do edificio.

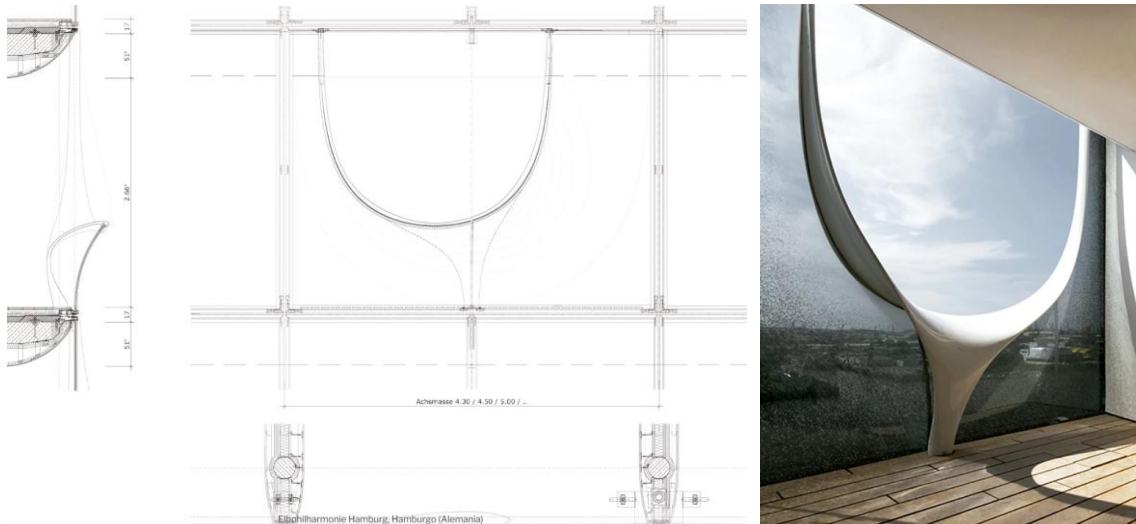


Ilustración 124: Detalle da morfoloxía de muro cortina na Elbphilharmonie con apertura na horizontal

Ilustración 123: Morfoloxía de muro cortina na Elbphilharmonie con apertura na horizontal

A segunda morfoloxía do muro cortina preséntase como resultado da "dobertura" horizontal do vidro, xerando unha apertura superior para favorecer a ventilación natural, mentres que a parte inferior garante a seguridade do espazo. Esta solución, implementada principalmente nas áreas de balcón, permite dispoñer de zonas exteriores accesibles sen comprometer a privacidade. Ademais de optimizar a relación entre o interior e o exterior, contribúe á integración estética da envolvente, mantendo a coherencia formal e funcional da intervención arquitectónica.



Ilustración 125: Muro cortina da planta 7 da Elbphilharmonie.

No descanso situado entre as escadas mecánicas de gran porte e as de menor tamaño, no nivel 7, atópase un muro cortina de menor escala, case imperceptible, que se diferencia dos sistemas predominantes no edificio. Neste caso, emprégase un sistema stick system, aínda que a información dispoñible non permite confirmar con total certeza a tipoloxía exacta da súa ancoraxe. Con todo, a súa configuración suxire unha ancoraxe montante e travesaño, en consonancia coa integración arquitectónica do conxunto. Tanto este muro cortina, coma as dúas tipoloxías anteriores, albergan un soporte de montante e travesaño, onde estes últimos son ocultos nos entrepisos, aos cales se fixa.

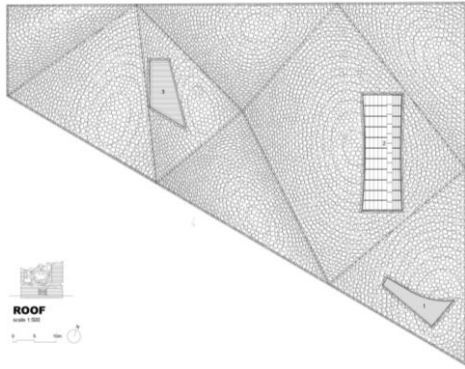


Ilustración 126: Planta de cobertura da Elbphilharmonie



Ilustración 127: Terraza Este da Elbphilharmonie

Por último, debemos destacar os muros cortina que aparecen nas terrazas. Hai dous espazos deste tipo na obra: un na fachada Este no nivel 20 e outro na fachada Oeste no nivel 21. Mentres tanto, o terceiro espazo que se aprecia na planta de cobertura é un patio interior, o cal crea unha luz superior e indirecta para as habitacións interiores do hotel, proporcionando luz natural dunha maneira que sería difícil de lograr doutro xeito. Este patio non só permite a entrada de luz natural ás estancias interiores do hotel, senón que tamén favorece unha atmosfera agradable e luminosa nas habitacións, contribuíndo á calidade do ambiente interior.

As terrazas, ao igual que o resto da obra, empregan o sistema de muro cortina Unit System con ancoraxe estrutural, o que reflicte a flexibilidade e adaptabilidade do sistema. A elección deste sistema en distintos puntos do edificio, como as terrazas e os patios interiores, resalta a capacidade do muro cortina para adaptarse a funcións diversas e cumprir requisitos técnicos e estéticos, consolidando a continuidade e a coherencia na intervención arquitectónica.

☒ ADAPTABILIDADE E FLEXIBILIDADE

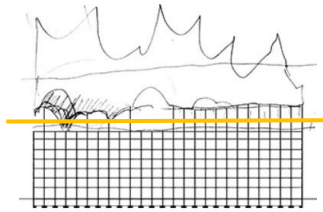


Ilustración 128: Esquema do volume da Elbphilharmonie



Filarmónica Philharmonic

- Sala principal y de cámara Main and chamber hall
- Vestíbulo Foyer
- Camerinos Backstage

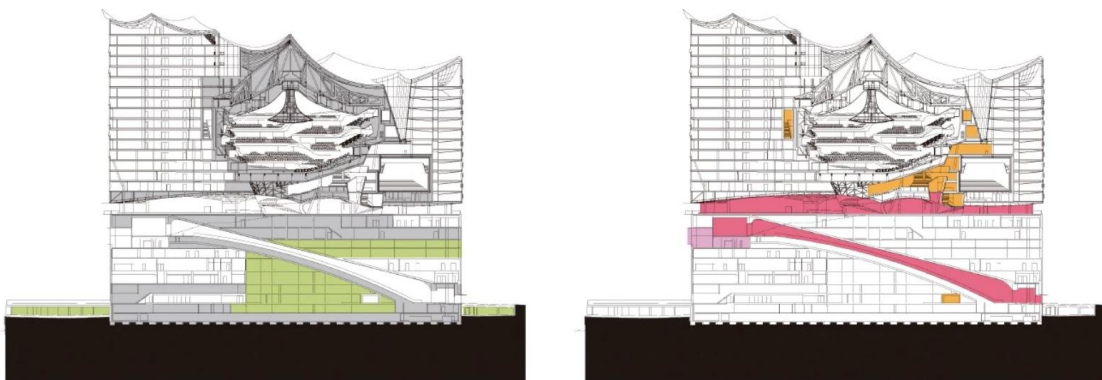
Vivienda Residencial

- Entrada Entrance
- Apartamentos Apartments
- Almacén Storage

Hotel Hotel

- Habitaciones Hotel rooms
- Área de conferencias Conference area

Ilustración 129: Esquemas de usos Elbphilharmonie



Instalaciones Services

- Aparcamiento Parking
- Áreas técnicas Technical areas

Plaza Plaza

- Escalera mecánica y plaza Escalator and plaza
- Restaurante Restaurant
- Vestíbulo Foyer

Ilustración 130: Esquemas de usos Elbphilharmonie

A función da obra pode dividirse en dúas volumetrías ben diferenciadas. A primeira corresponde á parte inferior, que conserva a fachada orixinal do antigo Kaiserspeicher A e alberga, maioritariamente, espazos nos que a iluminación natural non resulta esencial. Estes inclúen áreas funcionais como estacionamento, zonas técnicas e almacéns, que, en moitos casos, adoitan situarse en niveis subterráneos. Esta configuración responde a criterios de eficiencia e funcionalidade, optimizando o uso do volume preexistente para servizos esenciais que non requiren unha conexión visual directa co exterior. Porén, na planta 7, incorpóranse usos máis vinculados á interacción social e ao servizo ao público, como un restaurante e unha sala de conferencias, establecendo así unha transición progresiva cara aos espazos de maior apertura e relación co exterior.

A accesibilidade ao edificio está estruturada a través da súa fachada leste, que actúa como punto principal de ingreso tanto para vehículos como para peóns. A entrada principal está reforzada por unha gran escada mecánica que percorre o edificio dende a planta baixa ata a planta 7. A partir deste nivel, a conexión vertical continúa mediante escadas mecánicas de menor porte e tramos de escadas tradicionais, permitindo un acceso fluído e progresivo ata o nivel máis aberto da intervención.

Neste punto atópase a planta 8, a cal alberga unha praza que se estende tanto ao interior como ao exterior do edificio, actuando como un espazo de transición entre as dúas volumetrías. Neste nivel, utilízase un sistema de muro cortina diferenciado, con zonas que presentan unha configuración flexible e ondulante, mentres que outras optan por un deseño plano e máis convencional. Esta combinación de formas subliña a flexibilidade do sistema, adaptándose ás necesidades do espazo e reforzando a continuidade visual e espacial entre os interiores e os exteriores. Ademais, contribúe a crear un miradoiro urbano que favorece a interacción social, proporcionando amplas vistas panorámicas sobre o río Elba.

A praza non só conecta de forma significativa os diferentes volumes do edificio, senón que tamén marca o primeiro nivel no que o muro cortina se aplica de maneira intensiva. A súa presenza ao longo do perímetro da praza potencia a continuidade do proxecto, resolvendo as necesidades funcionais e estéticas do espazo. A elección dun sistema flexible e adaptado a diferentes requirimentos facilita que se poidan integrar múltiples usos no mesmo espazo sen comprometer a súa identidade ou funcionalidade.

Neste nivel, a planta alberga diversos usos que inclúen espazos de paso, áreas de estar como prazas e cafeterías, unha tenda e incluso espazos adicados a un hotel. A flexibilidade do muro cortina permite que todos estes usos se integren de forma coherente sen sacrificar as necesidades funcionais de cada área, mantendo a cohesión estética do edificio e favorecendo a interacción social entre as diferentes zonas. A relación entre os espazos interiores e exteriores queda reforzada por este sistema, que asegura a continuidade do proxecto en toda a súa extensión.



Ilustración 131: Fachada da Elbphilharmonie

A función das plantas superiores da Elbphilharmonie está completamente orientada a cumprir a súa finalidade principal como unha infraestrutura musical de prestixio, albergando todas as salas necesarias para iso, como as salas de cámara e concertos. Estes espazos son fundamentais para ofrecer unha oferta cultural de alto nivel na cidade, permitindo que a Elbphilharmonie se converta nun referente no mundo da música clásica e outros eventos artísticos.

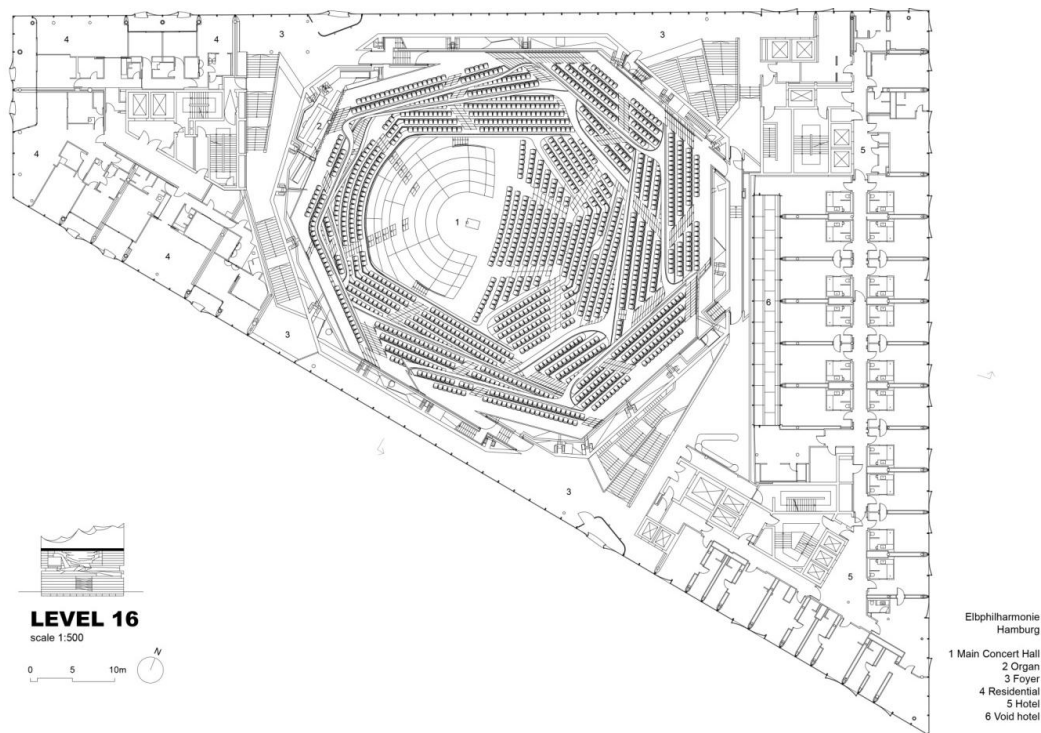


Ilustración 132: Planta 16 da Elbphilharmonie

Ademais das funcións musicais, as plantas superiores tamén albergan un hotel, que foi unha peza fundamental no proxecto desde o inicio. Este hotel está deseñado para ofrecer comodidade e servizo a aqueles que visitan Hamburgo para asistir aos eventos da sala de concertos e outras actividades culturais. A súa integración no complexo contribúe a reforzar a función social e cultural do edificio, proporcionando un espazo adicional que complementa a actividade artística principal.

