Avaliação Económica de Soluções de Fachadas Ventiladas para Edifícios de Habitação

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Andreia Patrícia Romano Macedo

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

UNIVERSIDADE da MADEIRA

A Nossa Universidade

www.uma.pt

setembro | 2015

UNIVERSIDADE da MADEIRA

Avaliação Económica de Soluções de Fachadas Ventiladas para Edifícios de Habitação

Tese submetida para o grau de Mestre em Engenharia Civil na Universidade da Madeira

por

Andreia Patrícia Romano Macedo

Orientador

Lino Manuel Serra Maia

(Universidade da Madeira)

Versão para discussão – Setembro 2015

AVALIAÇÃO ECONÓMICA DE SOLUÇÕES DE FACHADAS VENTILADAS PARA A ENVOLVENTE EXTERIOR DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO

PALAVRAS-CHAVE

Fachada ventilada

Avaliação económica

Investimento

Manutenção

Desconstrução

KEYWORDS

Ventilated façade

Economic evaluation

Investment

Maintenance

Deconstruction

Autor: Andreia Patrícia Romano Macedo

FCEE – Faculdade de Ciências Exatas e da Engenharia

Campus Universitário da Penteada

9020 - 105 Funchal – Portugal, s/n

Telefone + 351 291 705 230

Correio eletrónico: secretariadointerno@uma.pt

Funchal, Madeira

À minha família

AGRADECIMENTOS

Em apenas uma página seria difícil exprimir a minha gratidão por todos aqueles com quem tive, durante o desenvolvimento desta tese, a oportunidade de aprender, conviver, compartilhar alegrias, percalços e vitórias, e que de algum modo contribuíram para o meu enriquecimento pessoal e académico a diferentes níveis.

Assim, apesar de conter-me a um reduzido número de palavras, espero poder abranger a todos com o meu muito obrigada.

Antes de mais, começo por agradecer a Deus pela Sua inquestionável presença na minha vida, pela força, suporte e sustento que a cada dia renova as minhas forças e as minhas convicções.

À minha família, em especial aos meus pais Otília e Macedo, ao meu irmão Miguel, às minhas tias Lídia e Manuela, ao meu tio Jorge e à minha avó Maria, pelo amor incondicional, confiança, ânimo, exemplo, fonte de inspiração e suporte que foram desde sempre.

Ao Professor Lino Maia, meu orientador, pelo seu exemplo pessoal e profissional, com quem durante este processo tive a feliz oportunidade de conviver. Agradeço-lhe o seu apoio, incentivo e a sua ação determinante para o enriquecimento científico deste trabalho, assim como toda a partilha de conhecimentos.

À empresa Socicorreia Lda., em especial ao Eng.º Ricardo Marques e ao Eng.º André Fernandes pela colaboração e ajuda imprescindível para a concretização deste trabalho.

Àqueles amigos que me acompanharam, apoiaram e estiveram presentes em todo este tempo e que nunca deixaram de manifestar o seu apoio e amizade.

A todos, o meu muito obrigada.

RESUMO

A indústria da construção tem um papel de destaque na vida quotidiana do ser humano e por sua vez uma grande importância no desenvolvimento da atividade económica do país.

A construção de novos edifícios e infraestruturas deve contribuir para uma melhoria do desempenho, durabilidade e proporcionar qualidade de vida dos seus cidadãos.

O reconhecimento da importância das fachadas para o comportamento dos edifícios tem conduzido a uma crescente atenção à temática da durabilidade do ponto de vista económico, assistindo-se cada vez a uma maior necessidade da sua integração na fase da elaboração do projeto.

O recurso a metodologias económicas para a previsão dos custos de vida útil das tecnologias de construção no sentido de avaliar, o seu desempenho nos edifícios, tem permitido selecionar alternativas ao nível da implementação de soluções com menor custo de manutenção e maior probabilidade de reutilização e reciclagem numa fase de desconstrução.

A presente dissertação pretende contribuir para a identificação e seleção de soluções construtivas e materiais para a execução de fachadas ventiladas em paredes exteriores de edifícios, que sejam o mais compatíveis possível com os objetivos económicos nas diversas fases do ciclo de vida de um edifício. Sendo apresentadas soluções que minimizam o custo económico de investimento, manutenção e desconstrução, e que por sua vez, aumentam a qualidade de vida dos utilizadores através do melhor desempenho que essas soluções construtivas apresentam a nível funcional, arquitetónico, saúde, bem-estar, conforto e responsabilidade social.

Foram analisadas diversas tecnologias construtivas para fachadas-ventilada, tendo sido avaliado o seu impacte económico ao longo do ciclo de vida a que um edifício esta sujeito.

O melhor cenário para fachada ventilada foi estudado, tendo em conta o desempenho económico.

Espera-se assim que este trabalho contribua de forma positiva para a seleção das soluções construtivas mais económicas para a execução de fachadas ventiladas por parte dos projetistas que tenham como objetivo proporcionar as condições de conforto adequadas aos ocupantes dos edifícios, minimizando os custos económicos no decorrer do ciclo de vida do edifício.

ABSTRACT

The construction industry has an important role in the daily life of the human and a great importance in the development economic activity in a country.

The construction of buildings and infrastructures can contribute to improving the performance, durability and quality of life of its inhabitants.

The recognition of the importance of facades to the behavior of the buildings has led to an increased attention to the issue of durability, from an economic point of view, considering the necessity of integration in the planning phase of project.

The practice of economic methodologies to estimate life costs of building technologies, in order to assess their performance, has allowed select alternatives solutions with lower maintenance costs and higher probability of reuse and recycling in a deconstruction phase.

This thesis aims to contribute to the identification and selection constructive solutions and materials for the implementation of ventilated façades in exterior buildings walls, so that they are the most compatible possible with the economic objectives in the various stages of life cycle of a building. In this work, the construction solutions that minimize the economics costs of investment, maintenance and deconstruction also contribute to increase quality of life of the occupants of the buildings, due the better performance that these constructive solutions will have at the functional and architectural level, health, wellbeing, comfort and social responsibility, are presented.

The constructions scenarios of ventilated façades were also studied taking into account the economic impact throughout on the life cycle of a building.

The best ventilated façade scenario was also studied, taking account the economic performance.

It is expected that this work will contribute to increase of designer's knowledge of the construction solutions potential and that will lead to the selection of more economic ventilated façade systems aiming to provide the adequate comfort conditions to the occupants of the buildings, minimizing the economic costs during the life cycle of the building.

ÍNDICE

Agradecimentos ..... **v**
Resumo ..... **vii**
Abstract ..... **ix**
Índice ..... **xi**
Índice de Figuras ..... **xv**
Índice de Quadros ..... **xix**
Lista de Acrónimos ..... **xxi**

1. FUNDAMENTAÇÃO E OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO **1**

1.1. Enquadramento **1**
1.2. Objetivos **3**
1.3. Organização da dissertação **4**

2. SISTEMAS CONSTRUTIVOS **7**

2.1. Introdução **7**
2.2. Critérios para a seleção de sistemas construtivos **7**
2.3. Entraves à entrada de novos sistemas construtivos em Portugal **8**
2.4. Tendências na construção **9**
2.4.1. Materiais **9**
2.4.2. Produtos **11**
2.4.3. Processos **14**
2.5. Evolução do parque habitacional português **16**
2.6. Evolução da construção de paredes em edifícios **18**

3. FACHADA VENTILADA **21**

3.1. Introdução **21**
3.2. Características técnico-funcionais **23**
3.2.1. Revestimentos exteriores **23**
3.2.1.1. Painéis em pedra natural **23**
3.2.1.2. Painéis em betão **24**
3.2.1.3. Painéis em naturocimento **26**
3.2.1.4. Painéis em metal **27**
3.2.1.5. Painéis cerâmicos **29**
3.2.1.6. Painéis fenólicos **30**
3.2.1.7. Painéis em madeira **30**
3.2.1.8. Painéis em vidro **32**

3.2.1.9. Painéis em Fotovoltaicos 33
3.2.2. Sistema de fixação e montagem 34
3.2.3. Caixa-de-ar 36
3.3. Processo de fabrico 37
3.4. Infiltração da humidade e da água da chuva 38
3.5. Considerações de projeto 40
3.5.1. Exigências de segurança 42
3.5.1.1. Resistência mecânica e estabilidade 42
3.5.1.2. Contra risco de incêndio 42
3.5.1.3. Segurança no uso 42
3.5.2. Exigências de compatibilidade com o suporte 43
3.5.3. Exigências de estanquidade 43
3.5.3.1. À água da chuva 43
3.5.3.2. Ao vapor de água 44
3.5.4. Exigências de conforto visual 44
3.5.4.1. Planeza 44
3.5.4.2. Verticalidade 44
3.5.4.3. Retidão das arestas 44
3.5.4.4. Regularidade e perfeição das superfícies 45
3.5.4.5. Homogeneidade da cor e brilho 45
3.5.5. Exigências de conforto táctil 45
3.5.6. Exigência de higiene, saúde e ambiente 46
3.5.7. Exigência de durabilidade 46
3.5.7.1. Resistência a ações de choque e atrito 47
3.5.7.2. Resistência à erosão por partículas do ar, água, granizo e escorrimento de água 47
3.5.7.3. Resistência aos agentes climáticos 48
3.5.7.4. Resistência aos produtos químicos do ar 48
3.5.8. Exigências de economia e comportamento higrotérmico 49
3.6. Construção de fachadas ventiladas na região autónoma da madeira 49
3.7. Vantagens e desvantagens 52

4. METODOLOGIA ADOTADA 53

4.1. Introdução 53
4.2. Descrição do caso de estudo 55
4.3. Metodologia de análise económica-comparativa 56
4.3.1. Quantificação dos parâmetros económicos 57
4.3.1.1. Custo de investimento inicial 59
4.3.1.2. Custo de manutenção 59
4.3.1.3. Custo de desconstrução 61

4.3.2. Agregação dos parâmetros económicos 63
4.3.3. Normalização dos parâmetros 63

5. ANÁLISE ECONÓMICO-COMPARATIVA DE SOLUÇÕES DE FACHADAS-VENTILADAS 65

5.1. Enquadramento 65
5.2. Avaliação económica dos cenários de fachadas ventiladas 65
5.3. Quantificação dos Parâmetros Económicos 76
5.3.1. Custo de investimento inicial 76
5.3.2. Custo de manutenção 76
5.3.3. Custo de desconstrução 78
5.4. Agregação dos parâmetros económicos 80
5.5. Normalização dos parâmetros económicos 80
5.6. Apreciação dos resultados 81

6. CONCLUSÕES 85

6.1. Considerações finais 85
6.2. Conclusões 87
6.3. Limitações da Investigação 90
6.4. Trabalhos futuros 90
Referências bibliográficas 91
Anexos 97
Anexo I 1
AI.1. Solução de fachada ventilada 1 (FV1): Painel compósito – Alucobond® 1
AI.2. Solução de fachada ventilada 2 (FV2): Painel compósito – Reynobond® 7
AI.3. Solução de Fachada ventilada 3 (FV3): Painel em alumínio – Reynolux® 25
AI.4. Solução de fachada ventilada 4 (FV4): Painel fenólico – Trespa® 8 mm fixação visível e Solução de fachada ventilada 5 (FV5): Painel fenólico – Trespa® 8 mm fixação visível 29
AI.5. Solução de fachada ventilada 6 (FV6): Painel em naturocimento – Eternit® 8mm fixação visível 49
AI.6. Solução de Fachada Ventilada 7 (FV7): Placa em pedra de granito - Levantina® 55
AI.7. Solução de Fachada ventilada 8 (FV8): Placa cerâmica - Butech®® 61
Anexo II 1
Anexo III 1

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Importância de algumas exigências aplicáveis aos produtos da construção ao longo do tempo (Sousa, 2002)..... 13

Figura 2.2: Repartição dos tempos e tarefas na construção (Mateus, 2004)..... 15

Figura 2.3: Taxa de crescimento de alojamentos e famílias em Portugal (INE, 2011)..... 17

Figura 2.4: Tipo de estrutura de construção ao longo dos anos (INE, 2001)..... 17

Figura 2.5: Evolução das paredes exteriores em Portugal 19

Figura 3.1: Representação esquemática de uma fachada ventilada 22

Figura 3.2: Texturas das rochas que podem ser utilizadas como revestimento de fachadas ventiladas23

Figura 3.3: Principais tipos de acabamentos em granitos, calcários e mármores (Camposinhos, 2009) 24

Figura 3.4: Exemplo de um edifício com o revestimento exterior em betão polímero – Ulma Arquitectural Solutions (Ulma, 2015 b))..... 26

Figura 3. 5: Exemplo de um edifício com a tecnologia de fachada ventilada com revestimentos em naturocimento – Edifício da Nova Sede da Polícia Judiciária em Lisboa (Sotecnisol Revestimentos, 2015) 27

Figura 3.6: Exemplo de um edifício em que o revestimento da fachada ventilada é em alumínio..... 28

Figura 3.7: Exemplo de uma moradia com a solução de revestimentos em cerâmica na fachada ventilada (Porcelanosa Grupo, 2015)..... 29

Figura 3.8: Fachada ventilada com revestimento em painéis fenólicos – solução da marca Trespa® Meteon® (AGI, 2015)..... 30

Figura 3.9: Exemplo de um edifício com fachada ventilada em madeira maciça (Banema, 2013)..... 31

Figura 3.10: Edifício Molhe no Funchal com painéis da marca Viroc, fabricados por uma mistura de partículas de madeira e cimento Portland (Viroc, 2015)..... 32

Figura 3.11: Exemplo de um edifício com a tecnologia de fachada ventilada com revestimentos em vidro (Cortizo, 2015)..... 32

Figura 3.12: Fachada ventilada fotovoltaica, solução da empresa OnyxSolar (Onyx Solar, 2015)..... 33

Figura 3.13: Sistema de fachada ventilada com encaixe visíveis (Sistema “Trespa”)..... 35

Figura 3.14: Sistema de fachada ventilada com encaixe invisível (Sistema "Trespa") 35

Figura 3.15: Exemplo de fachadas ventiladas com revestimentos estanques (Camposinhos, 2005) ... 36

Figura 3.16: Energia cinética associada à penetração de gotas de chuva em juntas de construção 38

Figura 3.17: Escorrimentos gravíticos em juntas abertas e em juntas fechadas..... 39

Figura 3.18: Ação capilar..... 39

Figura 3.19: Fachadas ventiladas no Edifício Séc. XXI 4..... 50

Figura 3.20: Tecnologia construtiva de fachadas ventiladas no Edifício Séc. XXI 5 50

Figura 3.21: Solução de fachada ventilada incorporada no *Edifício Séc. XXI 6* 51

Figura 3. 22: Fachadas ventiladas com revestimento exterior em mármore a alumínio – *Edifício Austrolab* 51

Figura 3. 23: Fachadas ventiladas presentes no *Edifício Séc. XXI 7* 51

Figura 4.1: Representação do *Edifício Séc. XXI 8* a analisar no caso de estudo 56

Figura 4.2: Representação esquemática de Metodologia de Avaliação Relativa da Sustentabilidade de Soluções Construtivas relativamente à dimensão económica. 57

Figura 4.3: Indicadores de sustentabilidade de edifícios (ISO/TC 21929-1, 2006) 58

Figura 5.1: Representação do painel compósito **Alucobond®** (3A Composites, 2005)..... 66

Figura 5.2: Representação esquemática da fachada ventilada **Alucobond®** (3A Composites, 2005).. 66

Figura 5.3: Representação do painel compósito **Reynobond®** (Inor, 2015 a))..... 68

Figura 5.4: Solução de sistema de fixação para fachdas ventiladas em painéis compósitos **Reynobond®** (Inor, 2015 a)) 68

Figura 5.5: Representação do painel em alumínio para solução de fachada ventilada **Reynolux®** (Inor, 2015 b)) 69

Figura 5.6: Tipos de fixação visível disponíveis para esta solução (Trespa, 2015) 71

Figura 5.7: Tipos de fixação oculta disponíveis para esta solução (Trespa, 2015) 72

Figura 5.8: Solução de sistema de fixação para fachdas ventiladas em painéis de naturocimento **Eternit®** (Eternit, 2015) 73

Figura 5.9: Representação esquemática do sistema de fachada ventilada em pedra natural Levantina® (Levantina, 2015) 74

Figura 5.10: Representação esquemática do sistema de fixação para a solução de material cerâmico Butech (CYPE, 2015)..... 75

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1: Exigências de desempenho a considerar em projeto (Sousa e Teixeira, 2003) 41

Quadro 3.2: Vantagens e inconvenientes associados à tecnologia construtiva de fachada ventilada.. 52

Quadro 5.1: Caraterísticas do painel compósito Alucobond (3A Composites, 2005) 67

Quadro 5.2: Caraterísticas da solução em painel compósito Reynobond (Inor, 2015 a))..... 69

Quadro 5.3: Custos de investimento associados a cada uma das oito soluções de fachadas ventiladas 76

Quadro 5.4: Custos de manutenção decenal para as oito soluções de fachadas ventiladas – valores obtidos no CYPECAD 77

Quadro 5.5: Custos de manutenção para 50 anos, em termos de valor atualizado para cada uma das oito soluções de fachadas ventiladas – valores obtidos no CYPECAD 78

Quadro 5.6: Custos de desconstrução para as oito soluções de fachadas ventiladas – valores obtidos no CYPECAD 79

Quadro 5.7: Custo de manutenção, em termos de valor atualizado para cada uma das oito soluções de fachadas ventiladas..... 79

Quadro 5.8: Desempenho económico de cada um dos cenários de construção de fachadas ventiladas 80

Quadro 5.9: Valores normalizadores dos parâmetros económicos..... 80

Quadro 5.10: Valores normalizados do desempenho económico..... 81

Quadro 5.11: Custo total das soluções para a envolvente exterior do edifício em estudo..... 83

LISTA DE ACRÓNIMOS

ACM – Aluminum Composite Material

CEN – Comité Européen de Normalisation

EBC – Electron Beam Curing

ECCA – European Coil Coating Association

GRC – Glassfibre Reinforced Concrete

HPL – High Pressure Laminate

INE – Instituto Nacional de Estatística

ISO – International Organization for Standardization

PVA - Polyvinyl Alcohol

LCC – Life Cycle Cost

MARS-SC – Metodologia de Avaliação Relativa da Sustentabilidade de Soluções Construtivas

MDF – Medium Density Fiberboard

OSB – Oriented Strand Board

PVDF –Polyvinylidene fluoride

RAM – Região Autónoma da Madeira

UV – Ultravioleta

1

FUNDAMENTAÇÃO E OBJETIVOS DA dissertação

1.1. ENQUADRAMENTO

A história dos materiais e processos de construção acompanha a própria história do Homem, pois este, sempre procurou um local de refúgio e abrigo indispensável à sua sobrevivência.

A evolução das habitações ocorreu normalmente com o passar do tempo, sofreu também interferências, a outros níveis, por exemplo, a nível da natureza, devido a modificações dos solos, do ambiente, do clima. O Homem sentiu a necessidade de proteção, de se precaver face aos perigos externos. Desta forma, o homem começou a edificar com os materiais disponíveis, adotando tecnologias de construção dominadas por certos grupos da área da construção, através do planeamento e da arquitetura.

Desde o aparecimento do Homem, a técnica e a arte de executar os vários trabalhos têm evoluído, começando por um processo manual e primitivo, até à vasta engenhosa indústria moderna. No início o homem empregava os materiais da forma como os encontrava na natureza, passando a modelá-los e adaptá-los às suas necessidades. Aos poucos, as exigências foram aumentando, assim como os padrões requeridos para os materiais: maior resistência, maior durabilidade e melhor aspeto.

Com a evolução da investigação científica, assistiu-se ao aparecimento de novas tecnologias construtivas, mais compatíveis com o aumento das exigências humanas.

A arquitetura de uma habitação tem um papel preponderante na vida humana, pelo que as fachadas devem responder absolutamente aos múltiplos e diferentes requisitos que se exigem no seu desempenho. O seu funcionamento como barreira à penetração da chuva e humidade é um dos grandes

desafios que o homem tem procurado vencer para obter uma proteção eficaz às intempéries. Esta necessidade do homem, sempre com o objetivo de obter uma envolvente que permita desenvolver a sua atividade, de trabalho ou lazer, com segurança e conforto, tem originado o aparecimento de várias soluções.

A utilização de fachadas ventiladas constitui uma tecnologia de construção cujo principal objetivo consiste em criar um invólucro separado e independente da estrutura do edifício, ou seja, esta solução pode ser definida como um sistema de proteção e revestimento exterior de edifícios, caraterizado pelo afastamento entre a parede do edifício e o revestimento, criando assim um espaço de ar em movimento. Para além de proteger o edifício das ações agressivas do ambiente, como variações térmicas que possam causar fendilhação e a melhoria à estanquidade à água, a fixação mecânica através de uma estrutura secundária reduz em muito as cargas descarregadas no suporte.

O adjetivo "ventilada" deriva, exatamente, do espaço de ar que permite a ventilação natural e contínuo da parede do edifício, através do efeito de chaminé – o ar entra frio pela parte inferior e sai quente pela parte superior. Deste modo, com o arejamento da parede, evitam-se as comuns humidades e condensações características das fachadas tradicionais e consequentemente, consegue-se um maior conforto térmico.

Com a crescente utilização da tecnologia de construção de fachadas ventiladas na construção, têm surgido novas soluções com diferentes tipos de materiais de revestimento, associadas a uma nova abordagem do ponto de vista estético e funcional. Assim sendo, existe uma procura no desenvolvimento e utilização de materiais que permitam desenvolver soluções com diferente coloração, texturas e formatos, de forma a haver uma maior amplitude de escolha às entidades projetistas que permitam o dimensionamento e construção de edifícios com identidades próprias, apresentando soluções estéticas inovadoras e atrativas que se destaquem das soluções comuns.

A inovação pode ser a chave para o sucesso de uma determinada empresa em que se insere a indústria da construção civil, visto ser um mercado competitivo. Existem diversas abordagens na busca da inovação, destacando-se a criação de soluções cada vez mais leves, estéticas e modernas.

Os principais fatores que devem ser levados em consideração quando da opção por um determinado sistema de fachada ventilada são, entre outros, a comercialização, a garantia de desempenho, a flexibilização, a facilidade de montagem, a reparação, a durabilidade e a economia de manutenção.

A seleção de um determinado sistema construtivo de fachada ventilada deve resultar de um processo analítico conduzido por um método bem definido e adequado às exigências pretendidas, permitindo que se possa abordar os seguintes aspetos:

- Identificar todas as condicionantes a considerar, por exemplo, o custo inicial, o tempo de execução, a valorização estética, a segurança estrutural e o custo de manutenção;
- Identificar os tipos de revestimento potencialmente adequado a cada situação;
- Definir a importância no desempenho da fachada para cada uma das características condicionantes dos revestimentos;
- Estabelecer exigências em relação às condicionantes e definir limites e restrições específicas;
- Parametrizar cada sistema de revestimento e seu suporte.