Neste nivel, o muro cortina ten un papel destacado ao cubrir de maneira integral a nova volumetría do edificio. Non só responde á necesidade de ofrecer iluminación natural aos espazos interiores, senón tamén á intención de dotar ao edificio dunha identidade visual distintiva que reforza a súa presenza na paisaxe urbana de Hamburgo, establecendo un forte vínculo entre o interior e o exterior.

A combinación das diferentes morfologías do muro cortina engade un carácter único á fachada do edificio, onde as variacións de forma non só enriquecen a percepción do edificio, senón que tamén abordan necesidades técnicas, como a iluminación e ventilación. Este tipo de muro cortina é utilizado en varias áreas do edificio, incluíndo o hotel, os apartamentos e as zonas de servizo, como camerinos, o que reforza a flexibilidade do sistema e a súa capacidade de adaptarse a distintos usos sen comprometer a continuidade formal da fachada. Deste xeito, o muro cortina non só cumpre unha función estética, senón tamén técnica, ofrecendo unha solución eficaz que se adapta ás necesidades do edificio mantendo a súa cohesión visual e estrutural.

CASA DA MÚSICA



NOME: CASA DA MÚSICA

ANO: 2005

AUTOR: REM KOOLHAAS

FUNCIÓN: SALA DE CONCERTOS

LOCALIZACIÓN: PORTO, PORTUGAL

ALTURA (METROS): 35m

☒ INTEGRACIÓN COA CONTORNA



Ilustración 133: Localización da Casa da Música



Ilustración 134: Implantación da Casa da Música



Ilustración 135: Perspectiva aérea da Casa da Música

Casa da Música foi concluída no ano 2005, como resultado dos incentivos económicos concedidos a Portugal no marco do proxecto "Porto 2001 – Capital Europea da Cultura". Concibida como un equipamento cultural de referencia internacional, esta obra non só responde á necesidade dunha infraestrutura musical de gran escala na cidade, senón que tamén se configura como un elemento de transformación urbana e un símbolo da modernidade arquitectónica do Porto.

A súa morfoloxía, definida por un poliedro de 17 caras irregulares, confírelle unha presenza volumétrica de gran complexidade. A rotundidade da súa xeometría e a súa implantación no territorio fan que o edificio non se integre de maneira convencional na súa contorna. Pola contra, a súa chegada ao espazo urbano pode ser interpretada coma a dun meteoro que irrompe de forma abrupta no tecido da cidade, establecendo un forte contraste co contexto preexistente. Esta estratexia responde a unha intención deliberada de romper coa continuidade formal da envolvente, convertendo o edificio nun referente arquitectónico autónomo.

Fiel a esta narrativa, a intervención arquitectónica non se limita ao edificio en si, senón que se expande ao seu redor mediante a creación dunha ampla praza pública. Este espazo, caracterizado por superficies planas e onduladas, parece evocar a pegada do impacto da obra sobre a cidade, coma se fose o cráter resultante da súa aterrizaxe.



Ilustración 136: Praza exterior da Casa da Música. Autoría propia

Ademais de funcionar como antesala da Casa da Música ou como punto de contemplación da súa arquitectura, esta praza adquiriu un protagonismo propio dentro do tecido urbano. O seu deseño aberto e flexible propicia unha variedade de usos espontáneos, sendo apropiada pola poboación máis nova como lugar de encontro e lecer. Resulta habitual atopar nela actividades coma fútbol ou skate, converténdose nun espazo dinámico que excede a súa función inicial e que fortalece a relación entre a arquitectura e a vida urbana.



Ilustración 138: Un dos espazos comerciais da praza da Casa da Música



*Ilustración 137:
Entrada
estacionamento.
Autoría propia*



Ilustración 139: Un dos espazos comerciais da praza da Casa da Música

Baixo a súa superficie atópase un estacionamento subterráneo con capacidade para 600 vehículos, garantindo unha mellor accesibilidade ao complexo e facilitando o fluxo de visitantes e asistentes aos eventos. Ademais, debido á elevación do seu terreo, tanto ao carón da entrada ao estacionamento como no seu lado oposto da praza, creáronse dous espazos comerciais.

Desta maneira, a Casa da Música non só reconfigura a paisaxe arquitectónica do Porto, senón que tamén introduce unha nova concepción do espazo público. O proxecto de Rem Koolhaas, lonxe de seguir unha integración mimética, propón unha intervención que desafía a tradicional continuidade urbana e introduce unha reflexión máis ampla sobre o papel da arquitectura como elemento de transformación da cidade.

☒ CONTROL SOLAR

Esta obra non incorpora elementos físicos exteriores destinados á protección fronte á radiación solar, como pérgolas, lamas ou paneis de sombreado. A decisión de prescindir destes dispositivos responde á vontade de preservar a rotundidade formal do poliedro, sen alterar a súa morfoloxía con adicións externas. Así, a relación do edificio coa luz natural depende unicamente da disposición e orientación das súas fiestras de gran formato, que permiten a entrada de iluminación ao interior sen ningún tipo de filtrado ou protección adicional.

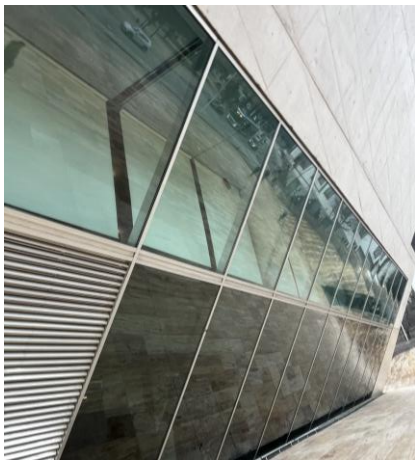


Ilustración 141: Estores da fachada Sureste da Casa da Música



Ilustración 142: Estores da fachada Suroeste da Casa da Música

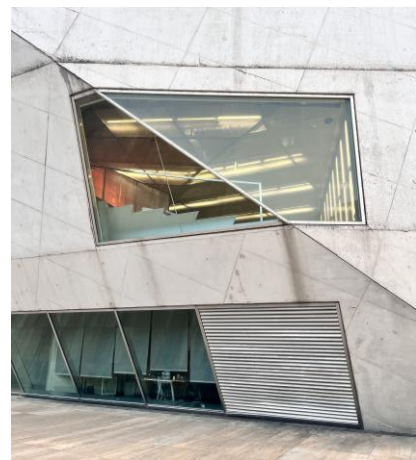


Ilustración 140: Estores da fachada Noreste da Casa da Música

Non obstante, na parte inferior onde se sitúa o espazo destinado a oficinas, empréganse estores como solución de control lumínico. Esta elección responde á necesidade de garantir unhas condicións óptimas para o traballo, regulando a incidencia directa da luz solar e reducindo posibles deslumbramentos ou sobreaquecemento da sala.

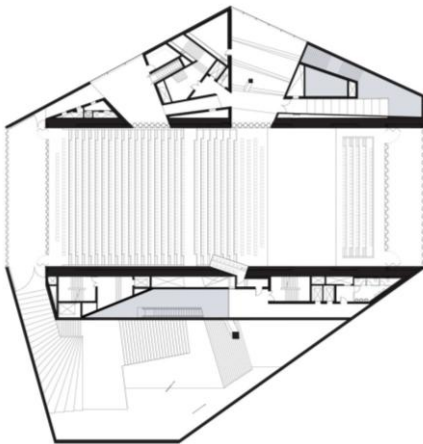


Ilustración 144: Planta correspondente á sala de concertos central da Casa a Música

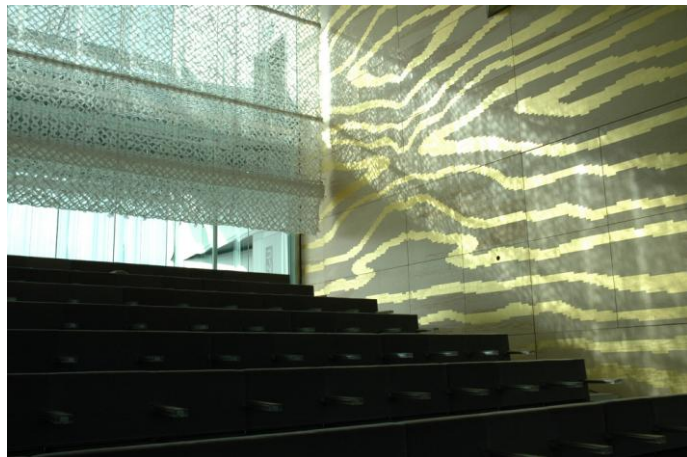


Ilustración 143: Estor Oeste da sala de concertos central da Casa a Música

Finalmente, a sala principal controla a incidencia solar grazas a cortinas e estores, que se colocan en diferentes zonas segundo a súa localización. Nos muros cortina Oeste e Este, que son os principais, xa que van na propia dirección da sala, empréganse estores na cara interna do muro cortina interior, que ademais aportan valor artístico, permitindo regular a luz sen comprometer a estética do espazo. Pola súa banda, nos restantes muros cortina que dan cara a esta sala (a norte e sur), colócanse cortinas negras na parte externa do muro cortina interior, para pasar máis desapercibidas e non interferir no uso das diferentes salas en simultáneo.

☒ INTEGRACIÓN DE TIPOLOXÍAS E TECNOLOXÍAS DO MURO CORTINA

A Casa da Música presenta unha variedade de muros cortina que, aínda que comparten a mesma tipoloxía estrutural, difiren tanto na súa morfoloxía como nos sistemas de ancoraxe empregados. Estes elementos non só desempeñan un papel fundamental na configuración estética do edificio, senón que tamén inflúen na súa relación co contorno e na maneira en que a luz natural penetra no interior.

A pesar das súas diferenzas, todos os muros cortina empregados na construción deste proxecto pertencen á tipoloxía stick system, un sistema que permite unha maior flexibilidade na instalación e adaptación aos requisitos específicos do deseño arquitectónico. Ademais, esta elección responde á necesidade de garantir unha integración harmoniosa entre a estrutura e os materiais empregados, favorecendo unha continuidade visual entre o espazo interior e o exterior.

Entre os distintos muros cortina, destaca especialmente aquel que presenta un maior interese arquitectónico e funcional e que capta a atención tanto de especialistas como do público xeral: o vidro ondulado presente nas fachadas Oeste e Este. Trátase dun vidro de ancoraxe estrutural, deseñado especificamente para minimizar a presenza de elementos de carpintería, co obxectivo de fortalecer a relación visual e espacial entre o interior do edificio e o seu contorno.

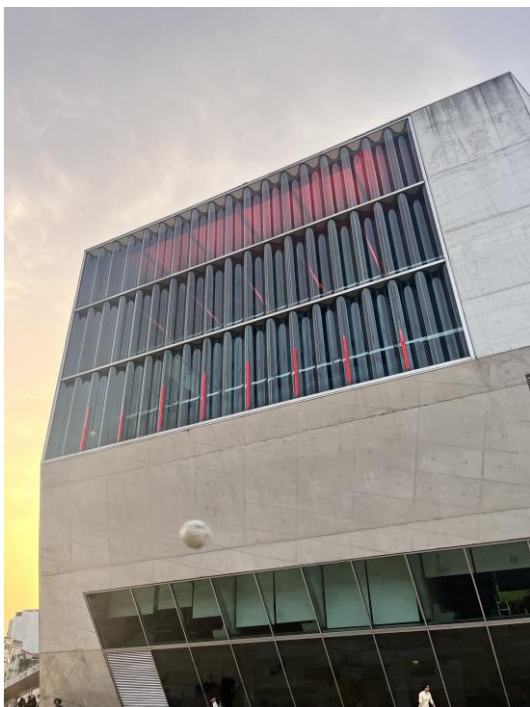


Ilustración 146: Muro cortina estrutural ondulado da fachada Este da Casa da Música. Autoría propia



Ilustración 145: Muro cortina estrutural ondulado da fachada Oeste da Casa da Música. Autoría propia

Ademais do seu impacto estético e da súa capacidade para maximizar a transparencia da envolvente, a elección do vidro ondulado responde a unha consideración fundamental ligada ao propio uso do edificio: a optimización das condicións acústicas. A superficie ondulada favorece un mellor rebote das ondas sonoras, evitando efectos de reverberación excesiva e garantindo unha difusión máis equilibrada do son no interior, aspecto crucial nun espazo aedicado á música.

Nas fachadas mencionadas, este sistema estrutúrase en tres franxas horizontais, unha solución adoptada debido ás limitacións técnicas en canto á altura das pezas de vidro. Esta configuración permite manter o equilibrio entre a esixencia estrutural e a intención de crear superficies de gran continuidade visual. Ademais, estas grandes aperturas de vidro ondulado non só cumpren unha función técnica e compositiva, senón que tamén teñen un forte impacto na percepción espacial do edificio, xa que destacan e enfatizan a parte central da obra: a sala de concertos principal.

Cómpre destacar que a fachada Oeste, ao estar orientada cara á Praça de Mouzinho de Albuquerque, constitúe a zona de maior visibilidade e expectación dentro do conxunto arquitectónico. Por este motivo, incorpora un sistema de xogos de luces LED, que permiten modificar a súa iluminación en función de diferentes eventos e ocasións especiais. Este recurso non só realza a presenza do edificio durante a noite, senón que tamén contribúe á súa identidade dinámica, reforzando o seu papel como un referente cultural e visual dentro da cidade.

Este tratamento da envolvente reflicte a importancia deste espazo dentro do proxecto global, marcándoo claramente como o núcleo do conxunto e reforzando a súa identidade dentro da linguaxe arquitectónica da Casa da Música, ao tempo que contribúe activamente á calidade acústica do ambiente interior.

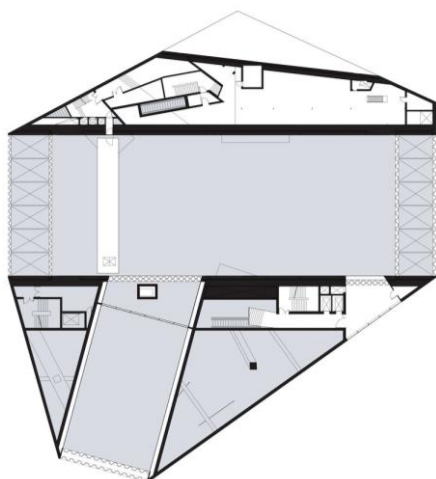


Ilustración 147: Segunda sala de maior relevancia na Casa da Música

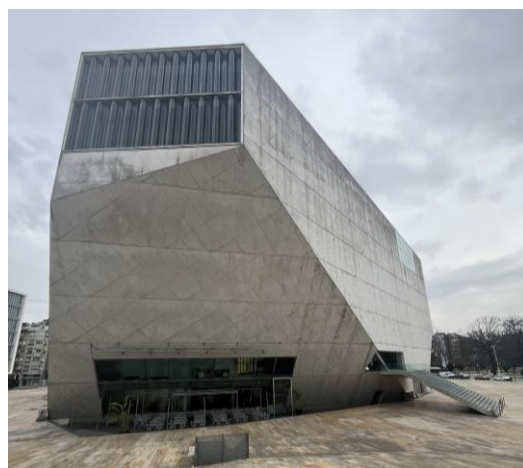


Ilustración 148: Fachada Sur da Casa da Música

Debe ser mencionada outra fachada que presenta a mesma tipoloxía, morfoloxía e sistema de ancoraxe de muro cortina, tratándose da fachada sur. Esta non foi abordada xunto coas anteriores debido a unha leve diferenza: neste caso, as franxas horizontais que subdividen o muro cortina son dúas en lugar de tres. A causa desta variación radica no feito de que se trata da segunda sala de concertos de maior tamaño da intervención, o que lle confire unha relevancia particular na composición da fachada. A pesar de que presenta características semellantes ás das fachadas previamente analizadas, distínguese delas polo seu tamaño e configuración, mantendo unha relación de continuidade pero con menor protagonismo no conxunto do proxecto.

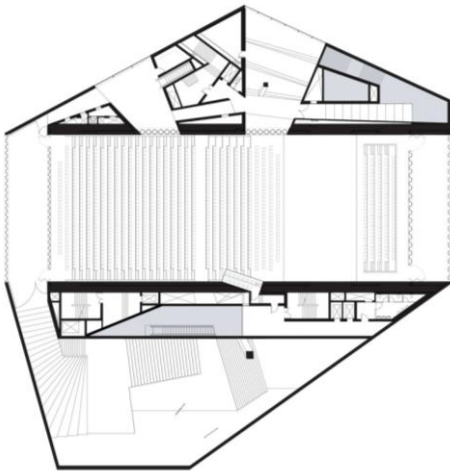
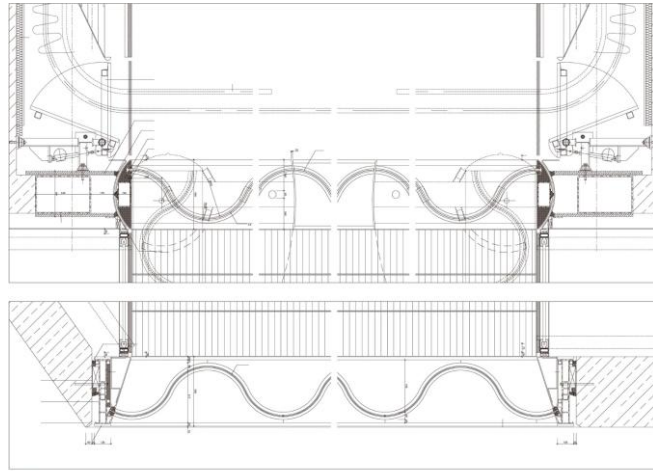


Ilustración 150: Planta da sala principal da Casa da Música



Fachada sala principal (sección horizontal) Grand auditorium facade (horizontal section)

Ilustración 149: Detalle técnico dos muro cortina da fachada da sala principal da Casa da Música



Ilustración 152: Lugar intermedio entre a fachada Este e a sala principal da Casa da Música



Ilustración 151: Apertura lateral do muro cortina interior da fachada Este da Casa da Música

De volta á sala principal, débese mencionar tamén os muros cortina interiores, situados nas fachadas oeste e este, que seguen a mesma lóxica e características que os muros exteriores. A diferenza radica na incorporación de dúas aperturas laterais que permiten o acceso á sala de concertos central. Non obstante, é importante sinalar que esta circulación non corresponde á circulación habitual, xa que, de xeito común, son empregadas dúas portas comúns laterais ao nivel desta sala central.



Ilustración 154: Segunda maior sala da Casa da Música. Autoría propia

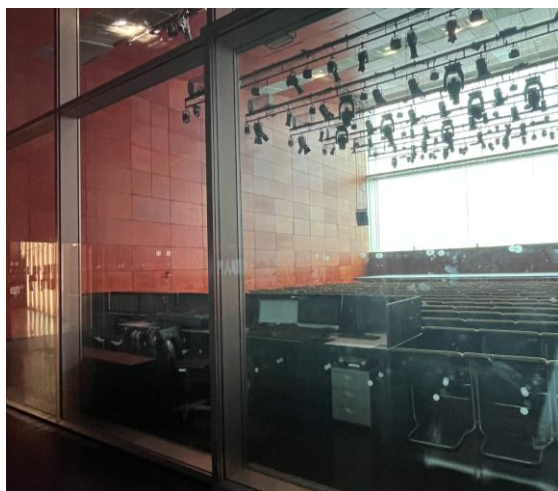


Ilustración 153: Muro cortina que separa da zona de paso da segunda maior sala da Casa da Música. Autoría propia

Ademais, a segunda sala de maior relevancia dentro da intervención, e xa tratada, tamén conta cun muro cortina interior, sen accesos, dado que o espazo intermedio entre a sala e o muro está destinado exclusivamente a funcións técnicas, como cámara de aire, e non é accesible. Esta sala inclúe tamén un segundo muro cortina interior, que a separa do espazo de tránsito, e que se executa mediante un sistema de ancoraxe montante e travesaño, con dobre vidro, para un mellor illamento acústico.



Ilustración 157: Muro cortina interior da sala morada da Casa da Música. Autoría propia

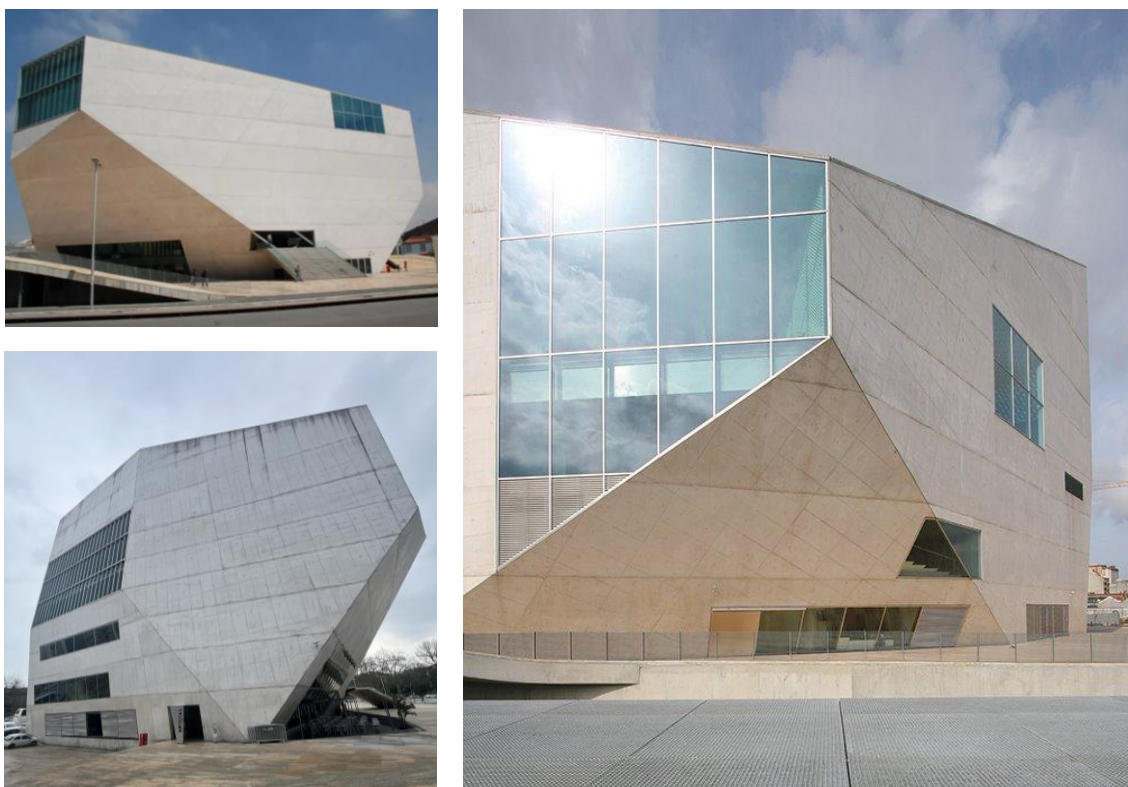


Ilustración 156: Vista cercana dun muro cortina interior duplo da Casa da Música. Autoría propia



Ilustración 155: Muro cortina interior da sala laranxa da Casa da Música

En relación aos muros cortina interiores, débese destacar os últimos, que resultan da integración das distintas salas e espazos que rodean a sala principal. Estes muros cortina están realizados con ancoraxe estrutural e vidro ondulado. A principal innovación radica no uso de vidro máis fino, o que require a incorporación de dobre vidro para garantir un adecuado illamento acústico, mellorando así as condicións acústicas dos espazos interiores.



Autoría propia



Ilustración 158: Conxunto de ilustracións que mostran os muros cortina con ancoraxe montante e travesaño exteriores da Casa da Música e dun dos seus espazos comerciais

Debe destacarse tamén os restantes muros cortina, todos exteriores no volume da obra da Casa da Música. Estes presentan un sistema de ancoraxe montante e travesaño, permitindo adaptarse á súa contorna urbana e estrutural. Comparten características cos utilizados nos espazos comerciais da praza exterior adxacente, reforzando a continuidade visual entre os diferentes volumes do edificio. Tanto estes muros cortina coma os restantes con vidro plano, teñen soporte montante e travesaño, mentres que nos de vidro ondulado, o soporte está composto unicamente por travesaños.

☒ ADAPTABILIDADE E FLEXIBILIDADE

Para iniciar este apartado, analizaranse os espazos exteriores construídos, nos que se sitúan as zonas comerciais. Estas foron concibidas sen un usuario final predeterminado, polo que se optou por un deseño de planta flexible, capaz de adaptarse a distintas necesidades e usos futuros. Esta estratexia de planificación garante a versatilidade dos establecementos comerciais, permitindo que o espazo evolucione en función das demandas cambiantes do contorno urbano.

En continuidade cos elementos exteriores, a praza destaca tamén pola súa alta flexibilidade e capacidade de adaptación. A súa configuración diáfana e aberta permite acoller unha ampla variedade de usos e actividades. Esta concepción responde á intención de crear un espazo público dinámico e integrador, favorecendo a interacción entre os diferentes ámbitos do conxunto arquitectónico e reforzando a conexión entre o edificio e a cidade.