O trabalho desenvolvido nesta dissertação assenta na análise económica de diferentes cenários de fachadas ventiladas para edifícios de habitação, tendo em conta o custo de investimento inicial, o custo de manutenção e o custo de desconstrução de diferentes soluções com vista à execução deste tipo de fachadas. Espera-se, que o mesmo contribua de forma positiva e significativa nas futuras tomadas de decisão dos projetistas quer permita assegurar o conforto dos utilizadores com o menor custo.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo fundamental deste trabalho passa pela seleção de soluções construtivas e processos de construção de fachadas ventiladas de modo a que seja o mais compatível possível com os objetivos relativos aos custos económicos durante o ciclo de vida de um edifício. Pretende-se apresentar soluções que minimizem o custo de manutenção, que proporcionem a durabilidade do edifício e que, por sua vez, aumentem o grau de satisfação dos utilizadores através do desempenho dessas mesmas soluções construtivas a todos os níveis: funcional, arquitetónico, saudável, responsável e satisfatório.

Resumidamente, os objetivos específicos neste trabalho são:

- Identificar diversos cenários de construção de fachadas ventiladas para edifícios de habitação;
- Hierarquizar os cenários de construção de fachadas ventiladas de acordo com custos económicos durante o ciclo de vida de um edifício;
- Avaliar comparativamente os cenários de construção de fachadas ventiladas mais económicos, a fim de determinar a solução ideal a implementar no edifício em estudo;
- Estimar o valor económico acrescentado às soluções a implementar no caso de estudo.

1.3. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A apresentação e desenvolvimento dos diversos temas encontram-se organizados em seis capítulos, nos quais são abordados os seguintes assuntos.

No **primeiro capítulo** realiza-se a introdução ao tema, enumeram-se os objetivos preconizados e a metodologia adotada para a dissertação.

No **segundo capítulo** é feita uma abordagem aos aspetos que importa considerar na seleção dos sistemas construtivos para os edifícios, as evoluções expectáveis para a indústria da construção, no domínio dos materiais, produtos e processos, assim como barreiras adjacentes. Neste capítulo também é realizada uma análise à evolução e caracterização do parque habitacional português envolvendo uma análise às características que dizem respeito à época de construção dos edifícios.

O **capítulo três** é dedicado à apresentação dos conceitos e características que compõem as fachadas ventiladas, entre os quais, a sua constituição, o seu processo de fabrico, os sistemas de fixação e montagem, a ventilação, os aspetos elementares de funcionamento, as vantagens e as desvantagens. Neste capítulo também é realizada uma descrição das características dos principais materiais de revestimento, assim como algumas considerações a ter em conta na realização de um projeto de fachadas ventiladas.

O **capítulo quatro** constitui a base da metodologia de investigação para a realização dum caso de estudo. Primeiro apresenta-se detalhadamente as etapas da metodologia para realizar a avaliação económica dos cenários de fachadas ventiladas. As etapas incluem: quantificação dos parâmetros económicos, agregação dos parâmetros e normalização dos parâmetros. Neste capítulo enumera-se também a etapa a seguir para avaliar comparativamente os cenários de construção de fachadas ventiladas mais económicos, a fim de determinar a solução ideal a implementar no edifício em estudo.

No **capítulo cinco** pretende-se realizar uma análise económica comparativa entre os vários cenários de reabilitação através da metodologia descrita no capítulo quatro. Através da realização de um caso de estudo pretende-se identificar e otimizar o melhor cenário a aplicar a um edifício. Numa primeira fase hierarquizar-se-ão os cenários construtivos com vista à execução de fachadas ventiladas de acordo com o seu fator económico nas diversas fases do seu ciclo de vida (construção, manutenção e desconstrução) e, numa segunda fase, otimizar-se-á a solução mais económica dos cenários de fachadas ventiladas, de modo a obter a solução ideal para o edifício em estudo.

Por fim, no **capítulo seis** são apresentadas as perspetivas futuras e conclusões no âmbito da problemática da execução de fachadas ventiladas, nomeadamente no que respeita aos diferentes

cenários de fachadas para a envolvente exterior de um edifício de habitação e o seu desempenho económico.

O trabalho é ainda composto por três anexos. No **Anexo I** encontra-se apresentada os catálogos com as características de cada uma das soluções de fachadas ventiladas. O **Anexo II** apresenta a base de dados dos custos de manutenção, apresentando detalhadamente as análises económicas para cada um dos cenários de fachadas ventiladas. O **Anexo III** apresenta a base de dados de custos de desconstrução, com as análises económicas das soluções de fachadas ventiladas.

2

SISTEMAS CONSTRUTIVOS

2.1. INTRODUÇÃO

A construção de edifícios assume-se como uma necessidade primordial para a sobrevivência da humanidade. Desde a antiguidade que os processos construtivos se encontram em constante evolução, resultado do avanço tecnológico, do desenvolvimento de novos materiais e de novas técnicas de construção, menos dispendiosas e de maior eficiência.

A combinação de materiais, utilizados na materialização dos diversos elementos de construção de um edifício, denomina-se por solução construtiva. A combinação das soluções construtivas utilizadas na definição dos principais elementos de construção: pavimentos, paredes e coberturas; é conhecida por sistema construtivo.

Devido à investigação e à evolução tecnológica que se desenvolve no domínio da construção, existem atualmente inúmeros exemplos de novos sistemas construtivos, surgindo todos os dias novas soluções, a maioria com baixa capacidade de vir a ser amplamente aplicada na construção.

2.2. CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Atendendo ao elevado número de soluções e sistemas construtivos disponíveis, para seleção do mais adequado, sistema construtivo, será necessário averiguar as vantagens e reservas de cada um deles, atendendo ao tipo de clima, distância até à fonte de recurso, disponibilidade económica, estilo arquitetónico e estética pretendidos (Reardon e Downton, 2013).

Resumidamente, os fatores mais importantes que influenciam a seleção da tecnologia construtiva mais adequada são (Reardon e Downton, 2013):

- Durabilidade das soluções em relação à vida útil projetada para o edifício;
- Análise global dos custos da solução (custo inicial, custo de operação, custo de manutenção, custo de reabilitação, custo de demolição/desmantelamento, valor venal, custo de eliminação);
- Comportamento térmico – o modo como uma solução construtiva condiciona o comportamento térmico do edifício é importante na previsão da quantidade de energia necessária nas operações de aquecimento e arrefecimento (custos económicos e ambientais), assim como no consumo de energia ao longo do ciclo de vida do edifício;
- Origem e impacte ambiental de todos os materiais, componentes de construção utilizados e processos de construção associados;
- Disponibilidade de técnicos e de empresas de construção que possuam formação adequada para lidarem com a solução construtiva pretendida;
- A manutenção esperada;
- Potencialidade de reutilização/reciclagem;
- Adaptabilidade e potência;
- A distância de transporte prevista para cada material e componente.

2.3. ENTRAVES À ENTRADA DE NOVOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM PORTUGAL

Em Portugal, apesar de existirem realidades climáticas diferentes, as soluções construtivas utilizadas nos edifícios de todo o território são praticamente iguais. A construção atual é baseada numa fórmula que se encontra bastante enraizada e que é utilizada em todo o país, independente das diferenças existentes ao nível do clima, localização geográfica, disponibilidade de matéria-prima e estilo dos seus ocupantes. Esta fórmula baseia-se num sistema construtivo em que as paredes exteriores são alvenaria dupla de tijolo, as interiores são em alvenaria de tijolo simples.

A utilização sistemática desta fórmula, que é baseada em soluções construtivas desenvolvidas há mais de 50 anos e que pouco têm evoluído ao longo dos anos, deve-se a inúmeros fatores, destacando-se (Mateus and Bragança, 2006):

- Fatores económicos – os sistemas construtivos convencionais nos edifícios nacionais baseiam-se em materiais, cujas fontes de matéria-prima são abundantes, pelo que o custo de construção acaba por ser menor, quando comparado com sistemas que utilizam materiais não locais. Por outro lado, a elevada concorrência existente ao nível dos sistemas convencionais, resulta do grande número de produtores de materiais para a construção convencional e da abundância de

indústrias de construção/empreiteiros, que dominam as soluções construtivas convencionais, tornando estas soluções mais competitivas ao nível do custo de construção, quando comparadas com outras em que o número de empresas especializadas é muito menor.

- Baixa qualificação dos operários de construção – a pouca atração que os aspetos práticos e de produção na construção exercem sobre os jovens, com uma imagem associada a trabalhadores pouco qualificados, envelhecidos e imigrantes, é um entrave à aplicação de soluções construtivas tecnologicamente mais evoluídas que necessitam de trabalhos mais qualificados.
- Falta de formação dos técnicos da construção – a formação dos técnicos da construção (engenheiros e arquitetos) está sobretudo, senão exclusivamente, orientada para as soluções construtivas convencionais, pelo que não se dominam as caraterísticas técnico-funcionais de outras soluções.

2.4. TENDÊNCIAS NA CONSTRUÇÃO

2.4.1. Materiais

Desde o início da segunda metade do século XX tem-se verificado um desenvolvimento tecnológico significativo na área dos materiais de construção, através do desenvolvimento, por exemplo, de aços de maior resistência, betões com melhores *performances*, utilização generalizada de vidros, polímeros e alumínio, assim como de materiais compósitos, óticos, eletrónicos e biomateriais.

Apesar da imensa profusão de novos materiais, como fibras de carbono, pedras artificiais, vidros especiais, etc., ainda predominam os materiais tradicionais, destacando-se por ordem decrescente de utilização, o tijolo, o betão pronto, o cimento, os agregados, o aço e o ferro, cerâmicos de revestimento, o gesso, os alumínios, as carpintarias, os vidros, as tintas e os vernizes, e todo o infindável rol de materiais utilizados nas diversas soluções construtivas existentes.

Contudo é ainda no domínio dos materiais designados por primários, devido à sua utilização ancestral, caso da pedra, madeira e do ferro, que através da aplicação da ciência à construção, se desenvolveram soluções mais elaboradas e de maior valor. A inovação neste campo consistiu no desenvolvimento de complementaridades para um novo material-produto, como é o caso do betão (agregados pétreos + cimento + adjuvantes que melhoram as suas propriedades), dos lamelados colados (madeiras + resinas) ou ainda do aço (ferro + carbono) (Simões 2002).

O betão é ainda, apesar de todos os inconvenientes apontados até agora, o material base nas principais tecnologias construtivas da construção portuguesa. Esta hegemonia deve-se principalmente às suas elevadas potencialidades, associado a um custo bastante competitivo quando comparado com outras

soluções. Contudo, a verdadeira inovação na construção passará pela descoberta e desenvolvimento de um material que substitua o betão e que seja uma mais-valia do ponto de vista económico e ambiental.

A evolução no domínio dos materiais e processos de construção tem vindo a levar ao desenvolvimento dos materiais compósitos, destacando-se pela sua importância os materiais de matriz polimérica. Estes materiais, relativamente aos tradicionais, apresentam uma série de vantagens, destacando-se a maior resistência, e consequente diminuição do peso e volume dos componentes da construção, facilidade de aplicação, durabilidade e simplicidade de manutenção, entre outras, permitindo assim obter ganhos de produtividade e de competitividade de forma a proporcionar uma mais-valia à organização das construções (Simões 2002). Em termos ambientais a utilização destes materiais compósitos é uma solução pouco desejável pois, é difícil a separação dos seus constituintes no final da sua vida útil, para que seja possível a sua reciclagem.

No que respeita à certificação de qualidade dos materiais de construção, apesar de ainda ser escassa, tem-se verificado uma evolução significativa, muito devido ao aparecimento da qualidade como uma mais-valia e aspeto diferenciador na construção. A utilização de materiais certificados dá melhores garantias ao cliente/utilizador e iliba os construtores de responsabilidades quando ocorrerem anomalias precoces com origem em deficiências nos materiais.

As crescentes facilidades de comunicação e de circulação conduzem a uma crescente internacionalização dos materiais de construção. A ausência quase total de barreiras técnicas, alfandegárias e legais, bem como a política europeia comum nos critérios de normalização dos materiais tem permitido a sua globalização. No entanto, esta realidade tem apresentado alguns aspetos negativos, nomeadamente no que concerne à durabilidade das construções e ao comportamento térmico das mesmas, pois têm sido utilizadas com êxito noutros países mas que em Portugal, devido às particularidades do clima não são adequadas.

Os novos desígnios dos materiais de construção são (Simões 2002):

- Materiais por medida – a aplicação da química à engenharia dos materiais permitiu "afinar" as propriedades dos materiais através da manipulação da sua microestrutura (cadeia-macromolecular), ou da sua macroestrutura (fibras, argamassas de resina, materiais compósitos). Deste modo os materiais são obtidos em função da combinação de vários componentes, com vista à satisfação das *performances* pretendidas. A descoberta de materiais de síntese acelerou a conceção e o desenvolvimento dos materiais compósitos, permitindo obter combinações de *performances*, impossíveis de atender a partir de materiais microscopicamente homogéneos.

- Materiais "inteligentes e programáveis" – os materiais do futuro serão "inteligentes", no sentido de reagir espontaneamente e sem intervenção humana às condições do meio (tal como acontece num campo de girassóis em relação ao sol). A "inteligência" será integrada no material, de modo a que a este possa alterar as suas características face às solicitações, caso dos polímeros a aplicar no revestimento das fachadas e nos envidraçados que definem a sua refletância em função da temperatura do meio exterior. Os materiais serão programáveis por computador, podendo ser formulada, organizada e estruturada a matéria para satisfazer um conjunto de exigências predefinidas, como por exemplo a forma, a rigidez, etc.
- Materiais "verdes" e confortáveis – haverá uma tendência no desenvolvimento e proliferação de materiais que "respeitem" o meio ambiente. É crescente a utilização de materiais que integram matéria reciclada, cujo fabrico é programado de modo a que possuam baixo impacte energético e que tenham grandes possibilidades de virem a ser reutilizados e/ou reciclados. Pretende-se também que a durabilidade destes materiais seja cada vez mais alargada. Quanto ao "conforto", os materiais devem possuir propriedades delicadas, com características agradáveis em termos estéticos e sensoriais, possibilitando a harmonia entre o material e o utilizador. Constitui exemplo, o desenvolvimento de novos materiais em madeira para o revestimento de paredes e pavimentos com estética apelativa e conforto táctil.
- Materiais biotecnológicos – a biotecnologia, a par da física, da mecânica e da química, é um ramo da ciência que intervém na conceção de biomateriais, sendo estes compostos por matéria viva com programação genética. São produzidas soluções a partir de células animais e vegetais para desenvolver moléculas biológicas que pelas suas propriedades encontram campo de aplicação no sector da construção. O seu emprego pode ser diverso, desde paredes autolaváveis que dispensam operações de limpeza a sistemas de regulação higrométrica. Igualmente se prevê a aplicação de biomateriais para autorreparação de edifícios, dado que estes materiais são providos de "memória" que lhes permite retornar à sua fase inicial após determinada solicitação.

2.4.2. Produtos

Os produtos da indústria da construção estão sujeitos, tal como nas demais realizações e atividades humanas, às evoluções que se observam na sociedade atual. No entanto, ao contrário de outras indústrias, a construção sofreu nos últimos anos uma evolução muito mais impercetível. Este cenário deve-se ao facto da indústria da construção se desenvolver na sociedade atual com um conjunto de características muito específicas, que a distinguem de outras indústrias do tipo fabril, quer ao nível dos seus produtos (obras), quer ao nível das características da sua linha de produção. Esta especificidade deve-se fundamentalmente a (Mateus, 2004):

- Grande variedade de clientes, e por conseguinte, grande variedade de produtos. Os clientes da indústria da construção vão desde os organismos públicos associados à execução de grandes infraestruturas, até à pessoa singular que pretende fazer uma pequena reparação em sua casa;

- Cada obra realizada tem origem num projeto específico, com caraterísticas diferentes de obra para obra, e que pode ir desde da convencional habitação, até ao edifício inteligente que integra as mais recentes tecnologias, associadas às potencialidades recentes da eletrónica, robotização e telecomunicações;
- Nesta linha de produção, todos os produtos são diferentes. Geralmente não existem obras iguais, pelo que a padronização dos produtos, correntes nas demais indústrias, é aqui impossível. Esta realidade dificulta a logística, a mecanização, a normalização e o controlo de qualidade da produção;
- Os produtos desta indústria são materializados em locais geograficamente distintos. Ao contrário das outras indústrias, a linha de produção da construção não é fixa, pois tem de se deslocar até à localização geográfica da obra. Isto obsta à implementação de unidades do tipo fabril para a produção. De facto, atualmente estas unidades só na construção, associadas à produção de produtos parcelares, como: materiais (agregados, cimento, tijolos, etc.), elementos pré-fabricados (lajes de vigotas pré-esforçadas, painéis de fachada, divisórias leves, etc.) e componentes diversos (aparelhos de climatização, caixilharias, etc.);
- As caraterísticas de produção dos itens (obras) estão fortemente relacionadas com as condições naturais existentes no local de produção. O tipo de terreno e a sua morfologia, o espaço físico disponível, a sismicidade, a acessibilidade, os condicionalismos ambientais, entre outros, são fatores que influenciam a conceção do produto e da sua linha de produção (estaleiro);
- O ciclo de projeto/produção é muito longo. O facto do período de tempo que decorre desde da idealização do produto até à sua conclusão ser bastante dilatado, potencia a perda de comunicação entre a equipa de projeto e o empreiteiro, o que pode gerar soluções que não passam de adaptações;
- Os produtos materializados (obras) têm em geral grandes dimensões para a escala humana. Isto obrigou ao desenvolvimento de tecnologias específicas para a construção, nomeadamente equipamentos com elevada capacidade de carga e que permitem trabalhar em grandes alturas. As tolerâncias permitidas nos produtos da construção são bastante maiores às permitidas noutros produtos de menores dimensões;
- As entidades intervenientes na produção dos itens (obras) desde a conceção, à construção e ao controle da produção são habitualmente independentes. Esta realidade gera frequentemente problemas de comunicação (falhas de fluxo de informação) e objetivos, o que não é corrente na produção fabril;
- O cliente final conhece pouco o produto que está a adquirir. Isto faz com que dê prioridade frequentemente ao preço em detrimento da qualidade.

Apesar da especificidade da indústria da construção, esta em paralelo com a evolução do Homem, tem que acompanhar o crescimento da consciência ambiental, do desenvolvimento sustentável, integrando ainda preocupações de qualidade, segurança e saúde, quer na escolha da localização das construções, bem como nas realizações e ainda nos materiais e processos.

A indústria da construção é tradicionalmente relevante para a economia dos países ocidentais, pelo que precisa de se posicionar face a estas tendências, tendo em conta a provável redução da sua importância relativa. A sua flexibilidade deve ser alargada de modo a abranger certos nichos de mercado ainda pouco desenvolvidos mas com grande capacidade de crescimento, com destaque para a remodelação, em detrimento da construção nova.

Neste cenário, e no que respeita aos "produtos" desta indústria, verifica-se o aumento do peso das exigências do cliente e utilizador, relativamente às exigências dos demais intervenientes da construção, no condicionamento das soluções a adotar. O custo da construção deixa de ser o único aspeto que influencia a decisão de compra, e o cliente procurará assim ofertas globais de baixo impacte ambiental, flexíveis e com qualidade arquitetónica e de desempenho (baixos custos de manutenção e conservação, bom isolamento térmico, bom isolamento acústico, entre outros). A Figura 2.1 aponta a evolução verificada e expectável e a importância relativa ao longo do tempo de algumas exigências aplicáveis aos produtos de construção.

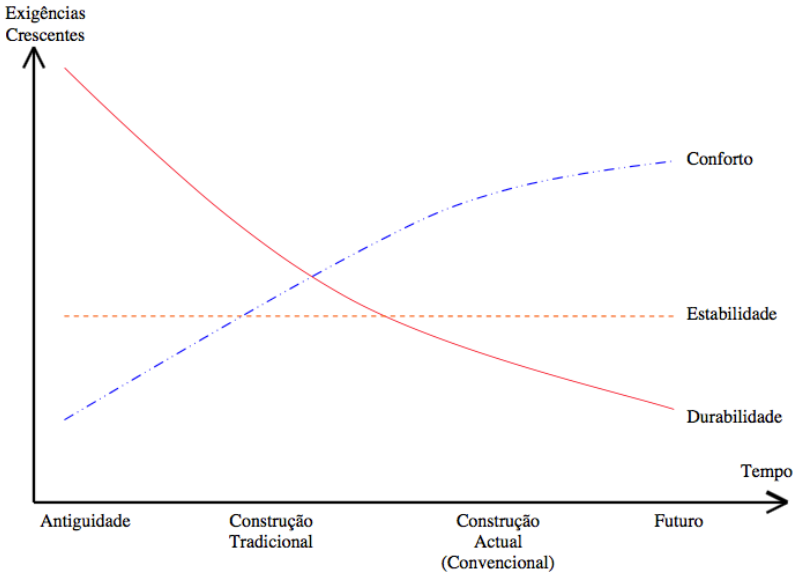


Figura 2.1: Importância de algumas exigências aplicáveis aos produtos da construção ao longo do tempo (Sousa, 2002)

Ao nível da exigência pelo respeito ambiental da construção, espera-se que, atendendo às atuais preocupações, esta assuma no futuro uma posição de destaque no seio das exigências supracitadas.

Estas expectativas podem ser encorajadas pelos progressos consideráveis verificados em certos domínios da construção em Portugal e noutros países (Sousa, 2002):

- A aplicação das ciências como a física, a química e a matemática, suportada pelos novos desenvolvimentos ao nível da informática e pela investigação experimental, permitiu ao Homem o melhor conhecimento de muitos fenómenos observados nas construções;

- Maior conhecimento dos materiais de construção e da influência dos vários agentes e das suas interações;
- Disponibilização de ferramentas cada vez mais potentes de apoio à conceção dos produtos e elaboração de projetos, sobretudo graças aos recentes desenvolvimentos informáticos;
- Aparecimento de inúmeros novos produtos para a construção, melhoria dos existentes, respondendo melhor às exigências que lhe são aplicáveis, em paralelo com o observado noutras indústrias.

No entanto, estes aspetos são ensombrados por indicadores negativos, que merecem alguma preocupação (Sousa, 2002):

- A produtividade e os custos de construção não têm tido s reduções espectáveis, face às evoluções acima referidas;
- A qualidade de alguns produtos da construção é efetivamente variável e com frequência medíocre sob o ponto de vista técnico. Com efeito, em grande parte dos edifícios, a qualidade é insuficiente e os acabamentos são pouco cuidados. Desta realidade resulta uma degradação muito rápida das obras, o envelhecimento precoce, patologias com custos relevantes para todos os intervenientes, provocando perdas de tempo, contenciosos e despesas importantes.

2.4.3. Processos

Os processos construtivos da indústria da construção em Portugal são do tipo artesanal, continuando a basear-se excessivamente nos métodos de construção tradicional, com baixo grau de industrialização, e na mão-de-obra não qualificada, sendo caraterizada pela sua baixa produtividade e utilização excessiva de recursos naturais e energia.

À semelhança do que já aconteceu noutras indústrias, espera-se que ao nível dos processos construtivos e tecnologia, ocorra uma industrialização crescente, neste caso com o aumento de tarefas a realizar em fábrica e diminuição das tarefas em estaleiro. Tendo em conta a atual distribuição de responsabilidades na ocorrência de anomalias nos edifícios, onde as falhas de projeto, nomeadamente a falta de pormenorização, são apontadas como uma das principais causas, é natural que a fase de projeto ocupe, cada vez mais, um lugar de destaque no processo construtivo (Figura 2.2).

Os novos desenvolvimentos ao nível das tecnologias de informação serão progressivamente introduzidos na construção. No processo construtivo, os diversos intervenientes tenderão para especializações crescentes, com responsabilidades mais definidas, acabando assim as figuras do técnico e operário polivalentes, “aptos” para conceber/orientar ou a realizar todas as atividades da construção. Caberá aos gestores coordenadores de projetos profissionais promover a integração das empresas projetistas com as empresas construtoras.

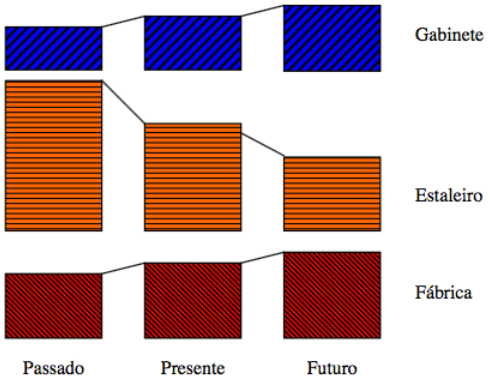


Figura 2.2: Repartição dos tempos e tarefas na construção (Mateus, 2004)

Esta linha de especialização crescente de todos os intervenientes incentivará a subcontratação de empresas especializadas em determinado tipo de obra ou especialidade da construção.

Os produtores de materiais e componentes não ficarão alienados desta evolução. Com o aumento da concorrência, estes procurarão aumentar o valor acrescentado dos seus produtos, através de uma maior aproximação às empresas de subcontratação e de engenharia. Verifica-se atualmente, um número cada vez maior de associações de empresas produtoras de determinados produtos que prestam aos seus associados serviços de consultoria técnica, podendo mesmo no futuro ser responsáveis pela coordenação ou preparação técnica de determinadas parcelas da construção.

A modernização do "parque de máquinas" utilizado nos processos construtivos constitui outro fator relevante na otimização do processo produtivo. A modernização dos equipamentos de produção, a sua adaptação e flexibilidade é da maior importância tanto no aspeto da majoração da produtividade (caso das plataformas articuladas para elevação, gruas telescópicas "todo-o-terreno" ou "tesoura hidráulica" para os trabalhos de demolição), como na possibilidade real de execução de trabalhos de grande dimensão e especificidade (utilização de robots para a execução de atividades de caráter repetitivo, como acontece, por exemplo na indústria automóvel).

A crescente industrialização do processo é um dos pontos-chave para a maximização da sustentabilidade da construção ao nível dos três vetores: social, ambiental e económico. Com a industrialização da construção pretende-se que a maior parte dos seus elementos sejam produzidos em fábrica, onde os processos produtivos altamente controlados permitam a redução de resíduos. Os elementos são produzidos com as dimensões estritamente necessários à sua futura função, não havendo lugar à produção de resíduos, economizando-se recursos naturais e económicos. Por outro lado, com a realização de um número cada vez maior de tarefas e com a crescente mecanização do processo construtivo, consegue-se melhorar as condições de serviço dos trabalhadores da construção

que têm que suportar as penosas condições de trabalho existentes em estaleiro, pautadas pela alternância das condições atmosféricas, sujidade e descoordenação.

2.5. EVOLUÇÃO DO PARQUE HABITACIONAL PORTUGUÊS

Nas últimas décadas a sociedade portuguesa iniciou uma etapa em busca de novas procuras e necessidades no que respeita ao mercado habitacional. Estas procuras explicam-se como as mais significantes transformações na estrutura demográfica da população, entre as quais: envelhecimento crescente da população; diversificação do tipo de famílias; novas dinâmicas e diversidades ligadas aos fenómenos migratórios; dinâmicas socioculturais mais qualitativas; precariedade do emprego; e instabilidades de rendimentos.

A dinâmica construtiva reflete a forte expansão do mercado imobiliário em Portugal nas últimas décadas. De acordo com os dados fornecidos pelo Recenseamento da População e da Habitação do Instituto Nacional de Estatística de 1970, 1981, 1991, 2001 e com os Resultados Preliminares dos Censos 2011 é possível constatar fortes dinâmicas no sector da habitação.

O aumento dos alojamentos ao longo das décadas de 70, 80 e 90 foi sempre superior aos 20%, ainda que as taxas de crescimento tenham diminuído de intensidade ao longo do período: 27% na década de setenta, 22% na década de oitenta e 21% na década de noventa, Figura 2.3 (INE, 2001).

Na última década, segundo os resultados preliminares dos Censos 2011 o parque habitacional manteve a trajetória de crescimento também verificada nas décadas anteriores, embora a um ritmo inferior. Atualmente Portugal dispõe mais 12% de edifícios e 16% de alojamentos destinados à habitação, relativamente ao ano de 2001 (INE, 2011).

A evolução do parque habitacional português caracterizou-se por uma taxa de crescimento acima de 1% entre 1998 e 2002. Apesar da tendência de crescimento positiva até ao ano de 2002 (em que se atingiu uma taxa máxima de crescimento de 1,4%), nos anos seguintes tem-se vindo a registar uma trajetória decrescente, registando um mínimo de 0,57% no ano de 2010 (INE, 2011).

Ao nível dos fogos, estima-se que entre o período de 2001 e 2010 o crescimento médio ronde os 12,6%, correspondendo a mais 644 mil fogos. Analisando a evolução entre o ano de 2001, quando se realizou o Recenseamento da Habitação, e 2010 é possível verificar que o número total de edifícios cresceu cerca de 8,5%, correspondendo a mais 273 mil edifícios (INE, 2011).

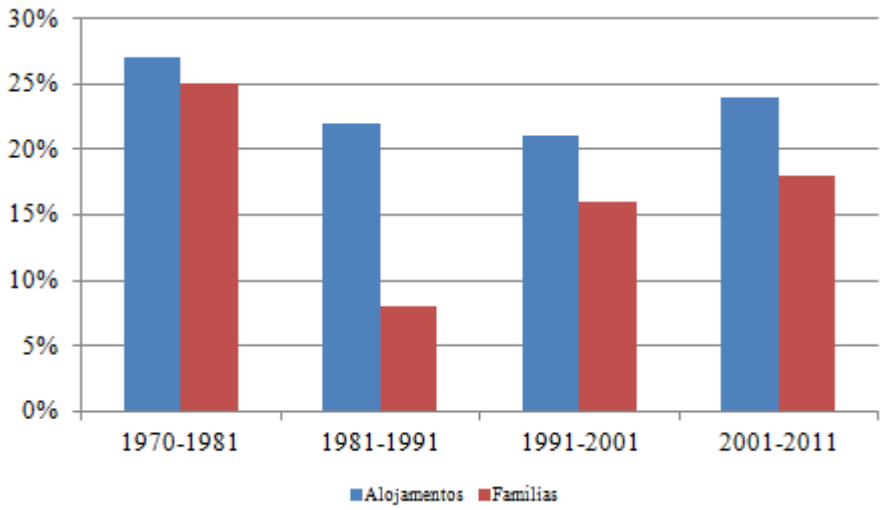


Figura 2.3: Taxa de crescimento de alojamentos e famílias em Portugal (INE, 2011)

As características físicas das habitações, especialmente os materiais e os sistemas construtivos utilizados na edificação, são indicadores importantes para perceber o património construído.

Na generalidade é difícil defender a existência de uma cultura construtiva portuguesa específica. As descontinuidades no seu percurso evolutivo, a falta de qualidade e de critério de construção dificultam a sua caracterização. A falta de uma especificidade, no sentido global, não impede a constatação da existência de traços dominantes, que num sentido menos abrangente, poder-se-ão enunciar:

A predominância da construção com estrutura porticada em betão armado e paramentos de alvenaria de tijolo abrange a esmagadora maioria dos edifícios que se constroem atualmente, Figura 2.4.

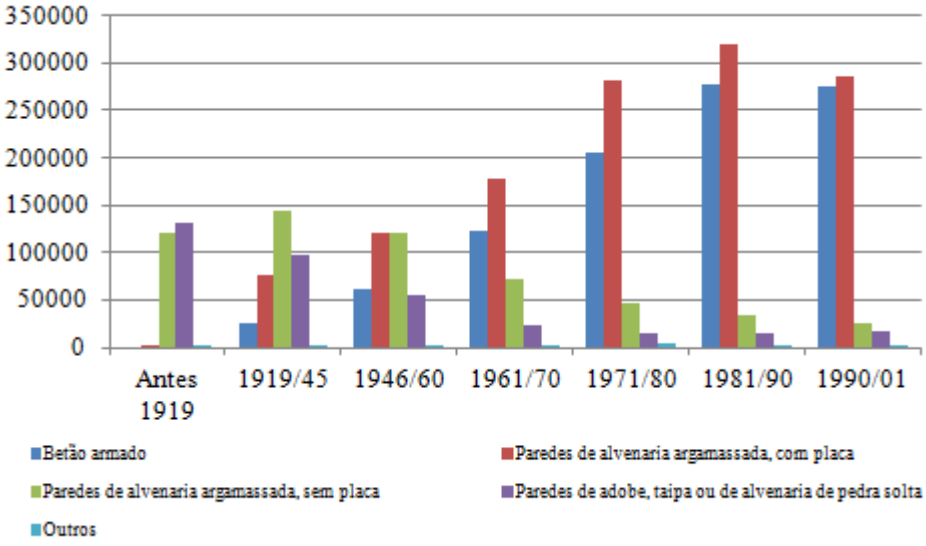


Figura 2.4: Tipo de estrutura de construção ao longo dos anos (INE, 2001)

Um segundo aspeto diz respeito à predominância na construção de materiais com forte inércia térmica. As várias soluções construtivas vigentes mantêm em comum o facto de usarem paramentos, pisos e divisórias pesadas. Contudo nos últimos anos assiste-se a um maior incremento das soluções de paramentos ligeiros.

2.6. Evolução da construção de paredes em edifícios

As paredes dos edifícios têm como função a partição entre o espaço exterior e o espaço interior, compartimentação e definição de espaços interiores, com o intuito de garantir a funcionalidade do espaço habitado.

As alvenarias têm sido ao longo dos tempos a solução construtiva usada por excelência para a realização das paredes.

Em Portugal, os recursos tradicionais utilizados para alvenaria, além da pedra natural cuja utilização tem vindo progressivamente a reduzir-se, são os tijolos cerâmicos e os blocos de betão de inertes. Os materiais tradicionais são usados com diversas finalidades, tanto para a envolvente exterior da construção ou como para a compartimentação interior.

Anteriormente ao final da II Guerra Mundial as soluções construtivas das paredes das habitações estavam dependentes das características regionais e condições climatéricas das zonas onde eram implantadas as edificações. Nas regiões onde a existência de maciços rochosos, o uso de alvenaria em pedra era predominante e permitia construir paredes pesadas e com elevada espessura (Silva, 2009).

A partir do pós-guerra as práticas tradicionais foram progressivamente abandonadas. A evolução económica e social fomentou uma evolução rápida das exigências de desempenho das alvenarias, que acompanhou igualmente a evolução industrial. Passou-se assim do conhecimento empírico adquirido durante séculos para o conhecimento científico exigido pelo mercado. Esta evolução nem sempre criou soluções adaptadas às condições locais (Silva, 2009).

Até aos anos 40 as fachadas eram constituídas por um pano de elevada espessura em alvenaria de pedra ou de tijolo maciço. Na década seguinte surgiram as primeiras paredes duplas, com pano exterior de alvenaria de pedra e uma “forra” interior em alvenaria de tijolo. Nos anos 60 aligeirou-se a constituição das paredes utilizando alvenaria de tijolo vazado em ambos os panos. Inicialmente o pano exterior era significativamente mais espesso que o interior mas houve uma progressiva redução dessa espessura até que, já nos anos 70, os dois panos apresentavam dimensões idênticas, e por vezes muito reduzidas (Maxit, 2002).

No que concerne à evolução da tipificação de soluções de paredes exteriores dos edifícios de habitação, as paredes de pano único em pedra e tijolo deram lugar a paredes de tijolo duplas, incorporando variados elementos, tais como isolamento, barreiras pára-vapor, ventilação da caixa-de-ar, escoamento da água e correção das pontes térmicas (Silva, 2009). A evolução pode ser traduzida como descreve a Figura 2.5. Com a evolução exponencial da tecnologia, a criatividade é estimulada e surgem mais inovações.

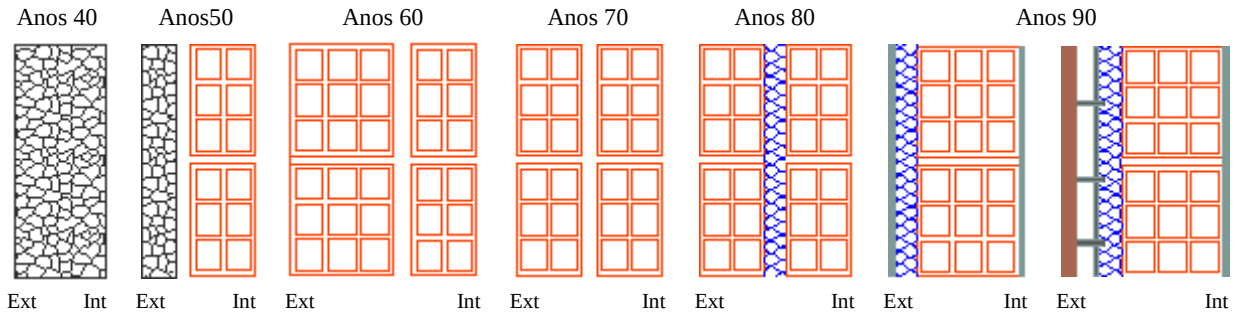


Figura 2.5: Evolução das paredes exteriores em Portugal

Tradicionalmente a fachada é constituída por elementos verticais opacos (paredes exteriores) e por elementos verticais não opacos (vãos envidraçados). As fachadas têm interferência tanto no exterior como no interior do edifício. No que respeita ao interior do edifício, a fachada desempenha um papel determinante no conforto higrotérmico dos seus ocupantes. O desempenho ineficiente através da incapacidade de proporcionar conforto, resulta no aumento das necessidades energéticas do edifício, o que pode levar a um excessivo consumo de energia para a climatização do ambiente interior. No que concerne ao exterior, a fachada pode ter influência ao nível do aspeto visual, mas também ao nível ambiental, isto é, o mau desempenho energético da fachada pode contribuir para um consumo de energia excessivo, o que interfere em termos ambientais ao nível do consumo de recursos esgotáveis e das emissões de gases com efeito estufa (Silva, 2009).

3

FACHADA VENTILADA

3.1. INTRODUÇÃO

A investigação ao nível de soluções construtivas para paredes exteriores tem evoluído no sentido de soluções cada vez menos espessas e, por conseguinte, mais leves; compostas por uma série de camadas com funções cada vez mais específicas.

Dentro desta tendência surgiu a fachada ventilada. Este tipo de tecnologia de construção tanto pode ser utilizado na reabilitação de edifícios que apresentem problemas – por exemplo, de isolamento térmico e acústico, falta de estanquidade à água, ou de fissuração – como na construção de novos edifícios. Esta solução contribui assim para a economia de energia e diminuição do risco de degradação precoce dos materiais e evita pontes térmicas e condensações, dotando o edifício de uma maior qualidade e conforto. Esta tecnologia construtiva está associada ao ressurgimento de soluções de paredes exteriores simples, que tinham caído em desuso a partir de meados do século XX (Figura 3.1).

O sistema de fachada ventilada é composto basicamente por um suporte de fixação, por uma camada de material de isolamento térmico, por uma câmara-de-ar ventilada, pelos dispositivos de fixação (superestrutura auxiliar), pelo material de revestimento e pelas juntas entre placas, além dos demais componentes necessários para o seu normal funcionamento.

É vulgar confundir-se os conceitos de fachada ventilada e de fachada cortina, pois a sua conceção e aspeto são similares.

Segundo a NP EN 13830:2009 (IPQ, 2009), uma fachada cortina é constituída geralmente por perfilamentos estruturais verticais e horizontais, ligados entre si e fixados à estrutura do edifício, com

preenchimento, formando um revestimento contínuo leve que proporciona, por si próprio ou em conjugação com o corpo do edifício, todas as funções exigíveis de uma parede exterior, embora não suporte qualquer tipo de carga afeta à estrutura do edifício.

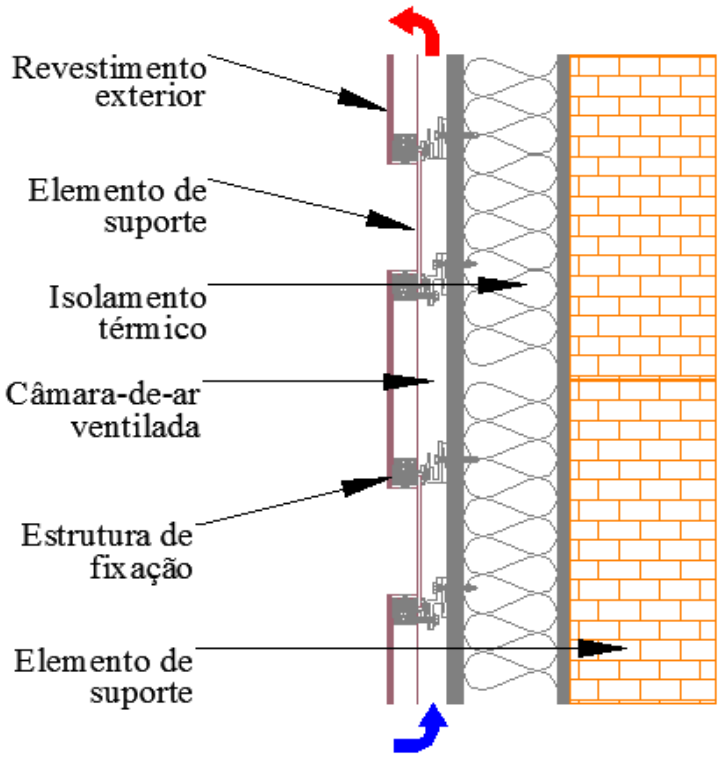


Figura 3.1: Representação esquemática de uma fachada ventilada

A tecnologia construtiva de fachada cortina, evita a penetração da humidade, dispondo de uma caixa-de-ar formada por um paramento exterior (cortina) e um interior (Camposinhos, 2005). A cavidade pode ser ou não preenchida parcialmente e envolve toda a estrutura do edifício, tendo como principais funções a interrupção da capilaridade e drenagem por gravidade (Sousa, 2010).

A fachada ventilada pode ser definida como um sistema de proteção e de revestimento exterior, caraterizado pelo afastamento entre a parede do edifício e o revestimento, criando assim uma câmara-de-ar ventilada.

A solução construtiva de fachada ventilada insere-se numa das diferentes estratégias para evitar a penetração da humidade, uma solução particular da fachada cortina. A única diferença entre as duas, é a caixa-de-ar ventilada ser dimensionada de forma a permitir a remoção do ar aquecido da zona inferior da caixa-de-ar pelo efeito de chaminé (Camposinhos, 2005). Dessa forma as pequenas quantidades de água infiltradas ou condensadas na caixa-de-ar são evaporadas pela ventilação da mesma.

3.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICO-FUNCIONAIS

As fachadas ventiladas são compostas, do exterior para o interior, pelos seguintes elementos:

- Revestimento descontínuo, fixado ao elemento de suporte;
- Caixa-de-ar ventilada;
- Estrutura de fixação;
- Camada de isolamento contínuo sobre o paramento exterior do elemento de suporte;
- Elemento de suporte.

3.2.1. Revestimentos exteriores

O revestimento descontínuo é não-isolante e independente. Podem ser em pedra natural (por exemplo granito, mármore, etc.), em cerâmico, em metal, em painéis compósitos, entre outros. O revestimento é fixado mecanicamente ao elemento de suporte, através de uma estrutura de fixação, e para além da sua função estética, funciona como capa impermeabilizante da parede.

3.2.1.1. Painéis em pedra natural

Em Portugal as rochas mais utilizadas em revestimentos de fachadas ventiladas (Figura 3.2) são (Lucas, 2004):

- Granito;
- Basalto;
- Calcário;
- Mármore;
- Ardósia.

Granito Basalto Calcário Mármore Ardósia

Figura 3.2: Texturas das rochas que podem ser utilizadas como revestimento de fachadas ventiladas

Para além das texturas naturais das rochas, o tipo de acabamento superficial das placas de revestimento é também um aspeto importante ao nível estético da fachada.

Os tratamentos mais utilizados são o polido, o areado, o amaciado, o flamejado e ainda o acabamento bujardado. Estes tratamentos devem ser aplicados de acordo com a "sensibilidade" da pedra. O diagrama representado na Figura 3.3 ilustra os cinco tipos de acabamentos mencionados e a sua aplicabilidade a cada pedra (Camposinhos, 2009).