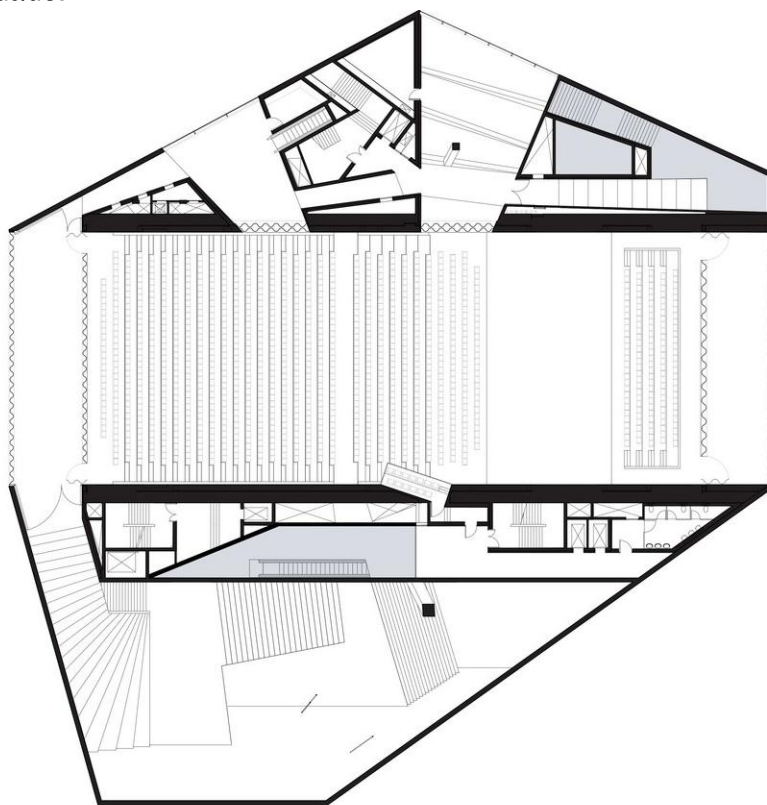


Ilustración 159: Planta correspondente á sala de concertos principal da Casa da Música

En relación ao volume da Casa da Música, resulta fundamental analizar os espazos comúns e as circulacións, os cales foron proxectados coa premisa de maximizar a continuidade espacial e a flexibilidade funcional. A súa configuración de planta non libre, busca favorecer a maior amplitude posible, permitindo a adaptación a distintos usos segundo as necesidades programáticas do edificio.



Ilustración 162: Segunda maior sala da Casa da Música, con cadeiras non fixas. Autoría propia



Ilustración 161: Unha das salas da Casa da Música, sen mobiliario. Autoría propia



Ilustración 160: Espazo intermedio entre muros cortina da fachada Este da Casa da Música. Autoría propia

Todas as salas, agás a central, presentan unha configuración versátil, permitindo a súa adaptación ás esixencias de cada evento. A segunda sala máis relevante acolle até 650 persoas en disposición diáfana ou 280 cadeiras móbiles priorizando o confort. A distribución espacial responde á capacidade do recinto, as características do público e o uso previsto. Por exemplo, un espectáculo infantil require maior espazo por persoa, facilitando a circulación e prevendo zonas adaptadas para carriños. En cambio, un concerto de jazz, cun público adulto, permite unha maior densidade, optimizando a capacidade sen comprometer a experiencia.

Esta flexibilidade programática ten un impacto directo nos espazos de circulación, que, segundo membros corporativos do staff, poden transformarse en áreas auxiliares, como zonas de bar. Esta adaptación permite, ademais, a apertura de portas que favorecen a expansión dos espazos de circulación e a súa apropiación segundo as necesidades do evento. A concepción destes espazos responde, por tanto, a un modelo dinámico e funcional, baseado tanto nos requirimentos dos visitantes como nas necesidades operativas do equipo de xestión do edificio.

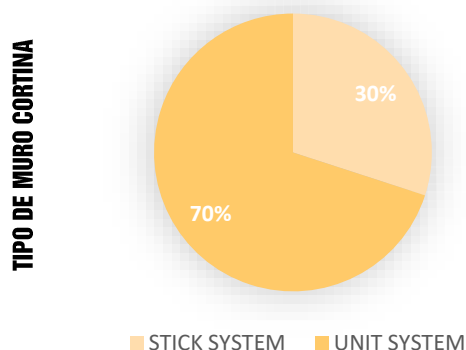
Cómpre subliñar que a edificación non se limita exclusivamente á función de espazo musical, senón que tamén alberga diversas actividades de carácter cultural e institucional, como conferencias, presentacións editoriais e outros eventos de índole social. Deste xeito, amplíase o espectro de usos posibles, onde tanto os espazos exteriores coma os interiores da Casa da Música se caracterizan pola súa flexibilidade e capacidade de adaptación a diferentes usos. A integración de solucións espaciais versátiles permite responder ás esixencias funcionais do edificio, garantindo a súa adecuación a múltiples actividades e favorecendo a interacción entre arquitectura, contorno urbano e usuarios

5. CONCLUSIONES

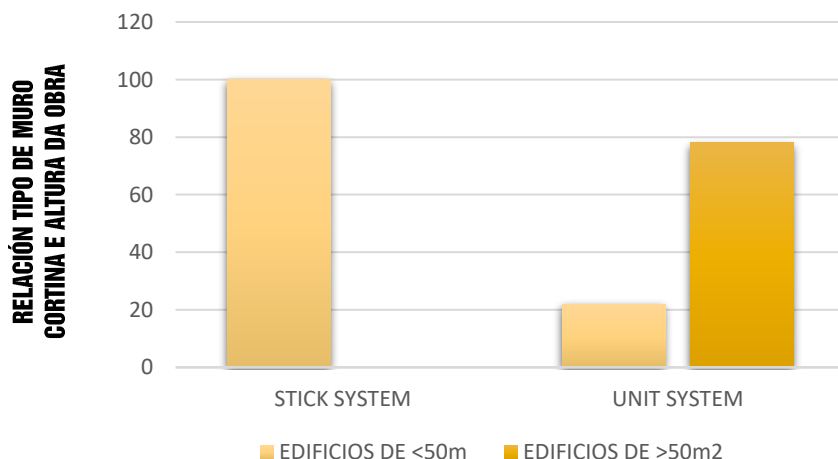


5.1. CONCLUSIONES XERAIS

Os sistemas de muro cortina representan unha solución construtiva amplamente utilizada na arquitectura contemporánea debido á súa versatilidade e adaptabilidade a diferentes contextos. Neste estudo analízanse as tipoloxías máis empregadas, así como os factores clave que inflúen na súa elección, desde a altura e o orzamento ata os requisitos específicos de cada proxecto. Ademais, explórase o impacto de elementos como a protección solar, os métodos de ancoraxe e a integración de tecnoloxías sostibles, ofrecendo unha visión global sobre as tendencias e particularidades destes sistemas en diversos tipos de edificación.



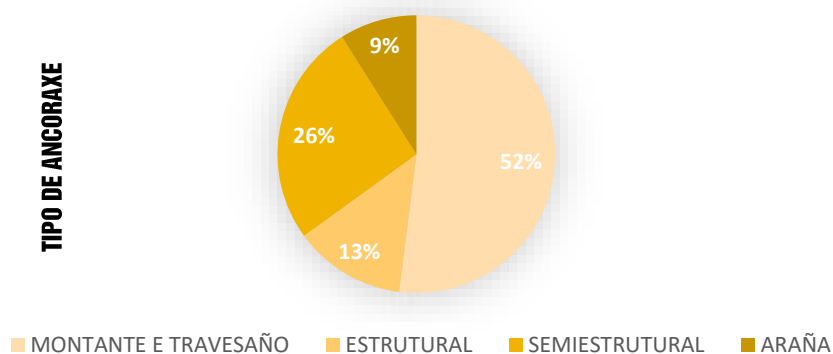
De acordo cos datos analizados, o sistema de muro cortina máis utilizado é o denominado *unit system*, que aparece en aproximadamente o 70% dos casos revisados. Esta elevada porcentaxe está directamente relacionada coa altura dos edificios, sen embargo, non é o único factor que inflúe na súa elección. Outros aspectos como o orzamento e os requisitos específicos do proxecto tamén teñen un impacto significativo, como se explicou na parte teórica deste traballo.



Por outra parte, o *stick system* é especialmente común en proxectos de menor altura, con edificios de menos de 50 metros, alcanzando o 100% dos casos nesta categoría. Este dato confirma a teoría exposta, que suxire que este sistema, debido ao seu proceso de instalación máis lento e manual, resulta máis adecuado para proxectos de menor envergadura.

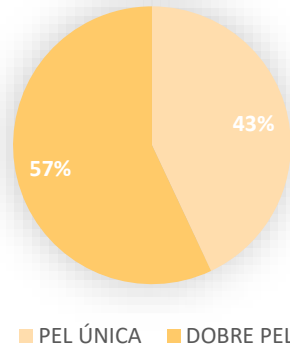
A pesar de que o *unit system* se asocia principalmente a edificios de maior altura, tamén se observa a súa aplicabilidade en proxectos de menor tamaño. Aproximadamente o 22% dos casos que empregan este sistema corresponden a edificios de menos de 50 metros. Esta flexibilidade débese, en boa medida, aos proxectos que dispoñen de orzamentos máis altos ou que presentan requisitos técnicos e funcionais máis específicos. Neste tipo de proxectos, as vantaxes da prefabricación e a rapidez na instalación do *unit system* xogan un papel clave, permitindo a súa implementación mesmo en edificios de menor escala.

Este panorama revela que, aínda que a altura do edificio é un factor clave á hora de decidir que sistema de muro cortina empregar, existen outros aspectos como o orzamento e as necesidades específicas do proxecto que tamén influen na elección do sistema. Isto permite a convivencia de diferentes solucións nun amplo abanico de contextos arquitectónicos.

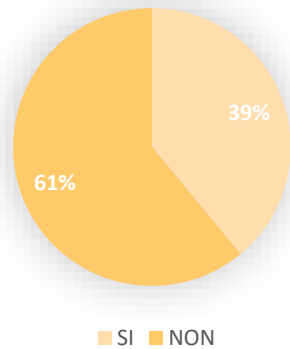


No que respecta aos métodos de ancoraxe, non se observa unha relación directa ou influente sobre os factores como a pel, a protección solar ou a inclusión de paneis solares, xa que estes elementos poden adaptarse a diversas morfoloxías e tipoloxías de proxectos. A excepción a isto é o ancoraxe tipo araña, que se identifica claramente como unha opción para un sistema de segunda pel, dado que o espazo entre os cristais non se ocupa por ningún outro elemento, segundo as especificacións das fichas técnicas.

PEL

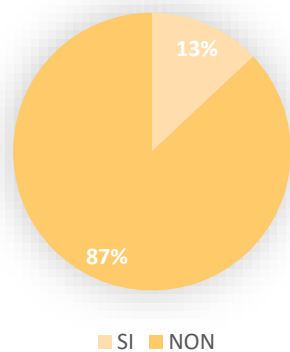


PROTECCIÓN SOLAR



Outro dato relevante é que a elección entre unha pel ou dúas non resulta decisiva, xa que aproximadamente a metade dos proxectos optan por cada opción. Con respecto á protección solar, si se detecta unha diferenza notable, xa que o 40% dos casos non inclúen ningunha protección solar específica. A maioría dos casos, case o 90%, optan por utilizar a propia dobre pel como solución para a protección solar.

PANEIS SOLARES



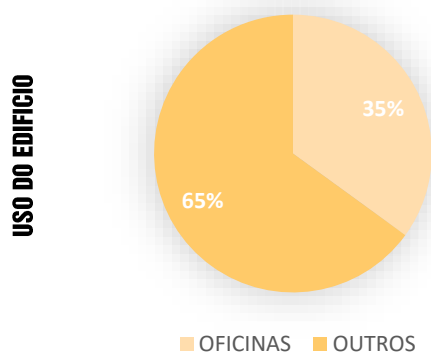
Finalmente, resulta significativo que só dous dos 23 edificios analizados presentan paneis solares na súa fachada. Este dato reflicte a baixa adopción desta tecnoloxía nos proxectos estudados, a pesar do seu gran potencial para mellorar a eficiencia enerxética e reducir o impacto ambiental das edificacións.

Un dos factores que poden explicar esta baixa presenza é o custo asociado á integración de paneis solares na fachada. En moitos proxectos, especialmente aqueles cun orzamento restritivo, esta solución pode resultar pouco viable debido ao investimento adicional que require tanto en materiais como en instalación.

Outro elemento a considerar son as restricións de deseño. Moitos dos edificios analizados teñen propostas arquitectónicas únicas ou complexas, onde a incorporación de paneis solares podería interferir coa estética ou alterar o concepto global do proxecto. Os arquitectos e deseñadores priorizan con frecuencia a coherencia visual e formal sobre a inclusión destas tecnoloxías, que poden ser implementadas en lugares menos impactantes, coma a cobertura.

Por outra parte, as solucións tecnolóxicas empregadas adoitan estar enfocadas en optimizar outros aspectos, como a ventilación, a iluminación natural ou as propiedades térmicas, relegando a xeración de enerxía a un segundo plano. Isto tamén reflicte unha falta de integración holística que combine diferentes sistemas para alcanzar un equilibrio entre funcionalidade e sustentabilidade.