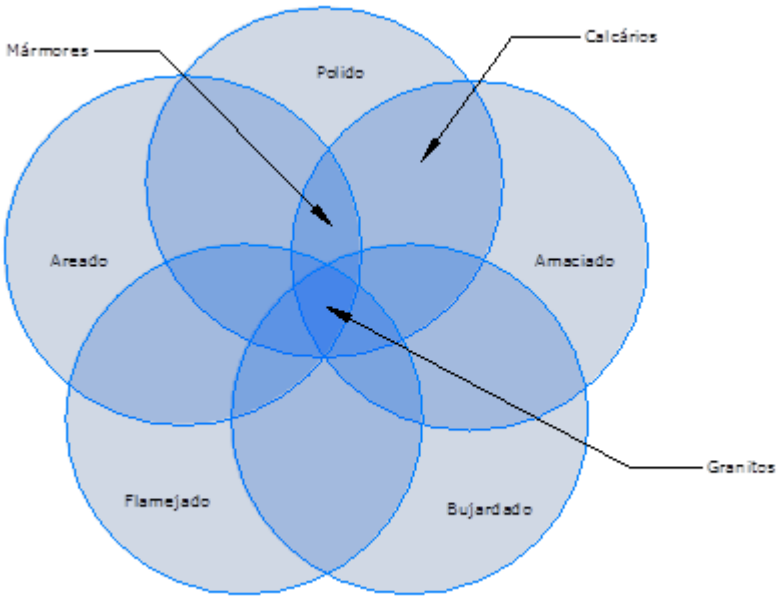


Figura 3.3: Principais tipos de acabamentos em granitos, calcários e mármores (Camposinhos, 2009)

Observando a Figura 3. 3, conclui-se que apenas os granitos se podem aplicar os cinco tipos de acabamentos referidos. É difícil obter um resultado com acabamentos do tipo flamejado ou bujardado para os mármores. Relativamente aos calcários, apenas se aplica o acabamento amaciado e polido.

No que concerne às fixações deste tipo de solução de revestimento para fachada ventilada normalmente recorrem-se a dispositivos, geralmente metálicos, para a inserção em ranhuras ou furações que são realizadas nas placas em pedra. Os sistemas de fixação geram assim uma caixa-de-ar, separando assim a parede exterior da parede de suporte (interior).

3.2.1.2. Painéis em betão

O betão é uma pedra artificial que pode ser fabricada através de diferentes moldes. Os moldes devem ser gerados de modo a permitirem uma betonagem e descofragem fáceis, podendo ser desenhados de forma a assegurarem no final diferentes acabamentos lisos. As dimensões vão desde pequenas dimensões tipo ladrilhos até painéis de grandes dimensões. As superfícies são na generalidade planas,

sendo o aspeto mais inovador dos painéis de betão, a variedade de cores e texturas disponíveis no mercado (Sousa, 2010).

Um dos aspetos mais desfavoráveis da utilização de painéis em betão de grandes dimensões é o seu volume e peso próprio. De forma a reduzir o peso das placas existem duas abordagens diferenciadas: a redução de volume de material, diminuindo a espessura ou introduzindo alvéolos, ou a alteração da composição, reduzindo a sua massa volúmica ou aumentando a sua resistência.

As soluções disponíveis no mercado tendo em atenção a composição do betão são as seguintes:

a) Betão tradicional – os painéis são constituídos por betão corrente, podendo ser completamente maciços ou alveolados (Sousa, 2010).

b) Betão polímero – o betão polímero é um material composto por diferentes tipos de areias ligadas mediante resinas de poliéster, conseguindo apresentar boas características físico-mecânicas para revestimento de fachadas ventiladas. Este aspeto melhora ainda a estanquidade do betão relativamente ao tradicional, sendo a percentagem de absorção de água reduzida. Este apresenta melhor comportamento face aos ciclos de gelo-degelo e às ações químicas. A sua resistência mecânica é superior ao betão corrente, permitindo a produção de elementos mais leves e com dimensões reduzidas, facilitando o transporte e colocação em obra. As areias utilizadas nos pré-fabricados de betão polímero são a sílica e o quartzo (Ulma, 2015 a)).

c) Betão de agregado leve – os agregados leves, quando usados no betão, permitem assegurar massas volúmicas substancialmente inferiores às do betão normal. Estes podem ter origem natural ou artificial. Geralmente, os agregados leves de origem natural são rochas ígneas extrusivas ou vulcânicas, tais como a pedra-pomes. No que concerne aos agregados artificiais, o que tem maior utilização é a argila expandida, que resulta duma mistura de argila com substâncias como a pirite ou a dolomite que lhe conferem uma maior expansibilidade (Silva *et al*, 2004).

d) Betão celular – o betão celular obtém-se pela mistura cuidadosamente doseada de cal, cimento, areia sílica, aditivos e água. No final da sua amassadura, adiciona-se pó de alumínio. Este, provoca a libertação de gases, dando origem à sua estrutura molecular característica. Este betão permite a criação de grandes painéis que podem atingir os 6m de comprimento (Sousa, 2010).

e) GRC – o betão reforçado com fibra de vidro (GRC), *Glassfibre Reinforced Concrete*, é um material compósito, constituído por uma matriz de cimento e agregados de pequenas dimensões, reforçada pela presença de fibras de vidro dispostas aleatoriamente na matriz de cimento (Sousa, 2010). No betão, quando sujeito a esforços de tração, a presença das fibras permite retardar o aparecimento de fissuras e ampliar a resistência da matriz após a sua fissuração. Deste modo, o GRC apresenta uma boa capacidade de absorção de deformações e uma considerável resistência a esforços de tração, flexão e impacto. No entanto, existe uma incompatibilidade química entre os alcalis do cimento e as fibras de vidro que pode ser resolvida de duas formas: através da utilização de cimentos de baixa alcalinidade ou pela

introdução de cimentos com adição de polímeros. O betão GRC é muito utilizado em painéis de fachada devido à possibilidade de elementos de reduzida espessura e grandes dimensões (Simões *et al*, 2007).

Além da diversidade de cores, os painéis de betão podem apresentar diversos tipos de texturas e acabamentos.

Os betões mais utilizados para revestimentos de fachadas são o polímero e o GRC. O betão polímero, para além de apresentar boas condições ao nível da durabilidade, patenteia diversas soluções de acabamento estéticas e agradáveis, Figura 3.4. O betão GRC permite a execução de painéis de grandes dimensões, que o betão polímero não permite, e maior variabilidade de formas.

Figura 3.4: Exemplo de um edifício com o revestimento exterior em betão polímero – Ulma Arquitectural Solutions (Ulma, 2015 b))

3.2.1.3. Painéis em naturocimento

O naturocimento surge como resposta às preocupações ecológicas globais, apoiadas numa tecnologia de vanguarda e coerente com as políticas de desenvolvimento sustentável, pois exige um baixo consumo de recursos naturais. É fabricado mediante a tecnologia PVA, adotada na maioria dos países fabricantes, por ser a única tecnologia que comprovadamente associa performances e durabilidade, ao nível do fibrocimento tradicional, com a satisfação das exigências atuais. É constituído por cimento Portland de alta qualidade, fibras de reforço em PVA (álcool polivinílico), fibras de celulose, sílica amorfa, aditivos e água (Cimianto, 2007).

A sua composição é isenta de amianto e apresenta um ciclo de vida longo. Este tipo de material apresenta as seguintes características (Cimianto, 2007):

- Impermeável;

- Isento de amianto;
- Incombustível;
- Não corrosível;
- Elevada durabilidade.

Quando o enquadramento arquitetónico dos edifícios exige um acabamento com qualidade estética, os painéis em naturocimento podem ser coloridos e apresentar outras texturas, além da textura lisa (Figura 3.5).

O naturocimento é um material mais versátil que o betão, sendo possível ser utilizado em painéis planos, curvos, perfilados e até em forma de lâmina. No entanto, as dimensões mais comuns de elementos de revestimento em naturocimento são os painéis retangulares, as lâminas imitando a madeira e as soluções perfiladas, que normalmente são utilizadas em cobertura, mas que também podem ser utilizadas em fachada (Sousa, 2010).

Figura 3. 5: Exemplo de um edifício com a tecnologia de fachada ventilada com revestimentos em naturocimento – Edifício da Nova Sede da Polícia Judiciária em Lisboa (Sotecnisol Revestimentos, 2015)

Estas peças podem ser fabricadas singularmente, como de canto ou de remate e permitem a eliminação de pontos singulares que outros materiais como a pedra ou o betão não permitem com tanta facilidade.

3.2.1.4. Painéis em metal

O metal é um material já com uma grande aplicabilidade ao longo da história, em especial na execução de coberturas. Com o aparecimento dos revestimentos de fachadas mecanicamente fixados, a grande maleabilidade e plasticidade dos elementos metálicos, este material, o metal, torna-se um aliado e com grande aplicabilidade. Os metais a que mais se recorrem para fachadas são (Sousa, 2010):

- Cobre;
- Zinco;
- Aço inoxidável;
- Alumínio;
- Titânio;
- Liga titânio-zinco.

O cobre é utilizado em coberturas e revestimentos. Este é um metal fino e muito maleável, com grande aptidão a se obter juntas muito finas, permitindo que revestimentos de grandes dimensões e de diferentes formas geométricas e sem praticamente limitações (Sousa, 2010).

O zinco é um material popular, devido à sua durabilidade, à sua isenção de manutenção e à sua possibilidade de apresentar formas complicadas. Esteticamente este é um material neutro, que se harmoniza com outros materiais utilizados na construção civil. Uma outra característica deste material é satisfazer todas as exigências ecológicas dos tempos atuais (Sousa, 2010).

Apesar do historial do cobre e do zinco, os materiais com maior aplicabilidade a fachadas ventiladas são o aço inoxidável e o alumínio. O aço inoxidável é um material que tem como principal vantagem a resistência à corrosão. O alumínio (Figura 3.6) está disponível em variadas cores e acabamentos. Este é um material leve, resistente e durável. A sua maleabilidade característica proporciona aos painéis uma grande facilidade de configuração e agilidade de montagem.

Figura 3.6: Exemplo de um edifício em que o revestimento da fachada ventilada é em alumínio

A caraterística mais relevante do metal como material de revestimento é a sua plasticidade aquando da sua moldagem. Esta, permite criar uma infinidade de formas, desde painéis lisos, estampados,

perfurados, perfilados ou de superfícies curvas. Como acabamento de painéis simples, uma única camada de metal, podem ter-se superfícies baças ou espelhadas. Nestas últimas deve ter-se especial atenção com o reflexo do sol, pois este poderá perturbar os edifícios ao seu redor. Os painéis estampados são soluções interessantes, havendo variadas formas e padrões. Estes painéis apresentam espessuras e dimensões que podem ser reduzidas ou enormes.

3.2.1.5. Painéis cerâmicos

Os ladrilhos cerâmicos são uma solução de revestimento típica em Portugal. Este tipo de solução apresenta-se vantajosa técnica, económica e esteticamente. Com o surgimento das fachadas com fixação mecânica, a implementação dos cerâmicos em fachada deste tipo foi um passo natural (Figura 3.7).

Figura 3.7: Exemplo de uma moradia com a solução de revestimentos em cerâmica na fachada ventilada (Porcelanosa Grupo, 2015)

Existem dois processos de fabrico associados aos revestimentos cerâmicos: a extrusão e a prensagem a seco. A cerâmica extrudida é conformada no estado plástico por um extrusora, sendo a coluna obtida cortada em peças de dimensões pré determinadas. Os cerâmicos obtidos por este processo são: o grés extrudido, o klinder, a terracota e a tijoleira rústica (Sousa, 2010). No que concerne à prensagem a seco, estas são moldadas a partir de uma mistura moída finamente e prensadas em moldes. Por este processo obtêm-se o grés porcelânico, os revestimentos de monocozedura e o azulejo (APICER/CTCV, 2003).

3.2.1.6. Painéis fenólicos

Os fenólicos são produtos de avanços tecnológicos, cuja área de aplicação é cada vez mais alargada. São painéis elaborados a partir de resinas termo-endurecidas, homogeneamente reforçadas com fibras de madeira. Por ações combinadas de pressão e temperatura, é originado um produto homogéneo, sem porosidades, plano, regular, resistente a raios UV, humidade e condições atmosféricas adversas. Estes, também são insensíveis à oxidação, à corrosão e resistentes à sujidade, apresentando ainda uma estabilidade de cor. Estas soluções apresentam grandes dimensões e são em norma planos e retangulares.

A variedade de cores e a não limitação nos padrões, texturas e imagens impressas são fatores que marcam a distinção nesta solução. Na Figura 3.8 apresenta-se o exemplo de um edifício em que a solução de revestimento para a fachada ventilada é em painéis fenólicos.

Figura 3.8: Fachada ventilada com revestimento em painéis fenólicos – solução da marca Trespa® Meteon® (AGI, 2015)

3.2.1.7. Painéis em madeira

A aplicação de madeira em fachada divide-se em dois grupos: madeira maciça e derivados de madeira.

As madeiras maciças aplicadas em fachada recorrem a um material natural – a madeira em bruto. Para que a mesma adquira propriedades, que a permitam resistir em casos de aplicação exterior tem de ser devidamente modificada de modo a poder ser aplicada e manter-se inalterada mesmo em condições climatéricas adversas, sem necessitar de grande manutenção.

A madeira em bruto (Figura 3.9) é submetida a elevadas temperaturas para que a maior parte da humidade desapareça e a torne mais resistente. Por exemplo, o Pinho nórdico é tratado termicamente

(*thermowood*) a 212 °C – *Thermo D*, sem adição de produtos químicos, 100% ecológico, e é proveniente de florestas sustentadas da Europa Norte (Banema, 2013).

Figura 3.9: Exemplo de um edifício com fachada ventilada em madeira maciça (Banema, 2013)

Segundo Mendonça (2015) os derivados de madeira aplicáveis em fachada são os contraplacados, painéis aglomerados, OSB (Oriented Strand Board) – painéis estruturados de tiras de madeira orientadas perpendicularmente, em várias camadas, onde são unidas com resinas aplicadas sob altas temperaturas e pressão, MDF (Medium Density Fiberboard) – aglomerado de fibras de média densidade formado por aglutinação das fibras de madeira com resinas sintéticas, em processo seco, com prensagem a quente, placas de elevada densidade e painéis de partículas de madeira aglutinadas com cimento (Mendonça, 2005).

Segundo Sousa (2010) os painéis aglomerados caracterizam-se pela transformação da madeira em pequenas partículas que secas e misturadas com resina sintética termofixa e distribuídas aleatoriamente entre si, são conformadas sob calor e pressão, gerando um painel.

O painel Viroc® é um painel de madeira e cimento (Figura 3.10). Um material compósito, constituído por uma mistura de partículas de madeira e cimento comprimido e seco. A sua aparência não é homogénea, sendo uma característica natural do produto, apresentando manchas de diversas tonalidades.

Os painéis sofrem pequenas variações dimensionais com a variação da humidade relativa do ar. Em situações de amplitudes extremas de humidade e temperatura, é de esperar que o painel Viroc® tenha de acomodar uma variação dimensional máxima de +1.0‰ a -3.0‰ (Viroc, 2015).

Os painéis devem ser protegidos com tinta ou verniz. Antes de aplicar verniz sobre os painéis, as superfícies devem estar totalmente limpas e secas, sem gorduras, pó ou sais superficiais. A limpeza das superfícies deve ser realizada através de um polimento com disco de limpeza. A primeira demão deve cobrir ambos os lados e os bordos do painel. As restantes demãos só são necessárias na superfície e bordos expostos.

Figura 3.10: Edifício Molhe no Funchal com painéis da marca Viroc, fabricados por uma mistura de partículas de madeira e cimento Portland (Viroc, 2015)

3.2.1.8. Painéis em vidro

A fachada ventilada totalmente em vidro, Figura 3.11, assemelha-se no seu aspeto visual a uma fachada cortina, a diferença reside no seu sistema construtivo.

Figura 3.11: Exemplo de um edifício com a tecnologia de fachada ventilada com revestimentos em vidro (Cortizo, 2015)

Este sistema deve ter em consideração a limpeza do vidro pelo lado interior, garantindo o seu acesso através das aberturas ou pela criação de uma galeria técnica no espaço da caixa-de-ar.

Os vidros a utilizar nesta tecnologia de construção podem ser planos, ondulados segundo a forma retangular ou em lâmina.

3.2.1.9. Painéis em Fotovoltaicos

De acordo com a resposta à necessidade de os edifícios serem autossustentáveis, surgem na atualidade o sistema de fachada ventilada com painéis fotovoltaicos (Figura 3.12). Este é um sistema que se encontra em estudo e desenvolvimento, existindo já alguns edifícios protótipos, com a finalidade de avaliar o desempenho desta solução.

Com a aplicabilidade deste sistema desenvolveram-se a capacidade destes painéis captarem não só a energia solar que incide diretamente, mas também a que incide indiretamente, melhorando o rendimento dos painéis, quando aplicados em fachada. A sua colocação em fachadas norte de edifícios é ainda um obstáculo, devida à reduzida exposição solar nestas fachadas.

Figura 3.12: Fachada ventilada fotovoltaica, solução da empresa OnyxSolar (Onyx Solar, 2015)

A fachada ventilada fotovoltaica apresenta as seguintes vantagens (Onyx Solar, 2015):

- Produção elétrica;
- Economia de energia graças ao isolamento térmico;
- Maior capacidade de isolamento;
- Eliminação de pontes térmicas;
- Aumento do conforto térmico interior;
- Redução da contaminação acústica;
- Proteção da fachada e do terraço do edifício;
- Maior produção de energia em condições de baixa luminosidade;
- Maior produção de energia em condições de alta temperatura;
- Design atrativo e inovador.

3.2.2. Sistema de fixação e montagem

A estrutura de fixação deve permitir o afastamento do revestimento em relação ao elemento de suporte, de modo a estabelecer uma caixa-de-ar entre os dois elementos. A estrutura deve permitir deformações para a absorção de tensões por dilatação e choques térmicos, incidência de ventos, etc. Esta estrutura apresenta uma série de componentes, que transferem as ações a que o revestimento está sujeito para o paramento portante. A estrutura é composta por:

- Perfis verticais – geralmente em alumínio ou aço inoxidável, ancorados no elemento de suporte;
- Perfis horizontais – geralmente em alumínio ou aço inoxidável, onde as peças de revestimento se fixam através de dispositivos de fixação.
- Complementos – dispositivos de fixação, de remate, etc.

O sistema de fachada ventilada consiste na colocação de, por exemplo, peças de pedra natural, peças cerâmicas ou de vidro, sobre uma estrutura de alumínio ou aço inoxidável, previamente fixa à parede existente. A união das peças de revestimento à estrutura realiza-se através de encaixes metálicos.

A maior parte dos sistemas de fixação para fachadas ventiladas baseiam-se em estruturas portantes de perfis de alumínio verticais – com comprimento máximo de 3m – fixos à parede, ligados mecanicamente a perfis horizontais de alumínio, aos quais se unem os encaixes que seguram as peças de revestimento. Através da forma como se ligam as peças de revestimento à estrutura de suporte, é possível distinguir dois tipos de sistemas de fixação: sistemas de encaixe visível e sistemas de encaixe invisível (Construlink, 2006).

a) Sistemas de encaixe visível

Nos sistemas de encaixe visível, a fixação das peças de revestimento à estrutura de suporte é realizada através de grampos visíveis protegidos contra a corrosão (Figura 3.13). Os sistemas de encaixe visível são uma solução económica, versátil e flexível em obra, pois a peça de revestimento não necessita de vir acoplada a algum tipo de dispositivo de ligação, tal como acontece nos sistemas de encaixe invisível.

Para evitar vibrações devido ao vento, devem-se utilizar juntas elásticas – por exemplo, de neoprene – entre os grampos e as peças, ou então efetuar-se uma selagem com silicone.

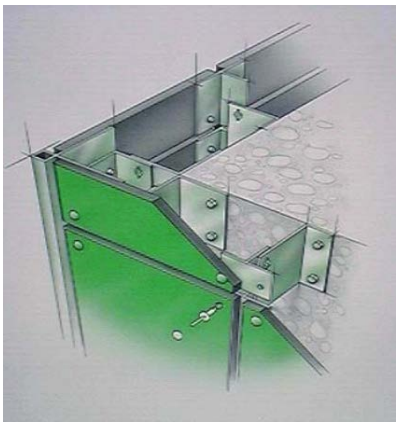


Figura 3.13: Sistema de fachada ventilada com encaixe visíveis (Sistema "Trespa")

b) Sistemas de encaixe invisível

Nestes sistemas, tem de se aplicar previamente na peça de revestimento um dispositivo que permita a sua fixação à estrutura – o grampo de sustentação, Figura 3.14. É recomendável a utilização de um encaixe roscado, pois é o que garante maior estabilidade.

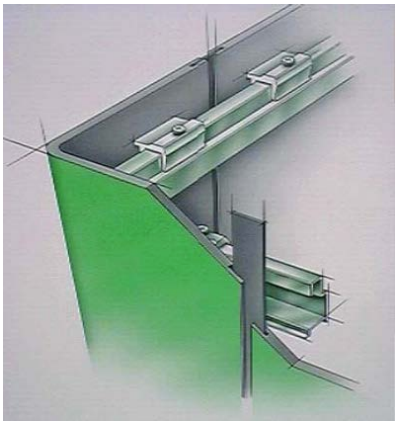


Figura 3.14: Sistema de fachada ventilada com encaixe invisível (Sistema "Trespa")

c) Sequência de montagem

Depois de concluído o elemento de suporte e de se colocar o isolante térmico contínuo sobre o paramento, monta-se a estrutura de fixação, constituída pelos perfis verticais e horizontais (se forem necessários). De seguida, enroscam-se os grampos de sustentação na peça de revestimento. Seguidamente a peça de revestimento é colocada, encaixando-se os grampos de sustentação nas vigas horizontais. Para se garantir uma maior estabilidade ao revestimento, os grampos superiores são aparafusados às vigas horizontais. Por fim, realizam-se os ajustes necessários de modo a garantir o nivelamento do paramento exterior (Construlink, 2006).

3.2.3. Caixa-de-ar

No que concerne à caixa-de-ar, esta, impede o contato da água com a camada interior, que eventualmente tenha atravessado a cortina devido à quantidade de movimento. A camada ou pano interior em contacto com a caixa-de-ar deve ser pouco permeável ao ar ou eventualmente impermeável à humidade, podendo ser necessário incorporar o isolamento térmico. Alguma água que tenha ultrapassado a cortina é conduzida por caleiras para orifícios drenantes localizados na parte inferior da caixa-de-ar (Camposinhos, 2005).

Este sistema construtivo com fachada ventilada, apesar de muito evoluído, não é capaz de garantir um controlo efetivo das infiltrações. As diferenças de pressão entre o exterior e a caixa-de-ar, podem ser suficientemente elevadas para forçar a entrada da humidade, de precipitação ou não, atravessando juntas, aberturas, fendas, superfícies porosas, etc. A água pode todavia infiltrar-se em quantidade (Figura 3.15) tal que os sistemas de drenagem não tenham capacidade de escoamento suficiente, ficando retida, a humificação durante demasiado temo provoca danos, mesmo nos materiais pouco suscetíveis, com as consequências conhecidas (Camposinhos, 2005).