A análise reflicte unha oportunidade de mellora no ámbito da arquitectura sostible, evidenciando a necesidade de fomentar a integración de solucións máis innovadoras e respectuosas co medio ambiente nos proxectos futuros.



Con isto, desbotamos as ideoloxías tradicionais que vinculaban o muro cortina exclusivamente a edificios de gran altura destinados a oficinas ou espazos de traballo. Na realidade, esta solución construtiva aparece en tan só o 35% dos casos analizados e adoita empregarse tamén en edificios de usos mixtos, como museos e outras tipoloxías, evidenciando a súa versatilidade tanto funcional como estética. Ademais, o muro cortina demostra a súa adaptabilidade a distintos contextos e necesidades arquitectónicas, empregándose en edificios de diferentes alturas, localizacións e funcións, consolidándose como unha opción flexible e creativa.

Unha vez vistas as conclusións derivadas dos datos recollidos nas fichas, é posible chegar a unha nova reflexión, baseada agora na información visual obtida dos 23 edificios analizados. Ademais, tamén se considera a información de outros edificios que, por falta de datos, non foron incluídos na análise, tal e como se mencionou previamente. Neste sentido, cabe destacar que é posible realizar unha nova clasificación dos muros cortina, concretamente, segundo o tipo de soporte utilizado, un elemento esencial para garantir tanto a estabilidade estrutural como a seguridade do conxunto.

A pesar de que a clasificación dos sistemas de soporte nos muros cortina non se atopa suficientemente documentada na literatura técnica actual, unha análise minuciosa das aplicacións prácticas na arquitectura contemporánea permite identificar diversas tipoloxías predominantes. Cabe sinalar que, dada a constante evolución no ámbito da arquitectura e a enxeñaría estrutural, poden emerxer novas solucións tecnolóxicas que amplíen ou adapten as categorías existentes, tanto das que se mencionaron anteriormente como das de nova clasificación. Por tanto, esta tipoloxía debe ser entendida como dinámica, aberta a futuras incorporacións, en función dos avances en materiais e enfoques de deseño.

Unha das maiores dificultades á hora de clasificar os sistemas de soporte nos muros cortina radica na dificultade de obter información precisa desde o exterior do edificio. Esta complexidade implica que, para lograr unha clasificación exacta, é necesario dispoñer de datos accesibles dende o interior do edificio. A pesar diso, as seguintes tipoloxías de soporte son as máis destacadas no contexto dos muros cortina.

O sistema de montante e travesaño é unha das solucións máis comúns e estandarizadas nos muros cortina. Neste sistema, a estrutura está composta por montantes verticais e travesaños horizontais, xeralmente fabricados con perfís metálicos de materiais como aluminio ou aceiro. A principal vantaxe deste sistema radica na súa notable flexibilidade, que lle permite adaptarse a unha ampla variedade de tipoloxías arquitectónicas. Ademais, proporciona unha distribución equilibrada das cargas, xa que tanto os montantes como os travesaños desempeñan un papel esencial no soporte estrutural, repartindo eficientemente as cargas verticais e horizontais.

Nalgúns casos, o sistema de soporte pode estar composto exclusivamente por montantes verticais. Neste tipo de configuración, os montantes están deseñados para soportar tanto as cargas verticais, derivadas do peso propio do sistema, como as cargas horizontais, especialmente aquelas inducidas polo vento.

Este sistema resulta especialmente adecuado para proxectos nos que se busca reducir ao mínimo a presenza de elementos horizontais, favorecendo a percepción de altura ou cando a concepción arquitectónica esixe un deseño predominantemente vertical. É relevante tamén destacar que existen variantes que incorporan materiais alternativos, como o vidro laminado de alta resistencia, para satisfacer requisitos estéticos ou funcionais específicos. Non obstante, para garantir a estabilidade do sistema, é fundamental empregar materiais de alta resistencia nos montantes, sendo común reforzar este tipo de configuración mediante ancoraxes adicionais á estrutura principal do edificio.

Unha das solucións máis innovadoras no campo dos soportes para muros cortina é o sistema baseado en cables. Este sistema utiliza redes de cables de aceiro inoxidable ou materiais alternativos de alta resistencia para soste os paneis de vidro mediante a tensión xerada polos cables, reducindo considerablemente o uso de elementos estruturais sólidos. Normalmente, este sistema utilízase de forma horizontal, deixando os montantes verticais como os principais soportes. Este sistema resulta particularmente adecuado para espazos arquitectónicos onde se busca maximizar a transparencia e crear unha sensación de amplitude.

5.2. CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

Tras o estudo dos casos analizados, pódese concluír que a relación destes edificios coa súa contorna varía en función da integración coa praza e da transparencia da súa envolvente. The Shard presenta a maior conexión, ao dispor dun muro cortina continuo que fomenta a interacción visual e dunha praza directamente vinculada á estación de tren. A Tour Saint-Gobain, cun volume transparente de menor altura, suaviza a transición coa súa praza, aínda que cunha relación menos inmediata. A Casa da Música, a pesar de contar cun espazo aberto circundante, presenta unha integración máis reducida debido á opacidade da súa envolvente. Finalmente, a Elbphilharmonie posúe a praza máis afastada, xa que a súa base maciza interrompe a continuidade entre o interior e o espazo público.

En termos de altura, todos os edificios respectan a escala da súa contorna, agás The Shard, que se destaca de maneira significativa na paisaxe da ribeira sur do Támesis, impoñéndose sobre as edificacións circundantes. O uso do muro cortina na parte inferior está directamente relacionado coa integración urbana dos edificios. Tanto The Shard como a Tour Saint-Gobain recorren a este sistema para garantir transparencia e continuidade espacial, mentres que a Casa da Música emprega en menor medida esta solución, o que reduce a súa relación co espazo exterior. Pola súa banda, a Elbphilharmonie conserva a estrutura opaca dun antigo almacén na súa base, limitando a conexión visual co exterior, compensándoo coa volumetría acristalada superior.

O control solar nestes edificios baséase en solucións simples, como estores ou cortinas. Unha excepción é The Shard, que incorpora unha dobre pel de vidro para protección solar e ventilación. Non obstante, nas plantas 0 a 9, onde desaparece esta dobre pel, só se dispoñen estores como mecanismo de control solar. Para compensar esta ausencia, estas plantas presentan un recuamento e elementos horizontais de vidro tintado, que proporcionan sombra e reducen a exposición solar. A Elbphilharmonie tamén incorpora un recuamento na súa planta 8, mellorando así a protección solar desta zona.

No caso da Tour Saint-Gobain, a envolvente en determinadas áreas emprega unha pel exterior con ancoraxe tipo araña, permitindo maior entrada de luz natural e aireación controlada grazas ao espazo entre os vidros. Esta estratexia favorece a integración de vexetación na fachada, promovendo unha maior relación entre o edificio e o seu entorno natural. Pola contra, a Casa da Música carece dun control solar efectivo, o que provoca un efecto invernadoiro, incrementando a temperatura interior e afectando o confort ambiental, especialmente nas épocas máis cálidas do ano.

A selección das tipoloxías construtivas e dos sistemas de muro cortina responde a criterios de eficiencia e rapidez na execución, en lugar de decisións puramente estéticas. The Shard e a Tour Saint-Gobain combinan diferentes sistemas en función da superficie a cubrir: en áreas menores emprégase o sistema stick, mentres que en superficies máis amplas optan polo unit system, optimizando o proceso construtivo. A Elbphilharmonie, a pesar de non tratarse dun edificio de gran altura, tamén emprega o unit system para adaptarse ás formas curvas da súa morfoloxía. En contraste, a Casa da Música recorre exclusivamente ao sistema stick, adaptándose mellor ás súas fachadas de xeometría irregular ou lisa.

Ademais, nas zonas de maior tránsito, como a base dos edificios, nos tres casos nos que se emprega muro cortina nesta área, The Shard, Tour Saint-Gobain e Casa da Música, optouse polo sistema stick. Isto demostra que a elección non responde unicamente a criterios estéticos, xa que este sistema ofrece un acabado menos uniforme en comparación co unit system. A súa aplicación nestas zonas obedece a razóns de accesibilidade, mantemento e facilidade de instalación.

A elección das tecnoloxías de muro cortina tamén responde ás necesidades de ventilación e contacto co exterior. Un exemplo disto é a Tour Saint-Gobain, onde se emprega un sistema de ancoraxe tipo araña en certas áreas, permitindo maior transparencia e aireación natural. Nos restantes edificios, a envolvente mantense máis hermética, priorizando o control climático e a continuidade formal da fachada.

En canto á flexibilidade e adaptabilidade do sistema de muro cortina, dous dos edificios dispoñen dunha planta libre cun núcleo de circulación central, permitindo unha distribución flexible do espazo. Esta condición non está presente nos edificios destinados a funcións musicais, onde a sala de concertos ocupa a zona central. Así mesmo, dous dos catro edificios inclúen espazos de contemplación ou ocio en distintos niveis, reforzando a súa flexibilidade programática. Finalmente, dous dos edificios integran áreas dedicadas á vexetación, subliñando a importancia da sustentabilidade e da conexión entre arquitectura e natureza. Este enfoque mellora as condicións ambientais e fortalece a relación entre os edificios e o seu contexto urbano.

En conclusión, a análise amosa que a elección das tipoloxías e tecnoloxías responde a criterios de eficiencia construtiva, integración urbana e funcionalidade. A adaptabilidade destes sistemas responde ás necesidades específicas de cada proxecto, garantindo transparencia, ventilación e confort. Non obstante, as solucións de control solar, aínda que presentes, son limitadas e deberían ser parte dun deseño máis integral da envolvente arquitectónica.

Obxectivo 1: Identificar diferentes tecnoloxías empregadas no muro cortina en edificios referenciais do século XXI en Europa.

Foron identificadas dúas tipoloxías de muro cortina, as cales se representan en unit system e stick system, sendo a primeira delas maiormente representada en edificios de mais de 50m de altura, e o segundo en menor a esa altura. O cal representa na práctica a teoría estudada no marco teórico desta dissertación.

En relación coas tecnoloxías empregadas, estas foron clasificadas en catro categorías principais, as cales non se exclúen entre si, podendo coexistir de forma simultánea:

- Anoraxe: Observouse un claro predominio do sistema de montante e travesaño en comparación coas solucións semiestruturais, estruturais e de araña (*spider system*), sendo este último o menos utilizado, presente unicamente no 9 % dos casos analizados.
- Pel: Existe unha distribución equilibrada entre os edificios que incorporan unha dobre pel e aqueles que optan por unha única envolvente.
- Protección solar: A maioría das obras estudadas carecen de sistemas de protección solar, superando en número ás que si contan con estes elementos.
- Paneis solares: Esta categoría presenta o maior desequilibrio, xa que só 2 das 23 obras analizadas incorporan este tipo de solucións.

Estas tecnoloxías proporcionan un panorama detallado das solucións máis comúns empregadas nos muros cortina en edificios referenciais do século XXI en Europa. A identificación destas tipoloxías e a súa distribución en función de características específicas, como a altura dos edificios e a tipoloxía arquitectónica, permiten observar as principais tendencias e características destes sistemas en diferentes tipos de edificación, evidenciando tanto a súa adaptabilidade como as posibles áreas de mellora.

Son así, identificadas as principais tecnoloxías empregadas no muro cortina, que axudarán a responder ao segundo obxectivo desta dissertación.

Obxectivo 2: Definir os contributos que o sistema aporta á arquitectura europea do século XXI.

O sistema de muro cortina exerce unha influencia significativa na arquitectura europea do século XXI, destacándose como unha solución construtiva clave en diversos contextos arquitectónicos. A súa implementación, especialmente no unit system, facilita a instalación rápida mediante o uso de unidades prefabricadas, o que resulta crucial en proxectos de gran escala onde a eficiencia temporal é fundamental. Pola súa banda, o stick system é particularmente adecuado para edificios nos que se requiren solucións máis complexas ou de menor superficie, xa que ofrece maior flexibilidade, aínda que cun tempo de instalación máis longo.

En termos de integración coa contorna, o sistema de muro cortina optimiza a conexión visual e física co entorno circundante, mellorando a interacción co espazo público. Isto implica que os edificios que empregan este sistema contribúen á apertura e accesibilidade dos espazos urbanos, favorecendo a percepción de continuidade entre o interior e o exterior. Como consecuencia, a arquitectura baseada no muro cortina adoita potenciar a vitalidade das áreas urbanas nas que se implanta, especialmente en prazas e zonas de tránsito, onde fomenta a relación entre o edificio e a vida da cidade.

A flexibilidade do muro cortina tamén permite a súa adaptación a diversas tipoloxías de edificios, desde oficinas e espazos culturais ata edificios de usos mixtos, consolidándose como unha solución arquitectónica versátil que se adapta a distintas necesidades e funcións. No entanto, a protección solar utilizada nestes sistemas adoita ser sinxela, a base de estores ou cortinas, aínda que existen casos específicos que incorporan unha dobre pel de vidro, mellorando así a eficiencia enerxética. A integración de paneis solares nas fachadas, a pesar de ser tecnoloxicamente viable, segue a ser pouco común, o que suxire unha oportunidade de mellora na sustentabilidade dos proxectos futuros.