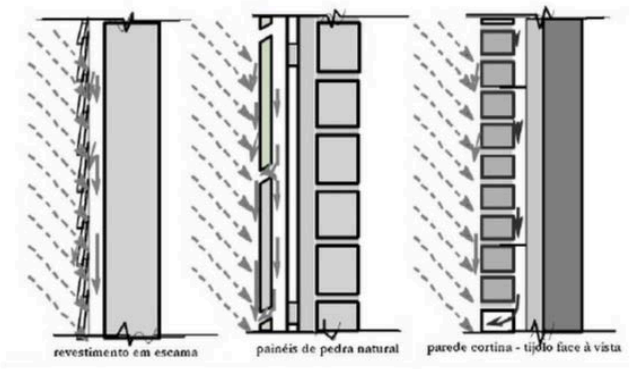


Figura 3.15: Exemplo de fachadas ventiladas com revestimentos estanques (Camposinhos, 2005)

Nas soluções correntes no nosso país, a ventilação é obtida pelos orifícios de drenagem. Estas aberturas são em pequeno número e em geral de secção reduzida, relativamente à área das paredes (Camposinhos, 2005).

Aumentando o número de aberturas ou a sua dimensão a barreira interior ao suportar a pressão do ar – a sua permeabilidade é muito inferior – faz com que a caixa-de-ar pressurize com valores próximos à pressão exterior.

Neste tipo de solução, a pressão devido ao vento pode ser equilibrada pela própria caixa-de-ar, impedindo que a água seja arrastada para o seu interior. Exemplos deste tipo de solução são as paredes

realizadas com elementos sobrepostos em forma de persiana, onde as juntas entre os elementos de revestimento, ripas, soletos de ardósia, etc., funcionam como orifícios ventiladores, permitindo que a pressão na caixa-de-ar, devidamente isolada por uma barreira, seja próxima da exterior, ficando o revestimento sujeito a menores pressões.

O aquecimento provocado pela radiação solar provoca uma variação da densidade do ar que se situa no interior da câmara-de-ar, fazendo com que este inicie um movimento de ascensão, denominado de efeito de chaminé. Este, é responsável pela eliminação do ar quente através do fenómeno de convecção, e contribui também para a remoção do vapor de água.

Para que o efeito chaminé ocorra acertadamente é de grande relevância assegurar que as zonas de entrada e saída de ar estejam sempre desimpedidas, de forma a garantir uma ventilação em perfeitas condições.

A pressão e incidência do vento são componentes de grande influência no movimento de fluxo de ar no interior do espaço de ar. O vento, ao incidir na fachada, poderá produzir diferentes pressões na entrada e saída de ar, induzindo o movimento do ar.

Na conceção de uma fachada ventilada deverão ter-se em consideração que as pressões resultantes do efeito de chaminé não devem ser anuladas pelas forças resultantes do vento. Consegue-se controlar essas consequências através da espessura da caixa-de-ar. A espessura do espaço de ar não deve ser inferior a 3 cm, por forma a garantir que a ocorrência de anomalias construtivas não impeça a circulação do ar. Como limite superior adota-se 15 cm, pois acima deste valor, aumentar-se-ia o enfunamento das ancoragens e da alma de perfis (Construlink, 2006).

3.3. PROCESSO DE FABRICO

As fachadas ventiladas, são classificadas segundo o seu processo de produção em:

- Montadas em obra;
- Pré-fabricadas.

As fachadas ventiladas montadas em obra são aquelas construídas no próprio estaleiro de obras, que utilizam geralmente como suporte uma estrutura auxiliar, uma parede, ou uma fixação leve de aço. O sistema da estrutura poderá ser em ferro, aço ou alumínio, podendo ser estruturado em perfis verticais e travessas horizontais.

As fachadas ventiladas pré-fabricadas, também conhecidas por fachadas modulares, são aquelas produzidas em fábrica e transportadas para o local onde se realizará a obra. A sua aplicação é realizada com o auxílio de gruas especiais, que permitem que as placas se prendam à estrutura do edifício, primeiramente por meio de ancoragens, permitindo ajustar o prumo e a posição dos painéis, sendo finalizadas com fixação definitiva por intermédio de parafusos ou de solda.

3.4. INFILTRAÇÃO DA HUMIDADE E DA ÁGUA DA CHUVA

O sistema de revestimento externo de edificações, designado por fachadas ventiladas é constituído por dois panos, separados por uma cavidade – a caixa-de-ar. A camada exterior é concebida com a finalidade de se evitarem infiltrações devidas a diferentes forças: cinéticas, escorrimento gravítico ou por capilaridade.

A energia correspondente às gotas da chuva puxadas pelo vento, devido à massa e velocidade, pode fazer com que estas atravessem as aberturas que existam na espessura da fachada (parede ou revestimento) é denominada de energia cinética (Camposinhos, 2005). Em algumas situações, por exemplo no topo dos edifícios, as gotas podem inclusive ter movimentos ascendentes, seguindo trajetos inverosímeis.

Desde que as aberturas sejam delineadas de forma adequada, é possível contrariar o movimento devido a esta energia, cinética, que origina infiltrações. A disposição de elementos tapa-juntas, a criação de ressaltos ou labirintos que impeçam o prosseguimento da trajetória neutralizam o seu efeito (Camposinhos, 2005). Na Figura 3.16 esquematizam-se duas situações de junta aberta, destacando-se o efeito favorável do ressalto na junta da direita.

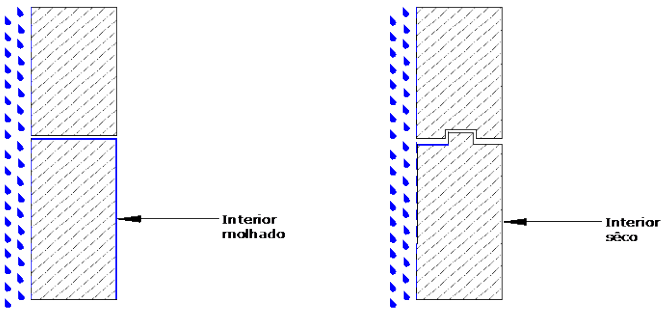


Figura 3.16: Energia cinética associada à penetração de gotas de chuva em juntas de construção

O escorrimento da água ao longo das superfícies resulta da ação da gravidade. Pese embora as infiltrações resultantes serem, aparentemente, fáceis de resolver – simplesmente evitando trajetos no

sentido descendente do exterior para o interior – ainda se verificam muitas infiltrações devido ao escorrimento gravítico da água nas fachadas, seja através de fissuras que surgem durante ou após a construção, seja por juntas cujos vedantes perdem as características ao longo do tempo ou, inclusive devido a erros de conceção e construção de juntas (Camposinhos, 2005).

A água infiltrada ao encontrar uma caixa-de-ar escorre pela superfície interior do pano exterior. A disposição de caleiras de drenagem é fundamental na condução desta água para o exterior. Um outro aspeto importante e primordial é o que se refere às emendas de sobreposição de juntas fechadas (Camposinhos, 2005). O elemento superior do material de revestimento é que deve cobrir a junta, Figura 3.17.

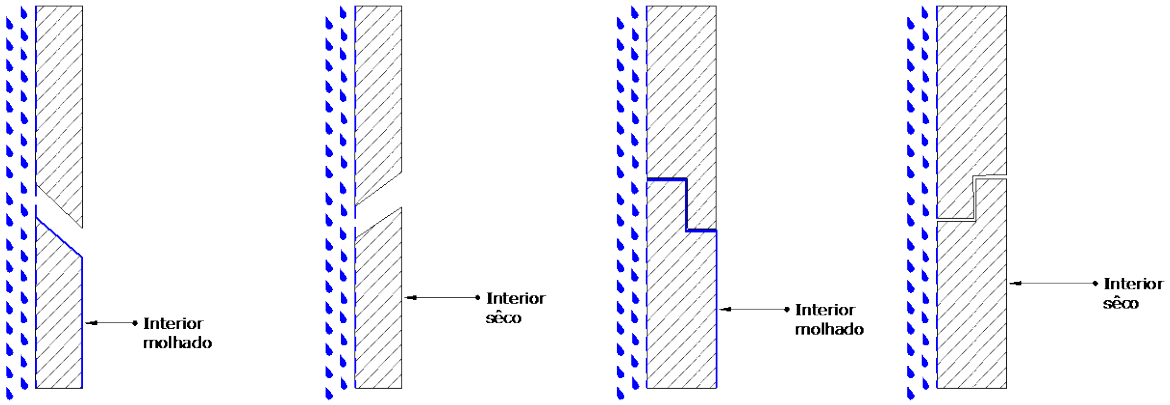


Figura 3.17: Escorrimentos gravíticos em juntas abertas e em juntas fechadas

A água pode ser conduzida por qualquer fissura ou junta de pequena espessura percorrendo todo o percurso disponível até equilibrar a tensão capilar. A tensão capilar é facilmente anulada no caso de juntas muito estreitas, com o simples aumento, mesmo que parcial da abertura da junta, Figura 3.18.

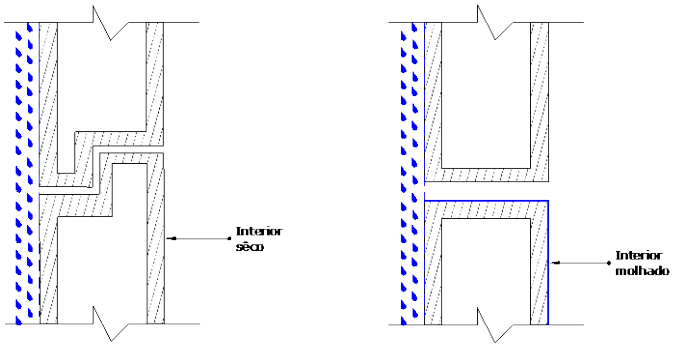


Figura 3.18: Ação capilar

3.5. CONSIDERAÇÕES DE PROJETO

A evolução nas tecnologias de construção tem vindo a trazer novas exigências de desempenho aos diversos elementos constituintes dos edifícios. O conceito de exigência essencial surge em 1989 com a publicação no jornal oficial das comunidades Europeias da *Diretiva dos Produtos de Construção* (CEE, 1993).

O estabelecimento das exigências funcionais para os edifícios e seus componentes, surgiram para que estes possuam características que permitam a satisfação das necessidades dos seus utentes. Essa satisfação deve ser conseguida em condições económicas, ou seja, para que o custo global dos edifícios, integrando os custos iniciais, os de funcionamento e os de manutenção, sejam aceitáveis.

As fachadas, uma vez que são um elemento de transição entre o exterior e o interior têm por si só de garantir diversas funções em manter o seu desempenho dentro de grandes oscilações de parâmetros ambientais.

As exigências funcionais dos revestimentos para fachadas são indissociáveis das exigências funcionais das partes opacas das paredes. De facto, as funções atribuíveis ao conjunto parede/revestimento podem ser exercidas com maior ou menor contributo de cada um desses constituintes.

No que concerne aos revestimentos para paramentos exteriores de paredes, espera-se de um modo geral que (Mendes, 2009):

- Protejam o tosco da parede das ações dos diversos agentes agressivos: água, choques, produtos químicos presentes no ar, poeiras, etc.;
- Resistam eles próprios a esses agentes;
- Contribuam para a estanqueidade da parede;
- Confiram à parede caraterísticas aceitáveis de planeza, verticalidade e regularidade superficial;
- Proporcionem à parede o efeito decorativo pretendido;
- Se mantenham limpos ou que tornem fácil a sua limpeza.

A seleção dos produtos a aplicar num edifício por parte dos projetistas é definida na fase de projeto. Para uma correta escolha deverá ser tido em conta o desempenho ao longo do tempo que depende:

- Das condições ambientais;
- Do projeto e da qualidade das suas especificações;
- Do tipo de materiais escolhidos;

- Do nível de qualidade da execução;
- Das ações de manutenção levadas a cabo;
- Do uso.

Algumas das exigências de desempenho são definidas no Quadro 3.1. As mesmas não dependem da seleção dos produtos, mas sim da correta execução em obra do sistema.

Quadro 3.1: Exigências de desempenho a considerar em projeto (Sousa e Teixeira, 2003)

Grupo exigencial	Exigência de desempenho
Exigências de segurança	- Resistência mecânica e estabilidade - Contra risco de incêndio - Segurança no uso
Exigências de compatibilidade com o suporte	- Compatibilidade geométrica, mecânica e química
Exigências de estanquidade	- Estanquidade à ação da água da chuva - Estanquidade ao vapor de água
Exigências de conforto visual	- Planeza - Verticalidade - Retidão das arestas - Regularidade e perfeição da superfície - Homogeneidade da cor e do brilho
Exigências de conforto táctil	- Perfil geométrico de superfície
Exigências de higiene, saúde e ambiente	- Desempenho perante os odores, resistência ao enodoamento, limpeza e aptidão para a reutilização
Exigências de durabilidade	- Resistência a ações de choque e atrito - Resistência à erosão por partículas do ar, pela água, granizo e escorrimento de água - Resistência aos agentes climáticos - Resistência aos produtos químicos do ar
Exigências de economia e comportamento higrotérmico	- Coeficiente de transmissão térmica

Assim, após a seleção dos produtos que constituem o sistema, a concretização da solução e obra deve satisfazer as seguintes exigências de desempenho (Rodrigues, 2003):

- Perfil geométrico de superfície;
- Planeza das superfícies;
- Verticalidade;
- Retidão das arestas;
- Regularidade e perfeição das superfícies.

3.5.1. Exigências de segurança

3.5.1.1. Resistência mecânica e estabilidade

Os revestimentos da fachada devem resistir às solicitações combinadas a que estarão sujeitas em condições normais de uso, como sejam o peso próprio, as solicitações climáticas extremas e as diversas ações decorrentes da utilização.

Em situações acidentais admite-se a rotura ou deformação superficial do revestimento, mas sem que haja atravessamento ou sérios danos na parede de suporte. É relevante mencionar que o contributo para a resistência das paredes exteriores é dado essencialmente pelo comportamento da parede de suporte.

3.5.1.2. Contra risco de incêndio

No que concerne à segurança contra incêndios, não são as paredes de suporte aos elementos constituintes para a fachada ventilada (muitas vezes em alvenaria), construídas com materiais não-combustíveis ou de combustibilidade limitada, que contribuem para a deflagração ou a propagação do incêndio. Os sistemas de isolamento térmico pelo exterior, sobretudo se o revestimento ou o isolamento térmico são constituídos em maior ou menor grau de materiais orgânicos, podem originar riscos de deflagração e de propagação de incêndio (Mendes, 2009).

Os revestimentos devem contribuir para minimizar o risco de deflagração e propagação do fogo, bem como garantir tempos de alarme, evacuação ou sobrevivência dos utentes. Os revestimentos não podem favorecer a propagação do fogo, e muito menos proporcionar o desprendimento de gotas inflamadas.

A imposição de exigências para o desempenho de reação ao fogo de sistemas e dos respetivos componentes, quer de adoção de disposições construtivas adicionais (por exemplo características das fixações, introdução de barreiras corta-fogo, limitação da utilização de produtos combustíveis em função da altura do edifício) torna-se essencial de modo a minimizar o risco de ocorrência de sinistros graves (Mendes, 2009).

3.5.1.3. Segurança no uso

Os revestimentos não devem colocar os utentes dos edifícios em insegurança ou em risco, assim sendo estes não devem:

- Emitir gases tóxicos ou radiações nocivas;

- Conter arestas cortantes, rebarbas, saliências perigosas em zonas de circulação;

3.5.2. Exigências de compatibilidade com o suporte

Estas exigências promovem a necessidade de compatibilização entre o suporte e o revestimento, para que os dois perdurem sem prejudicarem os seus desempenhos funcionais, por isso há a necessidade de garantir a compatibilidade geométrica, a compatibilidade mecânica e a compatibilidade química.

A compatibilidade geométrica traduz-se na necessidade de regularidade do suporte, a fim de não prejudicar o desempenho do revestimento.

No que respeita à compatibilidade mecânica, esta, corresponde às tensões que o suporte pode induzir no revestimento, ou vice-versa. Estas não podem provocar a deterioração nem do suporte nem do revestimento, havendo assim a necessidade de verificar a compatibilidade entre os dois.

A incompatibilidade química entre os elementos pode provocar expansões, empolamentos, descolamentos, entre outras anomalias aos revestimentos.

A seleção dos elementos a utilizar para a execução da fachada ventilada deve ter em consideração as compatibilidades descritas anteriormente fim de evitar situações desfavoráveis aos clientes ao longo da vida útil do edifício.

3.5.3. Exigências de estanquidade

3.5.3.1. À água da chuva

O grau de estanquidade das paredes exteriores resulta da combinação da capacidade respetiva do revestimento e da estrutura de suporte. O desempenho do revestimento exterior por sua vez é avaliado segundo o seu coeficiente de capilaridade e de absorção de água.

Mediante as condições de exposição da fachada, o humedecimento prolongado dos materiais pode induzir à deterioração do revestimento, da estrutura de suporte, ou do isolamento térmico. Este fenómeno pode ser causado por uma ação física (movimentos de contração ou de expansão, gelo/degelo, entre outros) ou por ação química (sais solúveis transportados por água, etc.). O descolamento do revestimento pode resultar da combinação de água na interfase suporte/revestimento (Mendes, 2009).

Em revestimentos de juntas abertas, onde a ventilação é obrigatória, esta exigência pretende garantir que a água não penetre em excesso para o interior do espaço ventilado (Sousa e Teixeira, 2003).

3.5.3.2. Ao vapor de água

A humidade relativa no interior dos edifícios resulta no equilíbrio entre a produção de vapor de água no interior e do seu caudal de ventilação, ou seja, depende da produção de vapor de água no interior do edifício e a sua taxa horária de renovação de ar, definindo-se assim a higrometria. Devido a este fenómeno é fundamental estabelecer regras de conceção que garantam uma correta difusão do vapor de água em edifícios com média e forte higrometria.

A parede interior deve ser o mais permeável possível, não criando barreiras à saída do vapor de água do interior para o exterior, mas criando barreiras à entrada da água da chuva.

Nesta perspetiva, o revestimento exterior ideal será aquele que conseguir o melhor balanceamento entre a estanquidade à água da chuva e a permeabilidade ao vapor de água.

3.5.4. Exigências de conforto visual

3.5.4.1. Planeza

As paredes revestidas devem apresentar planeza geral e local satisfatória, estabelecendo-se limites admissíveis para as flechas.

Um método expedito consiste em percorrer a fachada com uma régua de 2 m de comprimento para a planeza geral e de 0,20 m para a planeza local. Os valores das flechas para as planezas geral e localizadas não poderão ser superiores a 10 mm e a 2 mm, respetivamente (Lucas, 2008).

3.5.4.2. Verticalidade

As paredes revestidas devem apresentar verticalidade quase perfeita, estabelecendo-se desvios admissíveis, controlados *in situ* através de um fio-de-prumo. É admissível para uma parede com 3 m de altura, um desvio máximo de 1,0 cm (Lucas, 2008).

3.5.4.3. Retidão das arestas

As arestas verticais e horizontais dos revestimentos de paredes devem desenvolver-se tanto quanto possível segundo uma linha reta. Deve-se realizar a quantificação do desvio da linha da aresta relativamente à sua linha média. Os desvios das linhas das arestas, relativamente à linha média, devem ser limitados para que sejam impercetíveis. Esse limite deve ser igual ou inferior a 5 mm (Lucas, 2008).

3.5.4.4. Regularidade e perfeição das superfícies

Através de um exame visual deve-se verificar se os revestimentos de paredes não apresentam irregularidades ou defeitos nas superfícies percetíveis, como por exemplo reentrâncias, saliências localizadas, fissuras, empolamentos, descolamentos e pulverulência. A textura da superfície deve ser regular e uniforme. A largura admissível das fissuras em zona corrente deve ser inferior a 0,2 mm.

3.5.4.5. Homogeneidade da cor e brilho

Nesta caraterística é feita a quantificação da diferença de cor e da refletância difusa, estabelecendo-se limites para as diferenças de cor e de brilho para cada caso.

Um revestimento de cor, não deve apresentar, num mesmo paramento, diferenças de tonalidade ou de brilho sensíveis. Essas diferenças poderão resultar de deficiências do revestimento ou do suporte, ou de execução não cuidada (Mendes, 2009).

A inevitável alteração da cor e do brilho das fachadas ao longo do tempo deve ocorrer tanto quanto possível de uma forma gradual e uniforme em todo o revestimento.

Os revestimentos de fachadas exteriores devem ser pouco sensíveis a alterações circunstanciais de aspeto, quando sujeitas à ação da água da chuva, de forma a evitar diferenças de cor muito contrastantes, entre as fachadas abrigadas e as fachadas expostas às intempéries.

Aceitam-se os seguintes limites (Lucas, 2008):

- Limiar de percetibilidade da diferença de cor $\leq 2 \pm 0{,}6$;
- Limiar de percetibilidade da diferença de brilho $\leq 5\%$.

3.5.5. Exigências de conforto táctil

Os parâmetros exteriores acessíveis aos utentes não devem apresentar rugosidades, arestas ou outras descontinuidades desconfortáveis e desagradáveis para os utentes. A existência de revestimentos excessivamente ásperos ou de superfície pegajosa também é indesejável no que concerne às condições de higiene.

A aspereza pode ser consequência da constituição do próprio revestimento ou resultar no processo de aplicação. A verificação do cumprimento desta característica, conforto táctil, deve ser feita através da observação dos desenhos de pormenor e exame *in situ* (Lucas, 2008).

3.5.6. Exigência de higiene, saúde e ambiente

Os revestimentos a utilizar não devem potenciar a concentração de microrganismos ou poeiras. Os mesmos, também não devem ser excessivamente pegajosos ou ásperos, especialmente quanto à sua exposição à poluição atmosférica ou até mesmo à poeira transportada pelo vento, principalmente quando os mesmos não usufruam de condições favoráveis à sua autolimpeza pela água da chuva. A classificação dos materiais mediante a sua resistência ao enodoamento por produtos químicos é distribuída pelas classes C0 e C3 (Lucas, 2008). No caso da resistência ao enodoamento pela poeira é distribuída pelas classes de 1 a 9 (Lucas, 2008). Materiais de revestimento que necessitam de produtos de limpeza não usuais devem ser evitados.

No que concerne a operações de limpeza, as mesmas devem ser adequadas ao tipo de revestimento, o que implica uma definição prévia de produtos e procedimentos compatíveis aos diversos tipos de revestimentos.

Em função do ambiente em que o edifício se insere, dever-se-á especificar (Mendes, 2009):

- O tipo de produtos a utilizar;
- Frequência de lavagens;
- Mão-de-obra necessária.