En resumo, o sistema de muro cortina destaca pola súa eficiencia construtiva, flexibilidade e capacidade de integración co contorno urbano. Non obstante, a súa evolución cara a solucións máis avanzadas en termos de protección solar e eficiencia enerxética será decisiva para o seu impacto futuro na arquitectura sostible.

REFERENCIAS



- Albarelo, L., Digneffe, F., Hiernaux, J.-P., Maroy, C., Ruquoi, D., & Saint-Georges, P. (1997). *Práticas e métodos de investigação em ciências sociais*. Lisboa: Gradiva.
- Altunkeyik, E. (3 de Outubro de 2019). *Curtain Wall; Analysis of European Office Buildings with Design and Retrofitting Strategies of the Curtain Wall*. Obtido de POLITesi. Politecnico Milano 1863: <https://www.politesi.polimi.it/handle/10589/149769>
- American Architectural Manufacturers Association. (2019). *American Architectural Manufacturers Association Curtain Wall Manual 2019*. Schaumburg: American Architectural Manufacturers Association.
- Arán Molina, Y. (Xuño de 2011). *Fachadas ligeras. Muro cortina*. Obtido de Riunet: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11911/PFC%20MUROS%20CORTINA.pdf>
- Araujo, R., & Ferrés, X. (2004). *Revista Tectónica No 16. Muro cortina*. Obtido de Archivo Digital de la Universidad Politécnica de Madrid: <https://oa.upm.es/48686/>
- Arboleya Velázquez, P. (Xuño de 2019). *Evolución técnica de la carpintería metálica en las últimas décadas*. Obtido de Archivo digital de la Universidad Politécnica de Madrid: <https://oa.upm.es/55890/>
- ASCE. (s.d.). ASCE. Obtido em 26 de Novembro de 2024, de <https://www.asce.org/>
- ASTM International. (1969). Standard Test Method for Water Penetration of Exterior Windows, Skylights, Doors, and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference. West Conshohocken, Pennsylvania, Estados Unidos. Obtido de <https://www.astm.org/>
- ASTM International. (1971). Standard Test Method for Structural Performance of Exterior Windows, Doors, Skylights, and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference. West Conshohocken, Pennsylvania, Estados Unidos. Obtido de <https://www.astm.org/>
- ASTM International. (1973). ASTM E283-73: Standard Test Method for Determining Rate of Air Leakage Through Exterior Windows, Curtain Walls, and Doors Under Specified Pressure Differences Across the Specimen. West Conshohocken, Pennsylvania, Estados Unidos. Obtido de ASTM: <https://www.astm.org/>
- Batista, B., Nascimento, A., da Rocha Branco Alcantara Alves, A. T., Uihôa, A., Capela, C., Venturine, C., . . . Barros da Silva, P. (2021). *Reflexões em torno de Metodologias de Investigação: recolha de dados* (Vol. 2). (U. Editora, Ed.) Aveiro: Universidade de Aveiro.
- BENSON. (s.d.). *Secretaría de la ONU*. Obtido de BENSON: <https://www.bensonglobal.com/portfolio-item/un-secretariat/>
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto: Porto Editora.
- Camacho Martínez, R. (Xaneiro de 2019). *Muro cortina modular: análisis del sistema y propuesta de mejoras*. Obtido de Archivo Digital de la Universidad Politécnica de Madrid: <https://oa.upm.es/54089/>

- Cantero Esquerdo, L. (Xuño de 2022). *La Halle au Blé de París: la primera gran cúpula de hierro fundido*. Obtido de Archivo Digital de la Universidad Politécnica de Madrid: https://oa.upm.es/70629/1/TFG_Junio2022_Cantero_Esquerdo_Laura.pdf
- Carmenado Vaquero, L. (Xaneiro de 2016). *ESTÍMULOS Y REACCIONES: Fachadas dinámicas ante el sol, el viento y la temperatura*. Obtido de Archivo Digital de la Universidad Politécnica de Madrid: <https://oa.upm.es/39236/>
- Committee on Curtain Wall Systems of the Architectural Engineering Institute of the the American Society of Civil Engineers. (2013). *Curtain Wall Systems: A Primer*. Reston: American Society of Civil Engineers. Obtido de <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/10490/1/Curtain%20Wall%20Systems%20A%20Primer.pdf>
- Crosbie, M. (2005). *Curtain Walls: Recent Developments*. Basel: Birkhäuser Architecture.
- Curtis, W. (1996). *Modern Architecture Since 1900*. Londres: Phaidon Press. Obtido de <https://archive.org/details/modernarchitectu0000curt/mode/2up>
- Detroit Steel Products Company. (1920). *Window walls: Their cost and their advantages*. Detroit : Detroit Steel Products Company.
- docomomo. (27 de Abril de 2017). *Renovación de fachadas del campus de la Sede de las Naciones Unidas*. Obtido de docomomo: <https://docomomo-us.org/news/united-nations-headquarters-campus-renovation-of-facades>
- Domínguez, J. (2018). *Introducción a la Arquitectura (material da aula)*. A Coruña: Escola Técnica Superior Arquitectura Coruña.
- El Messeid, R. (Setembro de 2019). Architecture and City Branding: Role of Iconic buildings. *Engineering Research Journal*, A100-A110. Obtido de https://journals.ekb.eg/article_122520.html
- Englhardt, O. (2012). Advanced Building Skins 2012. *Advanced Building Skins: International Conference on Building Envelope Design and Technology* (pp. 1-287). Graz: advanced building skins - Building Envelope Design and Technology.
- Epstein. (2 de Marzo de 2022). *Epstein's Top 100 Projects: #20: Tour Maine-Montparnasse*. Obtido de EPSTEIN: <https://www.epsteinglobal.com/news/epsteins-top-100-projects-20-tour-maine-montparnasse>
- Facade Tectonics Institute. (2018). SKINS on Campus: Brinding industry and academia in pursuit of better buildings and urban habitat. *Advanced Building Skins*. 2, pp. 1-580. Los Ángeles: Tectonic Press. Obtido de <https://www.facadetectonics.org/download/hoobxdqcbgjflubqfzcbhxevxgpwxbilw dg>
- FGIA. (s.d.). *FGIA*. Obtido em 26 de Novembro de 2024, de <https://fgiaonline.org/>
- Fitch Marston, J. (Marzo de 1955). THE CURTAIN WALL. *SCIENTIFIC AMERICAN MAGAZINE*, 192, 44-49. Obtido de <https://www.jstor.org/stable/24944576>

- Fosters Partners. (s.d.). *Foster and Partners: Projects / Willis Building*. Obtido de <https://www.fosterandpartners.com/projects/willis-building>
- Frampton, K. (1980). *Modern Architecture: A Critical History*. Londres: Thames and Hudson.
- Gil, A. C. (1995). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. São Paulo: Atlas S.A.
- Groat, L., & Wang, D. (2002). *Architectural Research Methods*. New York: John Wiley & Sons. Obtido de ResearchGate.
- Gropius, W. (1913). DIE ENTWICKLUNG MODERNER INDUSTRIEBAUKUNST. Em *DIE KUNST IN INDUSTRIE UND HANDEL* (pp. 17-22). Berlín: Deutscher Werkbund.
- Hart, F., Henn, W., & Sontag, H. (1976). *El Atlas de la construcción metálica*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A.
- heintges. (s.d.). *Fachadas de la Sede de las Naciones Unidas*. Obtido de heintges: <https://heintges.com/united-nations-headquarters/>
- Henry Hope & Sons. (1912). *HOPE'S Catalogue of Metal Windows*. Birmingham: Established A.D.
- Herzog & de Meuron. (s.d.). *230 Filarmónica del Elba de Hamburgo*. Obtido de Herzog & de Meuron: <https://www.herzogdemeuron.com/projects/230-elbphilharmonie-hamburg/>
- Heynen, H. (2004). Avant-Garde. Em R. Stephen Sennott, *Encyclopedia of 20th-century* (Vol. 1, pp. 175-178). New York & London: Taylor & Francis.
- Jencks, C. (2005). *The Iconic Building: The Power of Enigma*. Londres: Frances Lincoln.
- Jerome, P. (4 de Abril de 2014). THE MID-CENTURY MODERNIST SINGLE-GLAZED CURTAIN WALL IS AN ENDANGERED SPECIES. *marketplace newspaper*, p. 46. Obtido de marketplace newspaper.
- Korn, A. (1968). *Glass in Modern Architecture of the Bauhaus Period*. New York: G. Braziller.
- Krippner, R., Lang, W., & Herzog, T. (2004). *Facade Construction Manual*. Munich: Detail.
- Krippner, R., Lang, W., & Herzog, T. (2017). *Facade Construction Manual* (Segunda ed.). Munich: Detail.
- Kroll, A. (17 de Marzo de 2011). *Clásicos de AD: Naciones Unidas / Wallace K. Harrison*. Obtido de ArchDaily: <https://www.archdaily.com/119581/ad-classics-united-nations-wallace-k-harrison>
- Laredo Torres, T. (27 de Xuño de 2023). *Tratamientos escenográficos en las pieles arquitectónicas : de la experiencia fenomenológica a la experiencia antropológica*. Obtido de Archivo Digital de la Universidad Politécnica de Madrid: <https://oa.upm.es/74134/>
- Lauret Aguirregabiria, B. (2018). *Evolución Histórica: Muro Cortina, Lucernarios y Vidrio Estructural*. Obtido de Archivo Digital de la Universidad Politécnica de Madrid: <https://oa.upm.es/52520/>

- Le Corbusier, .. (1923). *Vers une Architecture*. París: Editions G. Crès et Cie.
- López Canto, M. (15 de Febreiro de 2019). *Cerramientos en la arquitectura contemporánea. Uso del vidrio estudio y análisis del muro cortina*. Obtido de RiuNet: <https://riunet.upv.es/handle/10251/118146>
- Maldonado de Castro, P. R. (Febreiro de 2013). *SOSTENIBILIDAD EN LA EDIFICACIÓN. GESTIÓN DE LOS RESIDUOS. COMPARACIÓN ENTRE PROCESOS CONSTRUCTIVOS: FACHADAS CONVENCIONALES Y MURO CORTINA*. Obtido de Universitat Politècnica de Catalunya: <http://hdl.handle.net/2099.1/18566>
- Manterola, J. (Xaneiro/Febrero de 1987). *Informes de la construcción. Vol. 38, n.º 387: HIGH TECH*. CSIC. Obtido em Abril de 2024, de <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/1672/1865>
- Merin, G. (5 de Xullo de 2013). *Clásicos de AD: El Palacio de Cristal / Joseph Paxton*. Obtido de ArchDaily: <https://www.archdaily.com/397949/ad-classic-the-crystal-palace-joseph-paxton>
- Miguel García, S. d. (2015). *Donde se rompen las nubes : Lever House : Nueva York 1950*. Obtido de Archivo Digital de la Universidad Politécnica de Madrid: <https://oa.upm.es/40369/>
- Montaldo, I. D. (2021). *Lever House, el rascacielos de cristal. La canonización del tipo*. Obtido de Redalyc: <https://www.redalyc.org/journal/6997/699773385001/699773385001.pdf>
- Muñiz Rey, C. (11 de Xaneiro de 2016). *Incidencia de la normativa en el muro cortina*. Obtido de RiuNet: <https://aula3tfg.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/02/muc3b1iz-rey-claudia-tfg.pdf>
- Murray, S. (2009). *Contemporary Curtain Wall Architecture*. New York: Princeton Architectural Press.
- Murray, S. (s.d.). *The Curtain Wall in Architectural Education: Technology, History and Design*. Obtido de <https://www.acsa-arch.org/proceedings/Annual%20Meeting%20Proceedings/ACSA.AM.97/ACSA.AM.97.73.pdf>
- Pagnotta, B. (19 de Marzo de 2017). *Clásicos de Arquitectura: Maison de Verre / Pierre Chareau + Bernard Bijvoet*. Obtido de ArchDaily: <https://www.archdaily.cl/cl/867409/clasicos-de-arquitectura-maison-de-verre-pierre-chareau-plus-bernard-bijvoet>
- Pascucci, D. (27 de Febreiro de 2014). *Clásicos AD: Torre Pirelli / Gio Ponti, Pier Luigi Nervi*. Obtido de ArchDaily: <https://www.archdaily.com/481062/ad-classics-pirelli-tower-gio-ponti-pier-luigi-nervi>
- Perez, A. (26 de Maio de 2014). *Clásicos de Arquitectura: Seagram Building / Mies van der Rohe*. Obtido de ArchDaily: <https://www.archdaily.cl/cl/02-364394/clasicos-de-arquitectura-seagram-building-mies-van-der-rohe>
- Piedrafita Pérez, J. (2015). *Integración de energías renovables en la Arquitectura. La piel fotovoltaica*. Obtido de ZAGUAN: Repositorio Institucional de Documentos