3.5.7. Exigência de durabilidade

A durabilidade de um revestimento corresponde ao período de tempo durante o qual este mantém as suas propriedades e desempenho, em condições normais de uso e de conservação. A durabilidade das fixações devem ser idênticas às da estrutura de suporte, dado não serem acessíveis a manutenção periódica. Para revestimentos descontínuos de fachadas exteriores, a durabilidade correntemente exigida é de pelo menos 50 anos.

Para que o desempenho dos materiais se conservem no período previsto para a durabilidade, é indispensável que os revestimento (Mendes, 2009):

- Resistam satisfatoriamente aos agentes que atuam em condições de utilização normal;
- Sejam objeto de conservação periódica;
- Resistam às operações inerentes ao processo de conservação.

3.5.7.1. Resistência a ações de choque e atrito

Nas ações de choque e de atrito resultantes do uso recorrente dos edifícios, os revestimentos devem resistir, sem degradações que comprometam as suas principais funções. As ações de choque e atrito são consideradas de ocorrência normal durante a utilização e dependem na localização do revestimento, assim como da sua acessibilidade aos utentes.

3.5.7.2. Resistência à erosão por partículas do ar, água, granizo e escorrimento de água

O revestimento de fachadas exteriores deve ser resistente à ação da chuva, granizo e escorrimento de água. As suas caraterísticas mecânicas não devem ser significativamente afetadas quando o revestimento se encontra humedecido.

Para avaliar a resistência dos revestimentos exteriores à ação da água, deve-se proceder aos seguintes ensaios (Lucas, 2008):

- Ensaio da erosão pela água;
- Ensaio de escorrimento de água;
- Ensaio de alteração das caraterísticas mecânicas em estado húmido.

Recomenda-se para a resistência dos revestimentos as seguintes constatações (Lucas, 2008 e Mendes, 2009):

- Os revestimentos não devem apresentar perda de espessura nem alteração significativa do aspeto nos ensaios de erosão pela água e pelo escorrimento de água;
- As resistências à tração por flexão e à compressão do revestimento saturado de água não devem ser significativamente inferiores a idênticas características no estado seco.

As partículas existentes no ar podem provocar, por erosão, a deterioração dos revestimentos exteriores das fachadas. Um dos ensaios possíveis para determinar a resistência à erosão dos revestimentos consiste em projetar areia sobre a superfície do revestimento medindo-se em seguida a diferença de espessura deste (Mendes, 2009). Desta forma, determina-se um coeficiente de abrasão que será específico de cada material. Em função do local de construção, dever-se-á exigir coeficientes de abrasão mínimos.

3.5.7.3. Resistência aos agentes climáticos

Esta exigência é quantificada pelo número de ciclos e períodos de exposição aos agentes climáticos a que o revestimento resiste sem se deteriorar.

Os revestimentos exteriores das fachadas não se devem degradar significativamente durante o tempo de vida que lhe são atribuídos, quando sujeitos às ações do calor, frio, água da chuva, iluminação solar e choques térmicos.

É difícil o estabelecimento de um ensaio convencional que simule a atuação simultânea dos diversos agentes climáticos e que possa ser considerado como reprodutível das condições de exposição natural. Para se simular de uma forma isolada cada ação, ou no máximo a combinação de duas ações, prevêem-se os seguintes ensaios (Lucas, 2008 e Mendes, 2009):

- Ciclo de gelo-degelo para determinar a resistência mecânica dos revestimentos a este tipo de ações (o número de ciclos deve ser superior ou igual a 10, sem que se verifique fissurações ou desagregações no material);
- Ciclos de aquecimento para determinar a resistência dos revestimentos às variações de temperatura (o período de exposição aos ciclos não deverá ser inferior a 10 dias);
- Choque térmico para determinar a resistência do revestimento a bruscas variações da temperatura superficial (o número de ciclos deve ser superior ou igual a 10, sem que se verifique fissurações ou desagregações de material);
- Exposição às radiações ultravioletas para determinar até que ponto o revestimento resiste ao envelhecimento e à eventual desagregação, assim como para avaliar a estabilidade das cores à luz do sol (o período de exposição aos ciclos devem ser superiores a 1000 horas);
- Permeabilidade à água tem a finalidade de determinar até que ponto a estanquidade do revestimento, quando novo, se mantém após ter sido submetido aos ensaios anteriores (o revestimento deverá manter as suas qualidades iniciais).

3.5.7.4. Resistência aos produtos químicos do ar

Os revestimentos exteriores devem resistir aos produtos químicos presentes na atmosfera (óxido, ozono, dióxido de carbono, dióxido de azoto) ou produtos contaminantes (dióxido de enxofre, trióxido de enxofre, sais dissolvidos na água) onde serão utilizados, sem se deteriorarem.

Existem diferenças significativas de durabilidade de um mesmo revestimento, conforme o tipo de ambiente em que se insere – urbano, rural, marítimo ou industrial.

Segundo Mendes (2009), a normalização Belga prevê ensaios para cada tipo de agente químico, onde se faz variar ciclicamente a temperatura e a humidade relativa do ambiente. O número de ensaios a realizar dependerá dos agentes agressivos, cuja presença no ar seja plausível em zonas onde o revestimento venha a ser aplicado. Se com a finalização dos ensaios não se verificarem a existência de degradações, tais como a formação de manchas, alteração de cor, pulverência, entre outros, o material possui resistência suficiente.

3.5.8. Exigências de economia e comportamento higrotérmico

A seleção de um determinado tipo de revestimento, em detrimento de outro, vem não só em função das características tecnológicas, mas também em função do fator económico.

Na seleção do tipo de revestimento exterior e isolamento térmico é imprescindível ter em conta a seleção de materiais que permitam uma economia a longo prazo, com a finalidade de redução de utilização de equipamentos de regulação de temperatura interior.

Outro fator importante a ter em consideração é o investimento inicial associado aos custos de manutenção ao longo do tempo de vida útil do revestimento, pois a este estará associada a sua durabilidade e a sua viabilidade financeira / económica.

3.6. CONSTRUÇÃO DE FACHADAS VENTILADAS NA REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA

O arquipélago da Região Autónoma da Madeira é constituído pelas ilhas da Madeira e do Porto Santo e ainda pelas reservas naturais das ilhas Desertas (Ilhéu Chão, Deserta Grande e Bugio) e das ilhas Selvagens (Selvagem Grande e Selvagem Pequena). Este arquipélago constitui, juntamente com os arquipélagos atlânticos dos Açores, Canárias e Cabo Verde a região biogeográfica da Macaronésia.

A construção nas ilhas da Madeira e do Porto Santo foi condicionada pelos materiais de construção existentes no arquipélago. A partir de 1990, houve na RAM uma grande concentração de subestruturas das maiores construtoras nacionais, devido a grande concentração de obras apoiadas pelos vários fundos, vindos da União Europeia. Esta situação encaminhou a inovação de materiais e novas tecnologias construtivas para a construção de novos edifícios e infraestruturas.

No que concerne à tecnologia construtiva de fachadas ventiladas na RAM, apesar das vantagens que esta solução apresenta, são poucas as aplicações para revestimentos exteriores em edifícios.

Atualmente são conhecidos cinco edifícios com este tipo de solução. A empresa responsável pela execução desses edifícios, *Socicorreia Engenharia Lda*., adotou esta tipo de tecnologia construtiva por forma a obter fachadas sóbrias e elegantes, assegurando pouca manutenção e elevada durabilidade, aliando a arquitetura contemporânea à sustentabilidade e à eficiência energética, proporcionando aos seus utilizadores condições de conforto, saúde e segurança.

Quatro destes edifícios localizam-se no concelho do Funchal, um em São Martinho – *Edifício Séc. XXI 4* (Figura 3.19), dois em Santo António - *Edifício Séc. XXI 5* (Figura 3.20) e *Edifício Séc. XXI 6* (Figura 3.21) um na Avenida Infante – *Edifício Austrolab* (Figura 3.22). Na freguesia dos Canhas, concelho da Ponta do Sol localiza-se o quinto edifício – *Edifício Séc. XXI 7* (Figura 3.23).

Figura 3.19: Fachadas ventiladas no Edifício Séc. XXI 4

Figura 3.20: Tecnologia construtiva de fachadas ventiladas no Edifício Séc. XXI 5

Figura 3.21: Solução de fachada ventilada incorporada no *Edifício Séc. XXI 6*

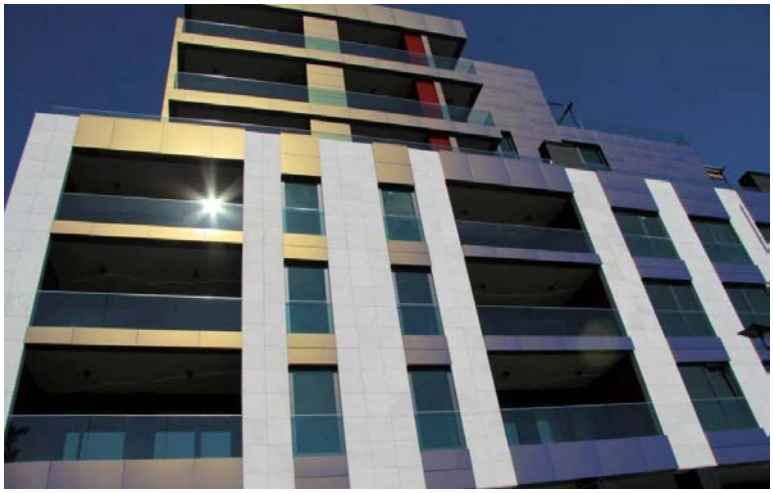


Figura 3. 22: Fachadas ventiladas com revestimento exterior em mármore a alumínio – *Edifício Austrolab*

Figura 3. 23: Fachadas ventiladas presentes no *Edifício Séc. XXI 7*

3.7. VANTAGENS E DESVANTAGENS

No Quadro 3.2 são apresentadas as principais vantagens e reservas da fachada ventilada, relativamente à fachada convencional – parede dupla com isolamento na caixa-de-ar.

Quadro 3.2: Vantagens e inconvenientes associados à tecnologia construtiva de fachada ventilada

Vantagens	Inconvenientes
• Isolamento térmico mais eficiente e disponibilidade total da capacidade térmica da parede para a inércia térmica interior (diminuição do consumo energético para climatização e menores amplitudes térmicas no interior) • Risco muito reduzido de fissuração do revestimento (diminuição dos efeitos da dilatação térmica) • Manutenção simples e reduzida • Proteção do isolamento térmico, estrutura do edifício e parede contra as intempéries (maior durabilidade) • Eliminação das condensações. A presença da camada de ar facilita a evacuação do vapor de água proveniente do interior e favorece a eliminação de humidades que podem causar infiltrações • A existência de isolamento térmico pelo exterior permite a execução de paredes de fachada de menor espessura, mas com o mesmo comportamento (maximização da área útil interior) • Melhor isolamento sonoro • Grande potencial na reabilitação do comportamento térmico, higroscópico e acústico das fachadas convencionais	• Condiciona a aspeto exterior do edifício • Dificuldade eventual na execução de remates, zonas de cunhais e saliências • Custo geralmente mais elevado • Maior risco de degradação por vandalismo • A caixa-de-ar, se não for seccionada, facilita a propagação de fogo entre pisos

4

METODOLOGIA ADOTADA

4.1. INTRODUÇÃO

Segundo a ISO 15686-1 (2001), vida útil (*servive life*) corresponde ao período de tempo, após a construção, em que o edifício ou os seus elementos igualam ou excedem os requisitos mínimos de desempenho.

A vida útil de uma construção é um conceito relativo, que depende da definição dos níveis mínimos aceitáveis de desempenho para o período de serviço do elemento considerado, dos critérios de quem avalia determinada característica e o respetivo contexto social, económico, político, estético, ambiental ou normativo que enquadram essa avaliação (Gaspar, 2002).

A esperança de vida de um edifício é dada por uma grande quantidade de diferentes fatores, incluindo a eficiência do *design*, os detalhes construtivos e os métodos empregues na sua construção (Real, 2010). Por outro lado, também depende da forma como o edifício é utilizado, das suas políticas de manutenção e práticas empreendidas durante a sua vida.

Segundo Kelly e Hunter (2007), existem seis fatores determinantes na vida de um edifício:

1. Vida económica: período de ocupação que é considerado como a opção de menos custo que satisfaça os objetivos funcionais requeridos, ou seja, o período de tempo até que a obsolescência económica dite que seja substituído por alternativa de custo inferior;
2. Vida funcional: período de tempo até que o edifício deixe de funcionar com a finalidade para o qual foi construído;
3. Vida legal: vida do edifício ou componente até que já não satisfaça os requisitos legais;

4. Vida física: vida do edifício ou componente até à altura em que o colapso físico seja possível, isto é, período de tempo durante o qual se espera que o edifício dure fisicamente;
5. Vida social: vida do edifício até que o desejo humano dite a sua substituição por razões não económicas;
6. Vida tecnológica: vida do edifício ou componente até que deixe de ser tecnologicamente melhor que as alternativas.

A vida útil económica traduz-se no período de tempo a partir do qual a manutenção/reabilitação se torna demasiadamente dispendiosa, dificultada ou quando se encontram disponíveis alternativas à manutenção realizada (Real, 2010).

O desempenho económico definir-se-á como o período de tempo que decorre até que seja substituída do seu propósito inicial, por outra solução, construção ou solução mais rentável ou enquanto mantiver uma relação de custo/benefício anual inferior às alternativas (Gaspar, 2002). Os possíveis aumentos e reduções de investimento são ditados pela conjugação das disponibilidades económicas do investidor, com as necessidades de intervenções na construção, influenciando diretamente os possíveis rendimentos (Real, 2010).

A aplicação de princípios economicistas à implementação de tecnologias de construção no sector da construção civil incide em dois fatores: primeiramente encontram-se as decisões da gestão requeridas para determinar a possibilidade e a viabilidade de uma alternativa; seguidamente, escolhe-se economicamente a melhor alternativa para aplicar ao projeto. A maior diferença na avaliação económica entre estes dois níveis consiste na importância do detalhe ou na informação requerida (Mateus e Bragança, 2009).

O objetivo de uma avaliação económica de fachadas no ciclo de vida da construção, é o de apoiar a decisão quanto à seleção das alternativas de construção e conservação mais rentáveis, quanto ao custo benefício, face a determinadas condições técnicas e económicas.

Os métodos de avaliação económica para soluções de fachadas inicialmente só consideravam os custos iniciais de construção. Atualmente, os investimentos são realizados para um longo prazo, ou seja, surgiu a necessidade de se realizar uma avaliação económica tendo em consideração todo o ciclo de vida de uma construção e os seus respetivos custos e benefícios.

Assim sendo, torna-se essencial um estudo de análise económica com as seguintes etapas:

- Identificação e definição das diferentes alternativas capazes de responder ao problema, incluindo também alternativas intermédias e a alternativa nula, avaliando as respetivas consequências;

- Identificação e definição de vários fatores que podem contribuir para a diferenciação do custo/benefício das diversas alternativas e fatores de custo;
- Conversão de todas as alternativas à mesma base de comparação, de modo a selecionar a solução mais rentável.

Assim, é necessário definir índices de conversão de custos e benefícios. Estes obtêm-se a partir de diferentes métodos de avaliação económica:

- Método do valor atual;
- Método do custo equivalente anual uniforme;
- Método da taxa de rentabilidade;
- Método da razão benefício-custo.

Dos métodos atrás mencionados os mais utilizados em engenharia são o método do valor atual e o método anual uniforme equivalente.

Os princípios básicos e métodos de avaliação económica, aplicáveis à análise de fachadas podem ser resumidos do seguinte modo:

- O nível de gestão ao qual a avaliação deve ser claramente identificado;
- A análise económica fornece a base para tomar decisões, mas não inclui a decisão;
- Critérios, regras ou guias de escolhas devem ser formulados separadamente e antes de aplicar os resultados da avaliação económica, a não ser que os critérios sejam simples e de fácil compreensão;
- Uma análise económica deve considerar várias alternativas possíveis, dentro das restrições de recursos de tempo e de dinheiro;
- As alternativas devem ser comparadas através do mesmo período de tempo, de modo a que a maioria dos fatores envolvidos na comparação possam ser definidos com a mesma viabilidade.

4.2. DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO

Para a realização do caso de estudo recorreu-se ao *Edifício Séc. XXI 8,* localizado na Região Autónoma da Madeira, designadamente no concelho do Funchal. O edifício em questão apresenta uma geometria retangular, estando implementado num terreno a sul, numa zona nobre da Cidade do Funchal (Figura 4.1) (nota: o edifício encontrava-se em fase de construção durante elaboração desta dissertação). O edifício em questão é constituído por seis pisos (cinco andares) e uma garagem. As paredes exteriores foram o objeto de estudo desta dissertação onde havia a finalidade de solucionar a

tecnologia de construção de fachada ventilada mais adequada a implementar tendo por base a avaliação económica no ciclo de vida para qual o edifício foi projetado. O edifício tem um custo de venda de 2.500 €/m^2 e destina-se à classe média/alta.

Figura 4.1: Representação do *Edifício Séc. XXI 8* a analisar no caso de estudo

4.3. METODOLOGIA DE ANÁLISE ECONÓMICA-COMPARATIVA

Neste trabalho, propõem-se que a avaliação económica das soluções construtivas se realize através de uma metodologia de análise relativa, cuja base de comparação é, para cada elemento construtivo, a solução de fachada ventilada mais aplicada – solução de referência.

A metodologia a implementar será baseada na Metodologia de Avaliação Relativa de Sustentabilidade de Soluções Construtivas (MARS-SC). Nesta metodologia propõe-se que a sustentabilidade das soluções construtivas seja avaliada relativamente à solução de referência, isto é, a solução construtiva mais aplicada para um determinado local. Nesta metodologia são consideradas três dimensões: a ambiental, a funcional e a económica (Mateus *et al*, 2006). Neste trabalho considerar-se-á apenas a dimensão económica.

Na Figura 4.2, representa-se esquematicamente as etapas da Metodologia de Avaliação Relativa da Sustentabilidade de Soluções Construtivas para a dimensão económica.

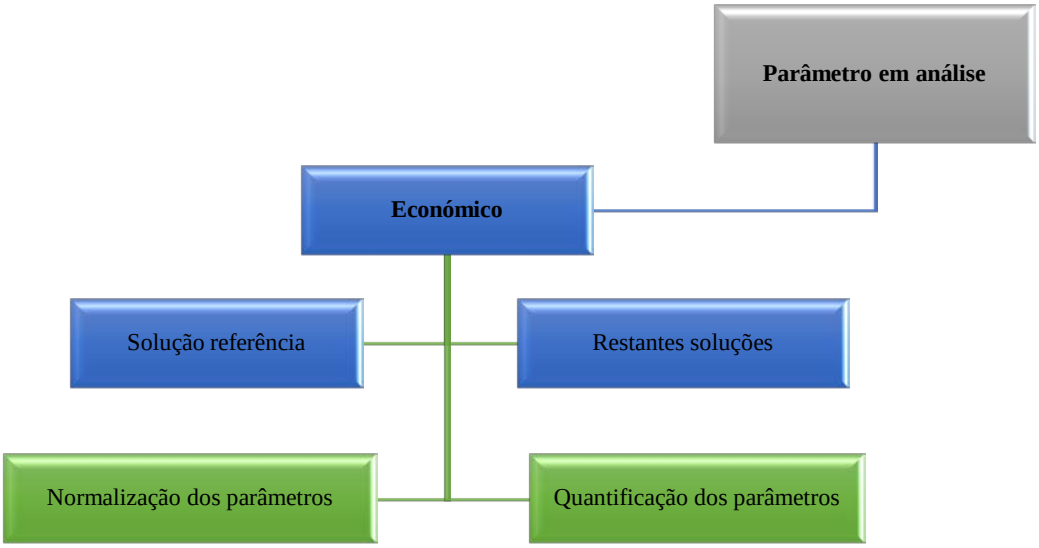


Figura 4.2: Representação esquemática de Metodologia de Avaliação Relativa da Sustentabilidade de Soluções Construtivas relativamente à dimensão económica.

4.3.1. Quantificação dos parâmetros económicos

Nesta fase, estabelece-se o número e tipo de parâmetros a analisar. A definição dos parâmetros a analisar depende dos objetivos da avaliação, das características próprias das soluções construtivas, das exigências funcionais que se pretendam satisfeitas, das características particulares do local e dos dados disponíveis (Mateus *et al*, 2006).

Nos últimos anos, a ISO e o CEN têm-se destacado no desenvolvimento de ações de normalização no âmbito da avaliação da sustentabilidade dos edifícios.

A ISO, através da norma ISO/TC 21929-1 (2006) fornece o enquadramento e as orientações para o desenvolvimento e seleção de indicadores de sustentabilidade adequado para os edifícios. Esta norma aborda a avaliação do desempenho ambiental, social e económico de um edifício. Na Figura 4.3 encontram-se apresentados os indicadores ambientais, sociais e económicos previstos na norma ISO/TC 21929-1.

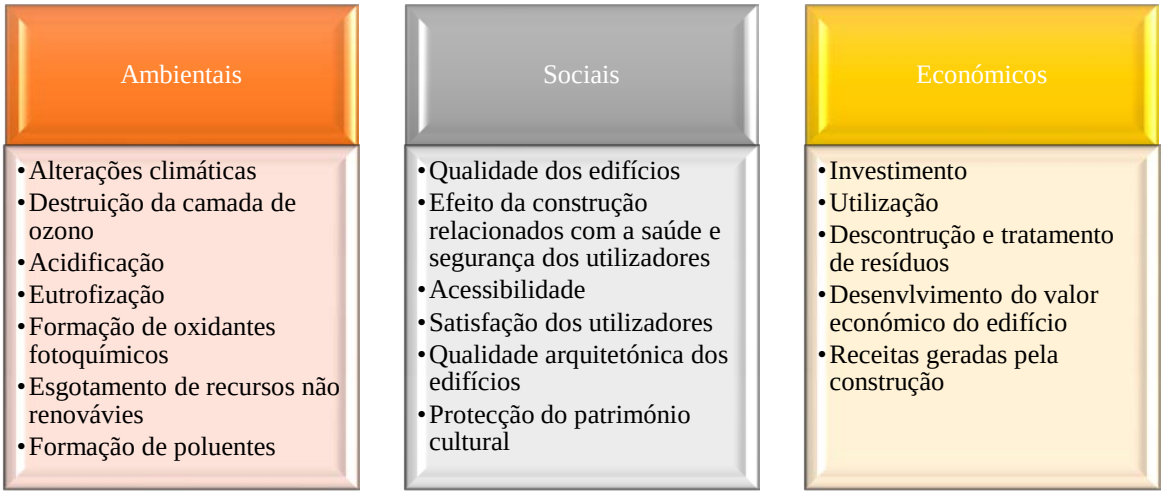


Figura 4.3: Indicadores de sustentabilidade de edifícios (ISO/TC 21929-1, 2006)

Na aplicação da metodologia às soluções construtivas analisadas neste trabalho para a análise económica são considerados três parâmetros económicos: o custo de investimento inicial (€/m^2), o custo de manutenção (€/m^2) e o custo de desconstrução (€/m^2).

Atualmente existe uma elevada quantidade de metodologias LCC[1] e várias bases de dados publicadas. Em Portugal, destaca-se a publicação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) intitulada "Informação Sobre Custos na Construção". Esta publicação apresenta dados quantitativos acerca dos custos de construção, incluindo lucros, associados a diversas soluções construtivas e é atualizada periodicamente, sempre que as flutuações dos preços no mercado sejam superiores a 10% (Bragança e Mateus, 2011).

A avaliação dos custos de ciclo de vida é um método que soma os custos de investimento associados ao período do ciclo de vida em estudo. A soma total é geralmente apresentada sobre duas formas: o valor líquido ou custo anual. Este método é utilizado para comparar soluções construtivas ou edifícios que satisfaçam o mesmo nível de desempenho.

Estas comparações permitem verificar qual a solução que apresenta custos mais baixos durante o período em estudo e, por conseguinte, a solução de melhor desempenho económico.

O método de avaliação dos custos de ciclo de vida pode incluir o investimento inicial, os custos de utilização, substituição, manutenção e reparação e os custos de demolição e transporte a vazadouro. O valor residual, associado ao potencial de reutilização e reciclagem geralmente não é considerado.

[1] Acrónimo da expressão inglesa *Life Cycle Cost*

4.3.1.1. Custo de investimento inicial

Os custos iniciais de um edifício dependem de uma série de fatores, incluindo (Mateus *et al*, 2009):

- O tipo e número de soluções construtivas e de outras tecnologias sustentáveis que são incorporadas;
- O tipo de edifício;
- O local de implantação;
- As características climáticas do local;
- A experiência da equipa de projeto neste domínio.

Adicionalmente, à medida que se assiste à banalização dos materiais e tecnologias mais sustentáveis, o seu custo diminuiu. Por outro lado, para os clientes e utilizadores dos edifícios, a sustentabilidade é cada vez mais considerado um valor acrescentado que diferencia os produtos existentes no mercado.

Pelos motivos anunciados anteriormente, o custo de um edifício deve ser sempre analisado numa perspetiva de custos de ciclo de vida, onde se consideram os diversos custos e proveitos associados ao edifício, desde as fases preliminares de projeto até ao final da sua vida útil. No entanto, desta forma não é possível conciliar as diferentes expetativas dos dois principais grupos de intervenientes no ciclo de vida dos edifícios: donos de obra/investidores e proprietários utilizadores/locatários. Atualmente, grande parte dos investidores continua a pensar que a adoção de soluções sustentáveis aumenta riscos financeiros, os custos de capital e consequentemente as dificuldades em aceder ao crédito, e que não associa qualquer mais-valia aos seus produtos. Na perspetiva deste grupo de intervenientes, a avaliação dos custos de ciclo de vida, apresenta-se como uma metodologia útil para ilustrar o valor da sustentabilidade a longo prazo, mas limitada no que respeita ao retorno do investimento a curto prazo (Zhou, 2003).

Na realização deste trabalho os parâmetros económicos, no que concerne aos custos de investimento, serão obtidos diretamente através de orçamentos que as empresas que produzem as fachadas ventiladas forneceram para a implementação no edifício em estudo em €/m^2.

4.3.1.2. Custo de manutenção

Ao caraterizar a gestão da manutenção do ponto de vista económico, interessa analisá-la num contexto de custos globais e não apenas de custos iniciais.

Deste modo, o custo global é uma noção económica que integra os custos de investimento iniciais e os custos diferidos, ou seja, é o único número que integra os seguintes custos (Bezelga e Neto, 2003):

- Custo inicial (custo de investimento ou custo de construção);
- Custos de manutenção / conservação (ao longo da vida útil);
- Custos de exploração;
- Custos de utilização.

Atualmente, dada a dificuldade na quantificação os custos de utilização não são incluídos nos custos globais (Ferreira, 2009).

O custo global atualizado relativamente à manutenção, de forma simplificada, pode ser calculado pela equação [4.1]:

$$C_{MA} = \sum_{i=1}^{n} C_{MC} \times (1+a)^n + \sum_{i=1}^{n} C_E \times (1+a)^n + \sum_{i=1}^{n} C_R \times (1+a)^n \qquad [4.1]$$

Em que,

C_{MA} – custo de manutenção, em termo de valor atualizado;

C_{MC} – despesas anuais de manutenção;

C_E – despesas anuais de exploração;

C_R – despesas com reparações substanciais ou substituições de elementos;

i – taxa de atualização (não inclui o efeito da inflação);

n – vida útil do elemento em relação ao qual se está a considerar o custo global (solução construtiva, parte do edifício ou edifício total).

Como se pode observar, a expressão apresentada permitirá comparar diferentes soluções construtivas, alternativas para a realização de um determinado elemento de construção, tendo em consideração, não só os custos iniciais, mas também os de manutenção.

A complexidade do custo anual de manutenção depende de vários fatores, entre outros, da qualidade e da quantidade do trabalho a executar – muito diferentes e difíceis de medir e orçamentar sobre projeto, uma vez que as operações de manutenção envolvem técnicas diversas e pouco conhecidas. O período de tempo no qual decorrerá a próxima intervenção também não é um dado adquirido por não se saber em média, qual a vida útil de um dado elemento de construção, face ao tipo de manutenção a implementar (Ferreira, 2009).

4.3.1.3. Custo de desconstrução

A desconstrução de um edifício é um processo que se caracteriza pelo seu desmantelamento cuidadoso, de modo a possibilitar a recuperação de materiais e componentes da construção, promovendo a sua reutilização e reciclagem.

Desconstrução (de um edifício) é um conceito recente, que surgiu por causa do rápido crescimento de demolição de edifícios e da evolução das preocupações ambientais da população.

Os processos de desconstrução são ainda encarados como uma via interessante para reduzir os resíduos, falhando no que respeita ao alcance de um entendimento e aceitação generalizados. Para que tal aconteça, é necessário promover a regulamentação ambiental, desenvolver técnicas de desconstrução e de processos e melhorar o conhecimento e sensibilização para a importância da desconstrução pelos intervenientes na atividade da construção, em especial, pelos donos de obra, projetistas e empreiteiros (Mateus *et al*, 2009)

A indústria da construção em Portugal possui uma importância significativa, quer em termos de emprego, quer em termos económicos. Infelizmente, não são raros os exemplos de má gestão ambiental, nomeadamente ao nível da deposição dos resíduos de obra. É urgente alterar esta situação, de modo a assegurar a preservação dos recursos naturais e contribuir para o necessário desenvolvimento sustentável. Num período em que a atividade do sector é mais reduzia, é imprescindível que as empresas de construção tenham a capacidade para dar resposta a todas as exigências dos concursos que, cada vez mais, incluem uma componente ambiental.

A seleção de materiais deve ainda basear-se no seu potencial de reutilização e reciclagem. Depois de o material completar o seu ciclo de vida inicial, esse apresenta um determinado potencial de reutilização e reciclagem, que varia em função da sua capacidade de vir a ser utilizado novamente como recurso. O nível atual de desenvolvimento tecnológico permite que a maior parte dos materiais de construção possa ser reciclada e integrada num novo ciclo de vida. As vantagens ambientais e económicas associadas ao processo de reciclagem variam de material para material e dependem sobretudo da intensidade energética associada aos processos de reciclagem (Bragança e Mateus, 2014).

Os resíduos metálicos são recicláveis se for possível separá-los por tipo. Os elementos de construção em aço e em alumínio possuem elevado potencial de reciclagem. Com a atual tecnologia de reciclagem do aço é possível reduzir o consumo energético e a emissão de gases poluentes entre 50% a 70%, quando comparado com a produção do aço através da matéria-prima virgem (Kats *et al*, 2003). O alumínio é também 100% reciclável e com a sua reciclagem é possível diminuir a energia

incorporada e a emissão de gases poluentes em cerca de 90% (Kats *et al*, 2003). A maior parte dos plásticos pode ser granulada e reciclada na produção de novos produtos de plástico. No entanto, as taxas atuais de reciclagem são bastante baixas. Essa situação deve-se principalmente à elevada variedade de plásticos e à dificuldade que existe em os separar. Os produtos de vidro podem ser reciclados se devidamente separados e não contaminados. O vidro pode ser diretamente reutilizado ou reciclado, por exemplo, como agregado, depois de granulado, para a execução do betão. Com a reciclagem do vidro é possível reduzir a sua energia incorporada em 20% (Kats *et al*, 2003). O betão e os produtos cerâmicos são exemplos de materiais cuja recuperação e reutilização é possível. Os elementos em betão, tal como os produtos cerâmicos, depois de britados podem ser reciclados em agregados para o fabrico de betão, ou podem ser utilizados na execução de caixas de pavimento em pisos térreos ou nas bases de estradas (Mateus *et al*, 2009).

As estruturas em madeira e metálicas são exemplos de elementos construtivos que poderão ser reutilizados num novo ciclo de vida, caso o seu estado de conservação o permita.

Neste trabalho o desempenho ao nível do parâmetro de desconstrução para a tecnologia de construção de fachadas ventiladas será avaliado para a vida-útil do edifício, tendo em consideração:

- O custo de materiais do sistema construtivo que podem ser reutilizados;
- O custo de materiais da tecnologia construtiva com potencialidade de serem reciclados;
- O custo de necessidade de desconstrução de algum elemento.

O custo de reutilização, C_{REU}, obtém-se através da soma do custo dos elementos que possam vir a ser reutilizados.

Através da soma dos elementos com potencialidade de virem a ser reciclados obter-se-á o custo de reciclagem, C_{RCL}.

O custo atualizado de desconstrução, C_{DA}, para uma duração *n*, em anos, prevista para o ciclo de vida é obtido através da equação [4.2].

$$C_{DA} = \sum_{i=1}^{n} C_D \times (1+i)^n - \sum_{i=1}^{n} C_{REU} \times (1+i)^n - \sum_{i=1}^{n} C_{RCL} \times (1+i)^n \qquad [4.2]$$

Em que,

C_{DA} – custo de desconstrução, em termos de valor atualizado;

C_D – despesas com desconstrução de elementos;

C_{REU} – despesas com reutilização de elementos;

C_{RCL} – despesas com reciclagem de elementos;

n – vida útil do elemento em relação ao qual se está a considerar o custo global (solução construtiva, parte do edifício ou edifício total);

i – taxa de atualização (não inclui o efeito da inflação).

Relativamente ao custo de reutilização de materiais e ao custo de reciclagem, estes são considerados benéficos no que concerne à sustentabilidade da construção, pois há a possibilidade de não se investir em novos materiais, ou então, existe a possibilidade de venda dos mesmos. Pelo motivo descrito anteriormente, estes parâmetros surgem negativamente na equação [4.2], ou seja, são considerados como ganho.

4.3.2. Agregação dos parâmetros económicos

A apresentação do desempenho económico, D_E, para cada solução através da listagem dos resultados obtidos ao nível dos parâmetros económicos considerados, investimento, manutenção e desconstrução será obtida através da equação [4.3].

$$D_E = I + C_{MA} + C_{DA} \quad [4.3]$$

4.3.3. Normalização dos parâmetros

A normalização dos parâmetros tem como objetivo evitar os efeitos de escala na agregação dos parâmetros de cada indicador. Na normalização é utilizada a fórmula de Diaz-Balteiro, equação [4.4].

$$\overline{D_{E_i}} = \frac{D_{E_i} - D_{E_i^*}}{D_{E_i^*} - D_{E_{i*}}} \forall i \quad [4.4]$$

Em que D_{E_i} representa o resultado da quantificação do parâmetro i. $D_{E_i^*}$ e $D_{E_{i*}}$ correspondem ao melhor e ao pior resultado do parâmetro económico.

O método de normalização utilizado torna os parâmetros considerados na avaliação dos custos de ciclo de vida adimensionais e converte-os numa escala compreendida entre 0, o pior valor, e 1, o melhor valor.

5

Análise económico-comparativa de soluções de fachadas-ventiladas

5.1. ENQUADRAMENTO

Neste capítulo apresenta-se uma análise económica comparativa entre os vários cenários de fachadas ventiladas. Este estudo visa a avaliar o fator económico associado à implementação desta solução, através da sua comparação com a solução mais corrente nos edifícios executados pela empresa *Socicorreia Engenharia Lda*.

5.2. AVALIAÇÃO ECONÓMICA DOS CENÁRIOS DE FACHADAS VENTILADAS

Neste trabalho serão analisadas oito soluções de fachadas ventiladas, duas tecnologias de revestimento em painel compósito com revestimento em alumínio, uma em alumínio, duas em painel fenólico, uma em naturocimento, uma em pedra e uma em cerâmica. Seguidamente apresenta-se de forma resumida algumas descrições para cada uma das soluções em estudo. No Anexo I apresenta-se os catálogos de cada uma das oito soluções de fachadas ventiladas em análise.

I. Solução de fachada ventilada 1 (FV1): Painel compósito – Alucobond®

O painel compósito **Alucobond®**, da empresa 3A Composites é um painel vanguardista no revestimento de fachadas leves de alumínio, desde o ano 1969.

A fachada ventilada **Alucobond®** é uma solução construtiva que tem tido uma importância crescente na arquitetura contemporânea, quer pelas suas características técnicas quer pela sua particularidade estética. Uma das características primordiais destes painéis é a sua planicidade e a capacidade de se

projetarem grandes modulações. Estes painéis, são constituídos por um material compósito que associa duas chapas de liga de alumínio, com 0,5 mm de espessura nominal, a uma camada intermédia de polietileno com 4 mm de espessura nominal, Figura 5.1.

Figura 5.1: Representação do painel compósito **Alucobond®** (3A Composites, 2005)

Os sistemas de fixação para esta solução podem ser variados, ou seja, visíveis ou ocultos, com juntas livres. A sua escolha deriva das características distintas que cada obra possuiu. A Figura 5.2 esquematiza o sistema de fixação geral da fachada ventilada **Alucobond®**.

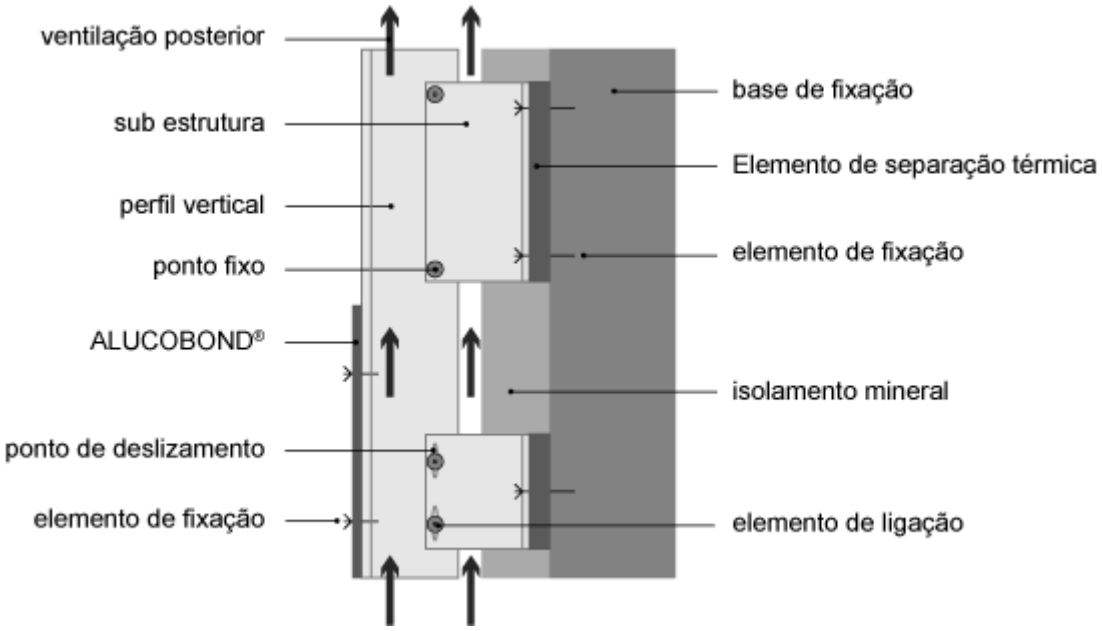


Figura 5.2: Representação esquemática da fachada ventilada **Alucobond®** (3A Composites, 2005)

Estes tipos de painéis são caracterizados pela facilidade com que podem ser manuseados, cortados, furados, dobrados e curvados, possibilitando a obtenção das mais variadas formas e efeitos, com grande impacto visual mesmo em pequenas aplicações.

As fachadas ventiladas executadas com painéis **Alucobond®** distinguem-se por melhorar as condições energéticas e climatéricas dos edifícios, por eliminar a humidade de condensação e por proteger a parede estrutural.

Alucobond® é o nome comercial do Material Composto de Alumínio, cujo acrónimo na língua inglesa de Aluminum Composite Material é ACM. É constituído por duas lâminas de alumínio AlMg1 com 0,5 mm de espessura e um núcleo central em polietileno maciço de baixa densidade, agregados através de um processo contínuo de calor e pressão, garantindo uniformidade e qualidade. No Quadro 5.1 apresenta-se alguns parâmetros deste material.

Quadro 5.1: Caraterísticas do painel compósito Alucobond (3A Composites, 2005)

Espessura (mm)	Rigidez (kN m^2/m)	Módulo de flexão (cm^3/m)	Peso (kg)	Valores médios de isolamento (dB)
3	0,125	1,25	4,5	24
4	0,240	1,75	5,5	25
6	0,590	2,75	7,3	26

As chapas de revestimento em alumínio determinam o coeficiente de dilatação térmica linear. Para um gradiente de 100 °C de temperatura, a dilatação térmica linear é de 2,74 mm/m. Torna-se relevante mencionar que estes painéis podem ser usados entre os 50ºC e +80 °C.

Na solução em estudo, **Alucobond®** existe várias hipóteses de cores:

- Lacado;
- Anodizado (alumínio ao natural);
- Lacado em contínuo e termo endurecido ao forno (entre 200º e 260º), com pintura fluo carbono, PVDF, em cores da carta *standards* do Alucobond.

Refira-se que a laca PVDF, controlada pelas normas da ECCA (European Coil Coating Association) é muito resistente às intempéries, aos raios ultravioletas, à atmosfera industrial agressiva, ao ambiente marino, aos produtos químicos e à humidade. A laca é suficientemente elástica para permitir a dobra do painel.

II. Solução de fachada ventilada 2 (FV2): Painel compósito – Reynobond®

Reynobond® é uma criação da Alcoa Architectural Products. Os painéis compósitos **Reynobond®** são constituídos por uma alma de polietileno, intercalada entre duas chapas de alumínio.

Estes painéis, **Reynobond®**, são constituídos por um material compósito que associa duas chapas de liga de alumínio, com 0,5 mm de espessura nominal, a uma camada intermédia de polietileno com 4 mm de espessura nominal (Figura 5.3).

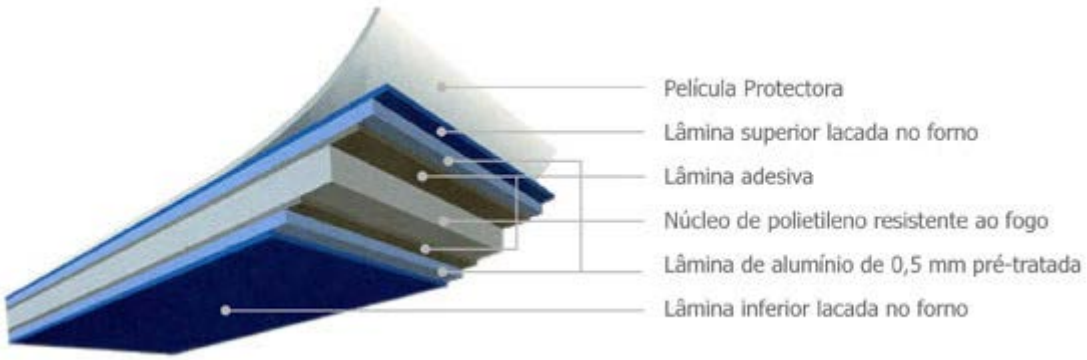


Figura 5.3: Representação do painel compósito **Reynobond®** (Inor, 2015 a))

Esta solução para a execução de fachadas ventiladas autodenomina-se por ser um "material de excelência" na construção e reabilitação de edifícios de personalidade própria e de *design* inovador, pois pretende oferecer força, flexibilidade, leveza e confiança para a concretização de qualquer conceito arquitetónico.

Reynobond® relaciona-se com um sistema de fixação de painéis de fácil instalação para acabamentos exteriores. Composto por vários elementos leves, permitindo a criação de uma câmara ventilada entre a camada de isolante e o painel Reynobond, garantindo o isolamento da fachada. O conjunto de soluções utilizadas no sistema de fixação, com acessórios em aço-inox, alumínio e polietileno, permitem uma estanquidade da fachada, contribuindo para a segurança e o isolamento do edifício (Figura 5.4).

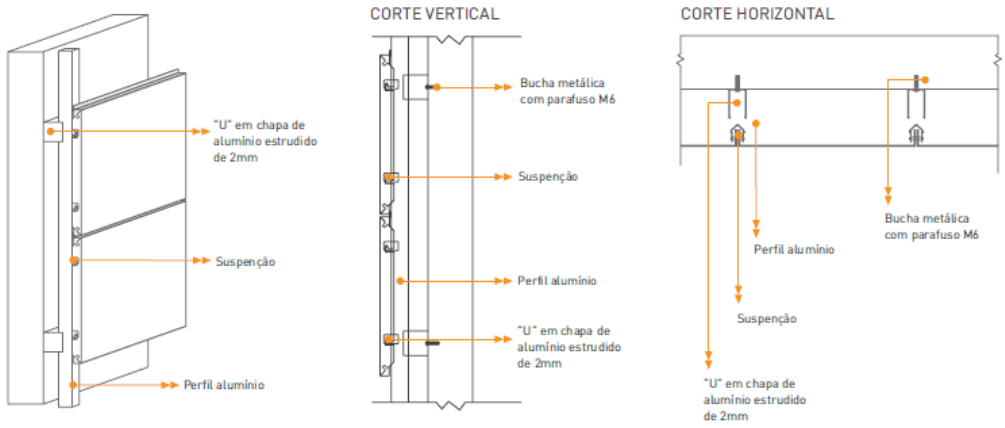


Figura 5.4: Solução de sistema de fixação para fachdas ventiladas em painéis compósitos **Reynobond®** (Inor, 2015 a))

Estes painéis são caracterizados pela resistência à corrosão; pela flexibilidade e leveza, resultantes da sua composição; pela capacidade e maleabilidade, permitindo dar resposta aos conceitos arquitetónicos mais exigentes, sejam curvas acentuadas, ângulos audazes ou formas trapezoidais revolucionárias; pelo *design* sem limites, possibilitando a realização de perfurações no material sem restrições ao nível do design. No Quadro 5.2 apresenta-se alguns parâmeros deste material.