- de la Universidad de Zaragoza: <https://zaguan.unizar.es/record/48528/files/TAZ-TFG-2015-3766.pdf>
- Quero Calzado, L. (Xullo de 2021). *Tras el muro cortina. Un análisis de rascacielos americanos, 1945-1969*. Obtido de Archivo Digital de la Universidad Politécnica de Madrid: <https://oa.upm.es/67615/>
- Real Academia Española . (s.d.). *Real Academia Española*. Obtido de : <https://dle.rae.es/referencia>
- Real Academia Galega. (s.d.). *Real Academia Galega*. Obtido de <https://academia.gal/inicio>
- Roig, J., & Batlle, E. (2004). *Revista Tectónica No.16: Muro Cortina* (Vol. 16). Barcelona: ATC EDICIONES, S. L. Obtido de https://issuu.com/noelurban/docs/tectonica_16_muro_cortina
- Scheerbart, P. (1914). *Glass Architecture*. Obtido em Setembro de 2024, de <https://hts3.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/12/scheerbart-glass-architecture.pdf>
- Schofield, J. (1984). *The building of London: From the Conquest to the Great Fire*. Londres: British Museum Publications Ltd. Obtido de <https://archive.org/details/buildingoflondon0000scho/page/8/mode/2up>
- Swason, & Saarinen. (Decembro de 1947). A university campus plan under way. *Architectural Record*, 71-87. Obtido de <https://www.architecturalrecord.com/ext/resources/archives/backissues/1947-12.pdf?-696970800>
- Transsolar. (s.d.). *Tour M2 Saint-Gobain, La Défense – Courbevoie, France*. Obtido de Transsolar: <https://transsolar.com/projects/paris-courbevoie-tour-m2-la-defense-saint-gobain>
- Traqueia, A., Euzébio, C., Soares, D., Pacheco, E., Taveira, E., Bernardo, I., . . . Soares, T. (2020). *Reflexões em torno a Metodologias de Investigação: métodos (vol. 1)*. Aveiro: UA Editora.
- UMA. (Decembro de 2010). *UMA-03: Walter Gropius I (Etapa europea: 1910 a 1937)*. Obtido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65203501/UMA03.WalterGropius.I-libre.pdf?1608189822=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DWalter_Gropius_Etapa_europea_1910_1937.pdf&Expires=1718927784&Signature=IO4f~w75mLA8M9esIntTVi76JOFJca4IerHfmXBZA
- UNESCO. (s.d.). *Área de Speicherstadt y barrio de Kontorhaus con el edificio Chilehaus*. Obtido de UNESCO: <https://whc.unesco.org/es/list/1467>
- UNESCO. (s.d.). *Lista del Patrimonio Mundial*. Obtido de UNESCO: <https://whc.unesco.org/es/list/>
- Watts, A. (2019). *Modern Construction Envelopes: Systems for architectural design and prototyping* (3 ed.). London: Birkhauser.

- Weingard, R. (Xaneiro de 2003). *Engineering Legends: William Le Baron Jenney and Tung-Yen Lin*. Obtido de ASCE Library:
[https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/\(ASCE\)1532-6748\(2003\)3%3A1\(61\)](https://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/(ASCE)1532-6748(2003)3%3A1(61))
- Wong Wan Sie, W. (Novembro de 2007). *Analysis and Design of Curtain Wall Systems for High Rise Buildings*. Obtido de University of Southern Queensland:
https://sear.unisq.edu.au/3883/1/Wong_Wan_Sie_2007.pdf
- Yeomans, D. (1998). The pre-history of the curtain wall. *Construction History*, 59-82.
Obtido de <http://www.jstor.org/stable/41601861>

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES



ILUSTRACIÓN 1: GRÁFICA DO EMPREGO DO TERMO "MURO CORTINA" 1938-2007. GRÁFICA REALIZADA POR THE AVERY INDEX, UN PROGRAMA DO GETTY RESEARCH INSTITUTE. RETIRADA DO LIBRO THE CURTAIN WALL IN ARCHITECTURAL EDUCATION: TECHNOLOGY, HISTORY AND DESIGN.....	25
ILUSTRACIÓN 2: DISEÑO DO CRYSTAL PALACE, LONDRES, 1851.....	31
ILUSTRACIÓN 3: O CONSIDERADO PRIMEIRO RAÑACEOS, HOME INSURANCE BUILDING, CHICAGO, 1885.....	33
ILUSTRACIÓN 4: DISEÑO DO PROTOTIPO DOM-INO DE LE CORBUSIER.....	34
ILUSTRACIÓN 5: BAUHAUS E A SÚA ICÓNICA FACHADA ACRISTALADA, DESSAU.....	36
ILUSTRACIÓN 6: EQUITABLE LOAN BUILDING, DE PIETRO BELLUSCHI. 1948.....	40
ILUSTRACIÓN 7: UNHA DAS FACHADAS PRINCIPAIS, REALIZADA CON MURO CORTINA DO EDIFICIO DA ORGANIZACIÓN DAS NAÇÕES UNIDAS.....	43
ILUSTRACIÓN 8: EDIFICIO DA ORGANIZACIÓN DAS NAÇÕES UNIDAS NO SEU CONXUNTO....	43
ILUSTRACIÓN 9: DETALLE DO MURO CORTINA DO LEVER HOUSE.....	45
ILUSTRACIÓN 10: EDIFICIO LEVER HOUSE EN 1952.....	45
ILUSTRACIÓN 11: EDIFICIO LEVER HOUSE.....	45
ILUSTRACIÓN 12: FACHADA CON MURO CORTINA DO LEVER HOUSE.....	45
ILUSTRACIÓN 13: BUILDING COLOCACIÓN DUN DOS MÓDULOS DE ALUMINIO DA FACHADA EN 1952.....	46
ILUSTRACIÓN 14: EXTERIOR DO ALCOA.....	46
ILUSTRACIÓN 15: MURO CORTINA CON VIDRO CON PORTECCIÓN SOLAR.....	48
ILUSTRACIÓN 16: SECCIÓN VERTICAL DO SEAGRAM. RECORTE DO TRABALLO DE LUCÍA QUERO CALZADO.....	48
ILUSTRACIÓN 17: SEAGRAM NOS ANOS 60'S.....	48
ILUSTRACIÓN 18: DETALLE DO MURO CORTINA ORIXINAL DA TORRE PIRELLI.....	49
ILUSTRACIÓN 19: TORRE PIRELLI NO SEU CONTEXTO URBÁN.....	49
ILUSTRACIÓN 20: TOUR MONTPARNASSE, COA ENVOLVENTE REALIZADA E PODENDO COMPROBAR O MURO CORTINA.....	53
ILUSTRACIÓN 21: CONSTRUCCIÓN DA FACHADA DE MURO CORTINA DA TOUR MONTPARNASSE.....	53
ILUSTRACIÓN 22: TOUR MONTPARNASSE NO SEU CONTEXTO URBÁN.....	53
ILUSTRACIÓN 23: WILLIS FABER AND DUMAS HEADQUARTERS, IPSWICH, INGLATERRA.....	54
ILUSTRACIÓN 24: DETALLE FOTOGRÁFICO DO MURO CORTINA WILLIS FABER AND DUMAS HEADQUARTERS, IPSWICH, INGLATERRA.....	54
ILUSTRACIÓN 25: EDIFICIO INSTITUTO DO MUNDO ÁRABE, PARÍS, FRANCIA.....	55
ILUSTRACIÓN 26: DETALLE FACHADA DINÁMICA DO INSTITUTO DO MUNDO ÁRABE, PARÍS, FRANCIA.....	55
ILUSTRACIÓN 27: BIBLIOTECA POMPEU FABRA, BARCELONA, 1996.....	56
ILUSTRACIÓN 28: ACADEMIA MONT CENIS, ALEMAÑA, 1999.....	57
ILUSTRACIÓN 29: MUMOK – MUSEO DE ARTE MODERNO, VIENA, 2001.....	60
ILUSTRACIÓN 30: CENTRO XUDÍO DE MUNICH, 2007.....	60
ILUSTRACIÓN 31: INFORMATION, COMMUNICATIONS AND MEDIA CENTRE, COTTBUS, ALEMAÑA, 2004.....	60
ILUSTRACIÓN 32: ESQUEMA COAS DIFERENTES OPCÍONS DE APERTURA NUNHA FACHADA DE DOBRE PEL. RECORTE RETIRADO DO LIBRO FACADE CONSTRUCTION MANUAL.....	61
ILUSTRACIÓN 33: AL BAHR TOWERS, ABU DHABI, 2009, FACHADA SOMBREAMENTO DINÁMICO EN 2012.....	63
ILUSTRACIÓN 34: WILLIAM J. CLINTON PRESIDENTIAL CENTER.....	65
ILUSTRACIÓN 35: SPERTUS INSTITUTE OF JEWISH STUDIES.....	65
ILUSTRACIÓN 36: SEATTLE PUBLIC LIBRARY.....	66
ILUSTRACIÓN 37: BLUE TOWER.....	66

ILUSTRACIÓN 38: ONE OMOTESANDO.....	66
ILUSTRACIÓN 39: PARQUE DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA LA SALLE, BARCELONA, 2001 ...	70
ILUSTRACIÓN 40: TORRE DE CRISTAL, MADRID, 2009.....	72
ILUSTRACIÓN 41: TORRE CASTELAR, MADRID, 1986	72
ILUSTRACIÓN 42: ANCORAXE MONTANTE E TRAVESAÑO. UNIT SYSTEM	78
ILUSTRACIÓN 43: ANCORAXE MONTANTE E TRAVESAÑO. STICK SYSTEM.....	78
ILUSTRACIÓN 44: ANCORAXE ESTRUTURAL. UNIT SYSTEM	79
ILUSTRACIÓN 45: ANCORAXE ESTRUTURAL. STICK SYSTEM.....	79
ILUSTRACIÓN 46: ANCORAXE SEMIESTRUTURAL. STICK SYSTEM	79
ILUSTRACIÓN 47: ANCORAXE SEMIESTRUTURAL. UNIT SYSTEM	79
ILUSTRACIÓN 48: ANCORAXE ARAÑA. STICK SYSTEM.....	80
ILUSTRACIÓN 49: LONDRES 2008	111
ILUSTRACIÓN 50: LONDRES 2013.....	111
ILUSTRACIÓN 51: LONDRES 2018.....	111
ILUSTRACIÓN 52: INTEGRACIÓN ENTRE ALTURAS DO THE SHARD. AUTORÍA PROPIA	113
ILUSTRACIÓN 53: INTEGRACIÓN DIFERENTES NÍVEIS DO THE SHARD E ESTACIÓN LONDON BRIDGE.....	113
ILUSTRACIÓN 54: INTEGRACIÓN DO THE SHARD COA RÚA E O GUY'S HOSPITAL	114
ILUSTRACIÓN 55: INTEGRACIÓN COA RÚA DO THE SHARD. AUTORÍA PROPIA.....	114
ILUSTRACIÓN 56: INTEGRACIÓN DETALLADA COA ESTACIÓN DE TREN A SURESTE DO THE SHARD. AUTORÍA PROPIA	115
ILUSTRACIÓN 57: INTEGRACIÓN COA ESTACIÓN DE TREN A SURESTE DO THE SHARD. AUTORÍA PROPIA	115
ILUSTRACIÓN 58: INTEGRACIÓN DETALLADA COA ESTACIÓN DE TREN A NORTE DO THE SHARD. AUTORÍA PROPIA	116
ILUSTRACIÓN 59: INTEGRACIÓN COA ESTACIÓN DE TREN A NORTE DO THE SHARD. AUTORÍA PROPIA	116
ILUSTRACIÓN 60: "PRAZA" A NORTE DO THE SHARD.....	117
ILUSTRACIÓN 61: DOBRE PEL DO THE SHARD. AUTORÍA PROPIA	118
ILUSTRACIÓN 62: DOBRE PEL, CANTO DO THE SHARD. AUTORÍA PROPIA.....	118
ILUSTRACIÓN 63: CORTE + ESQUEMAS DE AUTORÍA PROPIA DO THE SHARD.....	119
ILUSTRACIÓN 64: ESTORES MOTORIZADOS ENTRE AMBAS PELES DO THE SHARD. AUTORÍA PROPIA	119
ILUSTRACIÓN 65: HABITACIÓN DE HOTEL CON DOBRE ESTOR NO THE SHARD	120
ILUSTRACIÓN 66: RESTAURANTE AQUA SHARD, NO THE SHARD.	120
ILUSTRACIÓN 67: VOLADIZO DE CONTROL SOLAR NO THE SHARD. AUTORÍA PROPIA	121
ILUSTRACIÓN 68: PEL EXTERIOR CON ANCORAXE SEMIESTRUTURAL DO THE SHARD. AUTORÍA PROPIA	122
ILUSTRACIÓN 69: PEL INTERIOR CON ANCORAXE MONTANTE E TRAVESAÑO DO THE SHARD. AUTORÍA PROPIA	122
ILUSTRACIÓN 70: IDEA DE PROGRESO DA PLANTA DO THE SHARD	123
ILUSTRACIÓN 71: ÁNGULO VÉRTICES DO THE SHARD. AUTORÍA PROPIA	124
ILUSTRACIÓN 72: COMPOSICIÓN DE: CANTO PLANTA 72; NÚCLEO CIRCULACIÓN PLANTA 72; PISOS INFERIORES. THE SHARD. AUTORÍA PROPIA.....	125
ILUSTRACIÓN 73: ESPAZOS ACCESIBLES THE SHARD.....	127
ILUSTRACIÓN 74: USOS E PLANTAS THE SHARD	128
ILUSTRACIÓN 75: DISPOSICIÓN LIBRE DAS OFICINAS DO THE SHARD	129
ILUSTRACIÓN 76: XARDÍN DE INVERNO DAS OFICINAS DO THE SHARD	129

ILUSTRACIÓN 77: SECCIÓN VERTICAL PARCIAL POLA APERTURA DOS XARDÍNS DE INVERNO. PLANTA 28 DO THE SHARD.....	129
ILUSTRACIÓN 78: DETALLE CONSTRUCTIVO PORTA DE CUNAS DE LIMPEZA DO THE SHARD	131
ILUSTRACIÓN 79: CUNAS DE LIMPEZA DO THE SHARD. AUTORÍA PROPIA.....	131
ILUSTRACIÓN 80: COMPOSICIÓN DE APROXIMACIÓN Á LOCALIZACIÓN DA TOUR SAINT-GOBAIN	133
ILUSTRACIÓN 81: PRAZA VISTA DENDE PERTO DO EDIFICIO. TOUR SAINT-GOBAIN. RETIRADA DE GOOGLE EARTH	135
ILUSTRACIÓN 82: PRAZA VISTA DENDE ATRÁS. TOUR SAINT-GOBAIN. RETIRADA DE GOOGLE EARTH	135
ILUSTRACIÓN 83: FACHADA NORESTE DA TOUR SAINT-GOBAIN, PONTE PEONÍL E ESCADAS	136
ILUSTRACIÓN 84: FACHADA POSTERIOR TOUR SAINT-GOBAIN E PONTE PEONÍL CON ELEVADOR.....	136
ILUSTRACIÓN 85: ESTORES NO BLOQUE SUPERIOR. TOUR SAINT-GOBAIN.....	137
ILUSTRACIÓN 86: ESTORES NO BLOQUE INFERIOR. TOUR SAINT-GOBAIN	137
ILUSTRACIÓN 87: ESTORES NO BLOQUE CENTRAL. TOUR SAINT-GOBAIN	137
ILUSTRACIÓN 88: MURO CORTINA EXTERIOR BLOQUE SUPERIOR DA TOUR SAINT-GOBAIN	138
ILUSTRACIÓN 89: MURO CORTINA EXTERIOR BLOQUE INFERIOR DA TOUR SAINT-GOBAIN.	138
ILUSTRACIÓN 90: MURO CORTINA INTERIOR DO BLOQUE INFERIOR DA TOUR SAINT-GOBAIN	139
ILUSTRACIÓN 91: MUROS CORTINA INTERIORES, SUPERIOR E INFERIOR DO BLOQUE SUPERIOR DA TOUR SAINT-GOBAIN.....	139
ILUSTRACIÓN 92: MURO CORTINA BLOQUE CENTRAL	139
ILUSTRACIÓN 93: TERRAZAS DA TOUR SAINT-GOBAIN	140
ILUSTRACIÓN 94: CORTE FACHADA OESTE TOUR SAINT-GOBAIN.....	141
ILUSTRACIÓN 95: FACHADA OESTE TOUR SAINT-GOBAIN	141
ILUSTRACIÓN 96: FACHADA PRINCIPAL TOUR SAINT-GOBAIN.....	141
ILUSTRACIÓN 97: PLANTA RAS DE CHAN TOUR SAINT-GOBAIN.....	142
ILUSTRACIÓN 98: RECEPCIÓN DA TOUR SAINT-GOBAIN	142
ILUSTRACIÓN 99: DISTRIBUCIÓN DUNHA DAS OFICINAS DA TOUR SAINT-GOBAIN.....	143
ILUSTRACIÓN 100: PLANTA 27 TOUR SAINT-GOBAIN.....	143
ILUSTRACIÓN 101: DISTRIBUCIÓN COLABORATIVA DUNHA DAS PLANTAS DE OFICINAS DA TOUR SAINT-GOBAIN	143
ILUSTRACIÓN 102: BLOQUE SUPERIOR DA TOUR SAINT-GOBAIN DE NOITE	144
ILUSTRACIÓN 103: BLOQUE SUPERIOR DA TOUR SAINT-GOBAIN DE DÍA DA.....	144
ILUSTRACIÓN 104: UNHA DAS SALAS DO VOLUME SUPERIOR DA TOUR SAINT-GOBAIN	145
ILUSTRACIÓN 105: PLANTA 37 TOUR SAINT-GOBAIN.....	145
ILUSTRACIÓN 106: KAISERSPEICHER A.....	147
ILUSTRACIÓN 107: KAISERSPEICHER.....	147
ILUSTRACIÓN 108: HAMBURGO NO ANO 1943.....	148
ILUSTRACIÓN 109: LOCALIZACIÓN DA ELBPHILHARMONIE.....	148
ILUSTRACIÓN 110: INTEGRACIÓN VOLUMÉTRICA DA ELBPHILHARMONIE COA CONTORNA ...	149
ILUSTRACIÓN 111: PRAZA DA COTA INFERIOR PRÓXIMA Á ELBPHILHARMONIE	150
ILUSTRACIÓN 112: IMPLANTACIÓN ELBPHILHARMONIE.....	150
ILUSTRACIÓN 113: RECUAMENTO DA PLANTA 8 DA ELBPHILHARMONIE PARA OBTEN PROTECCIÓN SOLAR COS NIVEIS SUPERIORES.....	151
ILUSTRACIÓN 114: RESULTADO DA PIGMENTACIÓN DO VIDRO DA ELBPHILHARMONIE.....	151
ILUSTRACIÓN 115: PIGMENTACIÓN DO VIDRO DA ELBPHILHARMONIE	151
ILUSTRACIÓN 116: CORTINAS NA ZONA DE HOTEL DA ELBPHILHARMONIE.....	152
ILUSTRACIÓN 117: PLANTA 8 DA ELBPHILHARMONIE	153

ILUSTRACIÓN 118: MURO CORTINA DA PERIFERIA E DAS ENTRADAS DO NIVEL 8 DA ELBPILHARMONIE	153
ILUSTRACIÓN 119: ARCO QUE SINALA A ENTRADA E SAÍDA NO PISO 8 DA ELBPILHARMONIE. SUR.....	154
ILUSTRACIÓN 120: ARCO QUE SINALA A ENTRADA E SAÍDA NO PISO 8 DA ELBPILHARMONIE. NORTE.....	154
ILUSTRACIÓN 121: MORFOLOXÍA DE MURO CORTINA NA ELBPILHARMONIE CON ONDULACIÓN NA VERTICAL.....	155
ILUSTRACIÓN 122: DETALLE DA MORFOLOXÍA DE MURO CORTINA NA ELBPILHARMONIE CON ONDULACIÓN NA VERTICAL.....	155
ILUSTRACIÓN 123: MORFOLOXÍA DE MURO CORTINA NA ELBPILHARMONIE CON APERTURA NA HORIZONTAL	156
ILUSTRACIÓN 124: DETALLE DA MORFOLOXÍA DE MURO CORTINA NA ELBPILHARMONIE CON APERTURA NA HORIZONTAL.....	156
ILUSTRACIÓN 125: MURO CORTINA DA PLANTA 7 DA ELBPILHARMONIE.....	156
ILUSTRACIÓN 126: PLANTA DE COBERTURA DA ELBPILHARMONIE	157
ILUSTRACIÓN 127: TERRAZA ESTE DA ELBPILHARMONIE.....	157
ILUSTRACIÓN 128: ESQUEMA DO VOLUME DA ELBPILHARMONIE	158
ILUSTRACIÓN 129: ESQUEMAS DE USOS ELBPILHARMONIE	158
ILUSTRACIÓN 130: ESQUEMAS DE USOS ELBPILHARMONIE	158
ILUSTRACIÓN 131: FACHADA DA ELBPILHARMONIE	160
ILUSTRACIÓN 132: PLANTA 16 DA ELBPILHARMONIE	161
ILUSTRACIÓN 133: LOCALICACIÓN DA CASA DA MÚSICA	163
ILUSTRACIÓN 134: IMPLANTACIÓN DA CASA DA MÚSICA	163
ILUSTRACIÓN 135: PERSPECTIVA AÉREA DA CASA DA MÚSICA.....	163
ILUSTRACIÓN 136: PRAZA EXTERIOR DA CASA DA MÚSICA. AUTORÍA PROPIA	164
ILUSTRACIÓN 137: ENTRADA ESTACIONAMENTO. AUTORÍA PROPIA.....	165
ILUSTRACIÓN 138: UN DOS ESPAZOS COMERCIAIS DA PRAZA DA CASA DA MÚSICA.....	165
ILUSTRACIÓN 139: UN DOS ESPAZOS COMERCIAIS DA PRAZA DA CASA DA MÚSICA.....	165
ILUSTRACIÓN 140: ESTORES DA FACHADA NORESTE DA CASA DA MÚSICA.....	166
ILUSTRACIÓN 141: ESTORES DA FACHADA SURESTE DA CASA DA MÚSICA.....	166
ILUSTRACIÓN 142: ESTORES DA FACHADA SUROESTE DA CASA DA MÚSICA.....	166
ILUSTRACIÓN 143: ESTOR OESTE DA SALA DE CONCERTOS CENTRAL DA CASA A MÚSICA. 166	
ILUSTRACIÓN 144: PLANTA CORRESPONDENTE Á SALA DE CONCERTOS CENTRAL DA CASA A MÚSICA.....	166
ILUSTRACIÓN 145: MURO CORTINA ESTRUTURAL ONDULADO DA FACHADA OESTE DA CASA DA MÚSICA. AUTORÍA PROPIA.....	168
ILUSTRACIÓN 146: MURO CORTINA ESTRUTURAL ONDULADO DA FACHADA ESTE DA CASA DA MÚSICA. AUTORÍA PROPIA.....	168
ILUSTRACIÓN 147: SEGUNDA SALA DE MAIOR RELEVANCIA NA CASA DA MÚSICA	169
ILUSTRACIÓN 148: FACHADA SUR DA CASA DA MÚSICA	169
ILUSTRACIÓN 149: DETALLE TÉCNICO DOS MURO CORTINA DA FACHADA DA SALA PRINCIPAL DA CASA DA MÚSICA	170
ILUSTRACIÓN 150: PLANTA DA SALA PRINCIPAL DA CASA DA MÚSICA.....	170
ILUSTRACIÓN 151: APERTURA LATERAL DO MURO CORTINA INTERIOR DA FACHADA ESTE DA CASA DA MÚSICA.....	170
ILUSTRACIÓN 152: LUGAR INTERMEDIO ENTRE A FACHADA ESTE E A SALA PRINCIPAL DA CASA DA MÚSICA.....	170
ILUSTRACIÓN 153: MURO CORTINA QUE SEPARA DA ZONA DE PASO DA SEGUNDA MAIOR SALA DA CASA DA MÚSICA. AUTORÍA PROPIA.....	171
ILUSTRACIÓN 154: SEGUNDA MAIOR SALA DA CASA DA MÚSICA. AUTORÍA PROPIA	171

ILUSTRACIÓN 155: MURO CORTINA INTERIOR DA SALA LARANXA DA CASA DA MÚSICA.....	171
ILUSTRACIÓN 156: VISTA CERCANA DUN MURO CORTINA INTERIOR DUPLO DA CASA DA MÚSICA. AUTORÍA PROPIA.....	171
ILUSTRACIÓN 157: MURO CORTINA INTERIOR DA SALA MORADA DA CASA DA MÚSICA. AUTORÍA PROPIA	171
ILUSTRACIÓN 158: CONXUNTO DE ILUSTRACIÓNS QUE MOSTRAN OS MUROS CORTINA CON ANCORAXE MONTANTE E TRAVESAÑO EXTERIORES DA CASA DA MÚSICA E DUN DOS SEUS ESPAZOS COMERCIAIS	172
ILUSTRACIÓN 159: PLANTA CORRESPONDENTE Á SALA DE CONCERTOS PRINCIPAL DA CASA DA MÚSICA.....	173
ILUSTRACIÓN 160: ESPAZO INTERMEDIO ENTRE MUROS CORTINA DA FACHADA ESTE DA CASA DA MÚSICA. AUTORÍA PROPIA	174
ILUSTRACIÓN 161: UNHA DAS SALAS DA CASA DA MÚSICA, SEN MOBILIARIO. AUTORÍA PROPIA	174
ILUSTRACIÓN 162: SEGUNDA MAIOR SALA DA CASA DA MÚSICA, CON CADEIRAS NON FIXAS. AUTORÍA PROPIA	174

ÍNDICE DE TÁBOAS



TÁBOA 1: RESUMO DA RELACIÓN ENTRE TIPOLOXÍAS E ANCORAXE DE MURO CORTINA. AUTORÍA PROPIA
..... 80