Quadro 5.2: Caraterísticas da solução em painel compósito Reynobond (Inor, 2015 a))

Espessura (mm)	Rigidez (kN m^2/m)	Módulo de flexão (cm^3/m)	Peso (kg)	Valores médios de isolamento (dB)
3	0,125	1,25	4,5	25
4	0,240	1,75	5,5	26
6	0,590	1,75	7,3	28

As fachadas ventiladas executadas com painéis **Reynobond**® distinguem-se por contribuir para a durabilidade do edifício ao reduzir a sua oscilação térmica, conseguindo uma significativa poupança energética, por através do seu sistema de ventilação, evitar o aparecimento de fendas e fissuras e por permitir a redução da espessura de isolante e da parede suporte valorizando o espaço habitável

Estes painéis distinguem-se pela vasta gama de cores em que podem ser fabricados, praticamente em qualquer cor, assim como acabamentos metalizados e texturados.

No que concerne às propriedades térmicas, **Reynobond**® apresenta uma dilatação longitudinal 0,024 mm/m/ ˚C. Este painel pode ser usado entre as temperaturas de -50 ˚C a 80 ˚C.

III. Solução de Fachada ventilada 3 (FV3): Painel em alumínio – Reynolux®

Reynolux® é uma solução da Alcoa Architectural Products. Esta solução equivale a uma folha de alumínio pré-pintado ou a uma bobina, fabricado através do processo de revestimento de bobinas (Figura 5.5). Ao contrário de revestimento em pó, este processo permite a aplicação de uma ou mais camadas de revestimento, uniformemente com qualidade e sem variação de cor em diferentes lotes.

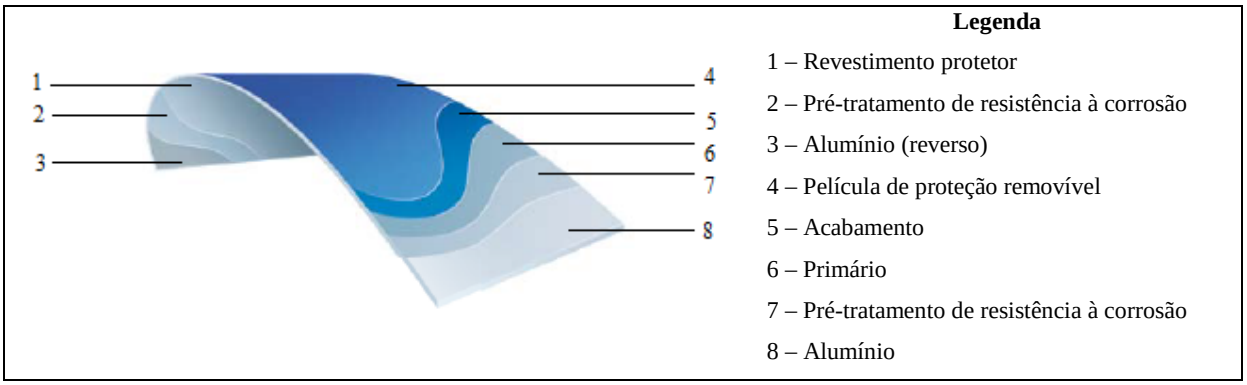


Figura 5.5: Representação do painel em alumínio para solução de fachada ventilada **Reynolux**® (Inor, 2015 b))

Reynolux® é um produto extremamente versátil. É adequado para telhados, revestimento de fachadas e muitos outros interiores um aplicações no exterior. Pode ser utilizado em novas construções como em reabilitações, pois identifica-se como um material para edifícios com personalidade e acabamentos únicos.

A facilidade de trabalhar este material permite a sua utilização em formas originais e cores brilhantes. A ótima aderência destas pinturas significa que o produto pré-lacado pode ser moldado em várias e complexas formas. É relevante mencionar que este painel pode ser fabricado em variadas cores e ainda, tem a particularidade do laboratório permitir ajustar a cor às suas necessidades específicas.

As propriedades físicas e químicas das pinturas conferem ao **Reynolux®** uma singular resistência contra os raios UV e notável resistência ao tempo.

Com o avançar do tempo alcançou-se uma sinergia entre os dois produtos da Alcoa Architectural Products, o **Reynobond®** e o **Reynolux®**. A combinação destes foi delineada para ser implementada em módulos, possibilitando a ligação entre o alumínio puro e os painéis de compósito de alumínio. Esta combinação abre as portas à realização a projetos mais ousados e complexos.

IV. Solução de fachada ventilada 4 (FV4): Painel fenólico – Trespa® 8 mm fixação visível

Os painéis **Trespa® Meteon®** apresentam uma estética atrativa e possibilidades em termos de *design* quase ilimitadas com várias cores, ritmos e profundidades para revestimentos arquitetónicos. Estes painéis podem ser utilizados sozinhos ou em combinação com outros materiais para criar fachadas invulgares ou destaques curvos excecionais.

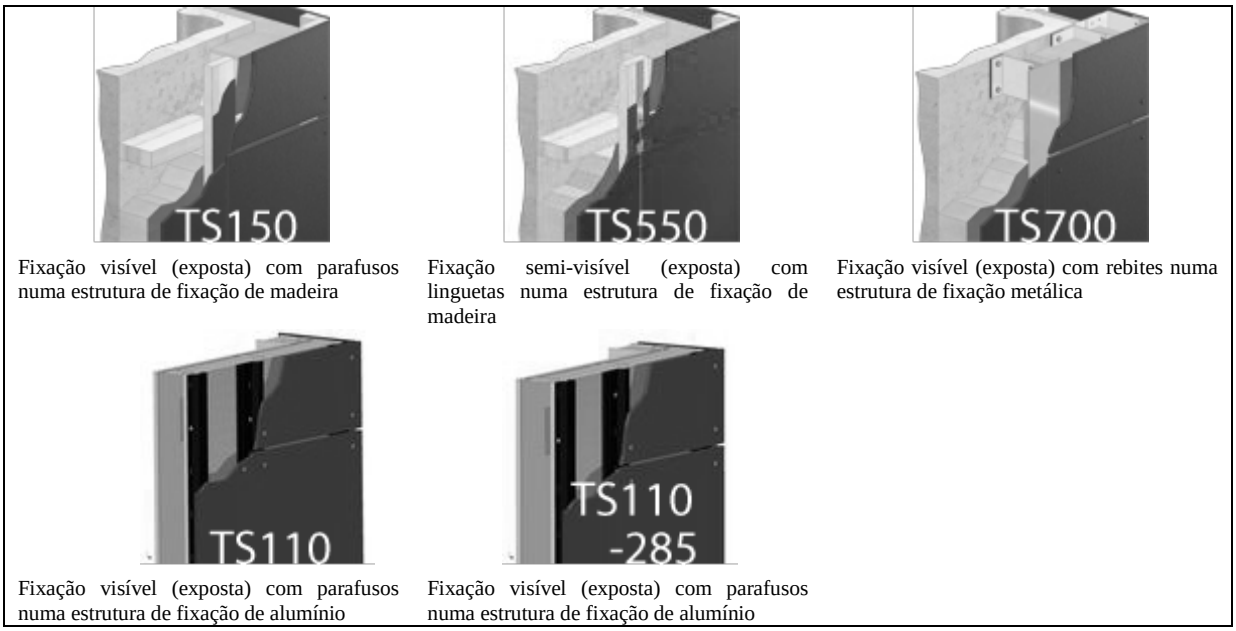
O painel **Trespa® Meteon®** é um laminado compacto de alta pressão decorativo (HPL) com uma superfície integrada fabricada através de tecnologias únicas patenteadas da **Trespa®**, chamadas Electron Beam Curing (EBC) e Dry Forming (DF). A combinação de até 70% de fibras à base de madeira e de resinas termo-endurecidas, fabricadas sob alta pressão e a altas temperaturas, resultando num painel altamente estável e denso.

Trespa® Meteon® é um material extremamente versátil. Os painéis podem ser facilmente combinados com outros materiais de construção para criar efeitos e realces singulares. Com uma ampla gama de cores, acabamentos e efeitos tácteis.

Uma característica destes painéis é que podem ser cortados e instalados segundo diversas configurações ou perfis, além daa combinação dos mesmos com painéis arredondados através de elementos curvos.

Os painéis em estudo são robustos e não são reativos, pelo que não é necessário nenhum revestimento nem nenhuma capa protetora. As superfícies, laminados de alta pressão, densos, sem poros e fechados, limitam a acumulação de poeiras, mantendo os painéis lisos e fáceis de limpar.

Uniformemente consistentes e de alta densidade, os painéis **Trespa® Meteon®** mantêm solidamente parafusos, porcas e outros materiais mecânicos de fixação (ver tipos de fixação na Figura 5.6). Os painéis apresentam uma boa resistência à compressão e à tração, bem como uma excelente resistência ao arranque e ao impacto, embora os mesmos sejam facilmente trabalhados em máquinas.



Fixação visível (exposta) com parafusos numa estrutura de fixação de madeira

Fixação semi-visível (exposta) com linguetas numa estrutura de fixação de madeira

Fixação visível (exposta) com rebites numa estrutura de fixação metálica

Fixação visível (exposta) com parafusos numa estrutura de fixação de alumínio

Fixação visível (exposta) com parafusos numa estrutura de fixação de alumínio

Figura 5.6: Tipos de fixação visível disponíveis para esta solução (Trespa, 2015)

V. Solução de fachada ventilada 5 (FV5): Painel fenólico – Trespa® 8 mm fixação visível

Os painéis **Trespa® Meteon®** apresentam uma estética atrativa e possibilidades em termos de *design* quase ilimitadas com várias cores, ritmos e profundidades para revestimentos arquitetónicos. Estes painéis podem ser utilizados sozinhos ou em combinação com outros materiais para criar fachadas invulgares ou destaques curvos excecionais.

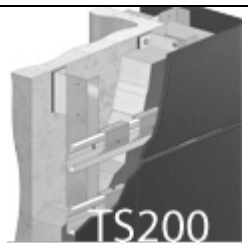
O painel **Trespa® Meteon®** é um laminado compacto de alta pressão decorativo (HPL) com uma superfície integrada fabricada através de tecnologias únicas patenteadas da **Trespa®**, chamadas Electron Beam Curing (EBC) e Dry Forming (DF). A combinação de até 70% de fibras à base de madeira e de resinas termo-endurecidas, fabricadas sob alta pressão e a altas temperaturas, resultando num painel altamente estável e denso.

Trespa® Meteon® é um material extremamente versátil. Os painéis podem ser facilmente combinados com outros materiais de construção para criar efeitos e realces singulares. Com uma ampla gama de cores, acabamentos e efeitos tácteis.

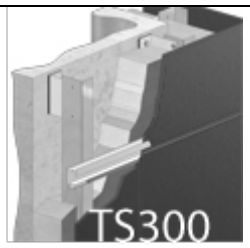
Uma característica destes painéis é que podem ser cortados e instalados segundo diversas configurações ou perfis, além daa combinação dos mesmos com painéis arredondados através de elementos curvos.

Os painéis em estudo são robustos e não são reativos, pelo que não é necessário nenhum revestimento nem nenhuma capa protetora. As superfícies, laminados de alta pressão, densos, sem poros e fechados, limitam a acumulação de poeiras, mantendo os painéis lisos e fáceis de limpar.

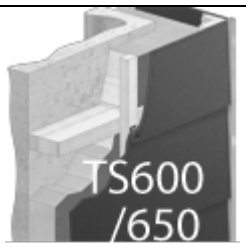
Uniformemente consistentes e de alta densidade, os painéis **Trespa® Meteon®** mantêm solidamente parafusos, porcas e outros materiais mecânicos de fixação (ver tipos de fixação na Figura 5.7). Os painéis apresentam uma boa resistência à compressão e à tração, bem como uma excelente resistência ao arranque e ao impacto, embora os mesmos sejam facilmente trabalhados em máquinas.



Fixação invisível (oculta) com cantoneiras nos perfis



Fixação invisível (oculta) com bordas perfiladas



Fixação invisível (oculta) de revestimentos

Fixação invisível (oculta) de cantoneira-perfil numa estrutura de fixação de alumínio

Fixação invisível (oculta) de cantoneira-perfil numa estrutura de fixação de alumínio

Figura 5.7: Tipos de fixação oculta disponíveis para esta solução (Trespa, 2015)

VI. Solução de fachada ventilada 6 (FV6): Painel em naturocimento – Eternit® 8mm fixação visível

Os painéis de revestimento **Eternit®** da Auria permitem implementar ideias criativas. Produzidos com matérias-primas naturais, estes painéis em naturocimento oferecem uma ampla variedade de formatos, formas e cores.

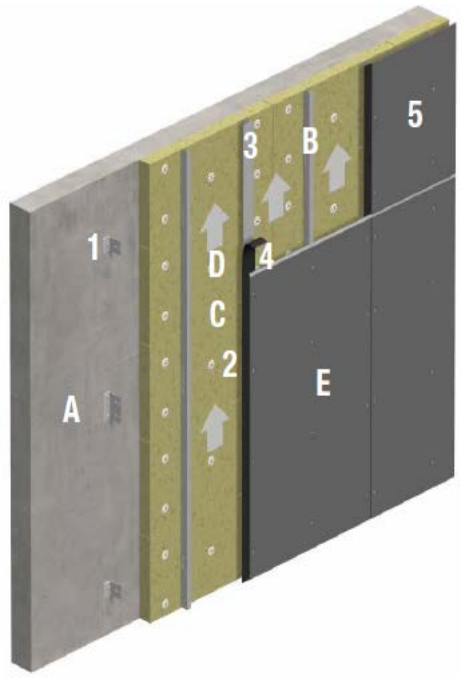
Estes painéis permitem uma montagem simples e eficiente em todas as condições meteorológicas (construção a seco).

Uma característica importante nesta solução é o comportamento ao fogo, pois em caso de incêndio, apesar deste material ser inflamável não produz qualquer vapor prejudicial ou nocivo à saúde humana.

Com a crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental, os painéis de revestimento **Eternit**® possuem um certificado, em que são reconhecidos como sendo compatível com o ambiente, pelo IBU, Institut Bauen und Umwelt e.V.

A execução de fachadas ventiladas com painéis **Eternit**® tem a vantagem de se obter um controlo na equalização entre as oscilações de temperatura nas diferentes estações de aquecimento e arrefecimento, na presença de pontes térmicas por não estarem devidamente isoladas, na ocorrência de condensações interiores. Outras vantagens deste sistema são a proteção contra as intempéries e a boa capacidade de isolamento sonoro.

Painéis de revestimento **Eternit**® poderão ser fixados a uma subestrutura em madeira ou em alumínio. As mesmas devem ser instaladas de acordo com as diretrizes e em conformidade com as regras de construção e execução da Auria. Na Figura 5.8 apresenta-se o sistema de fixação em alumínio para a solução de fachada ventilada **Eternit**®.



Legenda:

Estrutura da parede:

A – Elemento de suporte (betão, tijolo, madeira)

B – Subestrutura em alumínio (perfis de suporte)

C – Camada de isolamento térmico

D – Câmara-de-ar

E - Revestimento exterior em painéis **Eternit**®

Componentes do sistema:

1 – Subestrutura

2 – Buchas de fixação do isolamento térmico;

3 – Perfil vertical em alumínio (perfis em T e L)

4 – Elemento de fixação das placas de revestimento ao perfil vertical

5 – Painel de revestimento rebitado

Figura 5.8: Solução de sistema de fixação para fachdas ventiladas em painéis de naturocimento **Eternit**® (Eternit, 2015)

VII. Solução de Fachada Ventilada 7 (FV7): Placa em pedra de granito - Levantina®

Levantina® é uma empresa que possui uma ampla gama de pedras naturais, que juntamente com a grande variedade de soluções, acabamentos e formatos, permite resultados originais, diferentes e vanguardistas, no que respeita à execução de fachadas ventiladas.

A execução de fachadas ventiladas com placas de revestimento em granito da empresa Levantina permite a execução das mesmas, facultando algumas vantagens oriundas das características de instalação e qualidade das pedras naturais.

Os diversos tipos de fixação associados a este sistema permitem criar um espaço de ar entre a camada de isolamento térmico e o revestimento em pedra natural, com o intuito de proporcionar um melhor isolamento e controlo da temperatura no interior do edifício. A criação da câmara-de-ar permite ainda eliminar a humidade gerada, evitando a corrosão e desgaste. Esta combinação tem a finalidade de garantir o conforto dentro de um edifício e uma economia na energia. Na figura 5.9 esquematiza-se este sistema de fachada ventilada.

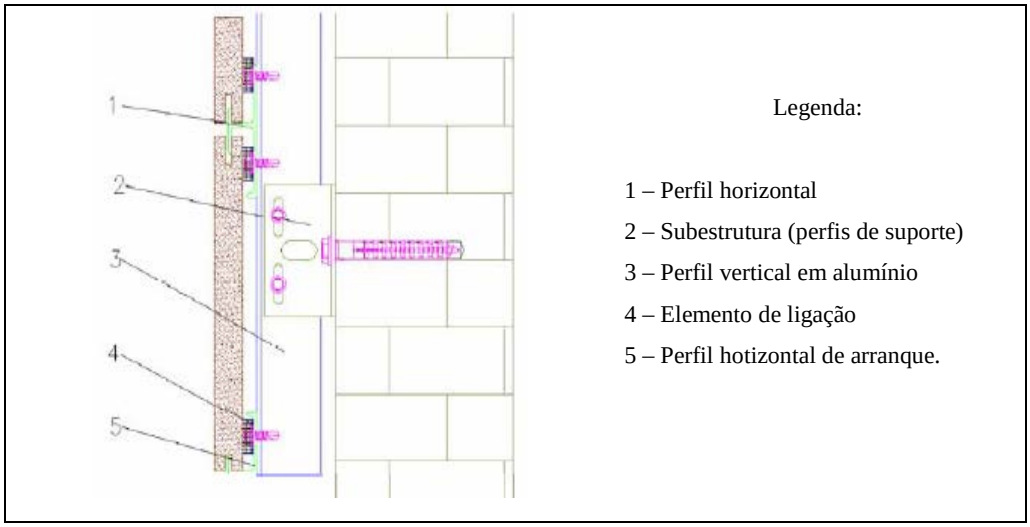


Figura 5.9: Representação esquemática do sistema de fachada ventilada em pedra natural Levantina® (Levantina, 2015)

Os baixos custos de manutenção e a facilidade de montagem são outros fatores importantes para a execução deste tipo de sistema construtivo para fachadas ventiladas.

VIII. Solução de Fachada ventilada 8 (FV8): Placa cerâmica - Butech®

O princípio dos sistemas de fixação mecânicos **Butech®** do Grupo Porcelanosa transformou o conceito de revestimentos em materiais cerâmicos para a envolvente exterior de edifícios. As fachadas ventiladas são consideradas atualmente como o sistema mais eficaz e seguro para a instalação de revestimentos cerâmicos em fachadas, proporcionando estética ao edifício. As placas cerâmicas

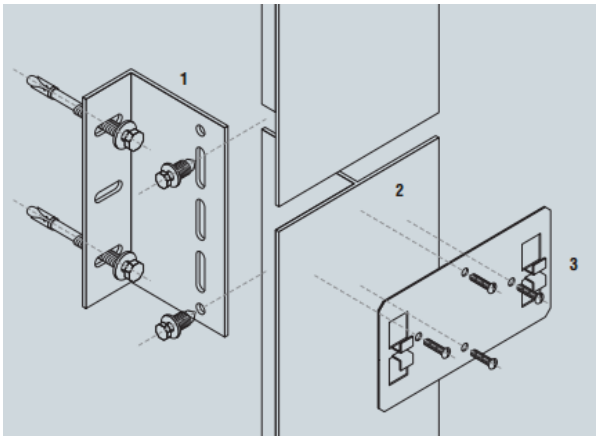
podem ser colocadas de forma independente de forma a evitar o acúmulo de tensões que por sua vez poderiam originar fraturas e destacamentos.

Os revestimentos cerâmicos **Butech**® possuem um excelente desempenho contra agentes atmosféricos. A inclusão de isolamento em sistemas de fachadas ventiladas fornece um importante conforto e estabilidade térmica aos utilizadores do edifício.

A facilidade dos revestimentos cerâmicos facilita a execução do projeto, pois é possível executar fachadas ventiladas em diversos formatos, dimensões, cores e texturas. Este sistema possui a vantagem de poder ser combinado com outros tipos de materiais.

Na realização do projeto da fachada ventilada o conceito de modularidade assume especial importância e a conceção da fachada com suas medições deve ser adaptada à forma e formato das placas de revestimento cerâmicas. Assim, este não só permite um design próprio de fachada, mas também aumenta a qualidade da instalação e reduz o custo económico do projeto. A sua leveza, planicidade e perpendicularidade permite uma fácil e rápida execução.

A execução da fachada ventilada deve ter em consideração a posição exata de cada placa cerâmica e, por conseguinte, o arranjo de todos os perfis utilizados no sistema. A primeira fase da instalação consiste em transferir as medições calculadas na fase de conceção do projeto para a superfície a ser coberta e marcar a posição de cada perfil vertical. Na segunda fase, os separadores em forma de L são colocados no sítio, determinando as distâncias entre as placas cerâmicas, em seguida os perfis em forma de T são colocados sobre eles. A instalação de perfis em forma de T é de extrema importância, uma vez que determina a verticalidade e planicidade da fachada ventilada. Por último, os grampos são ligados aos perfis em T por forma a fixar definitivamente cada placa cerâmica. A Figura 5.10 representa esquematicamente este sistema.



Legenda:
1 – Separadores tipo *L*;
2 – Perfis tipo *T*;
3 – Grampo de fixação.

Figura 5.10: Representação esquemática do sistema de fixação para a solução de material cerâmico Butech (CYPE, 2015)

5.3. QUANTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS ECONÓMICOS

Antes de se proceder à quantificação dos indicadores económicos procedeu-se à análise e levantamento das características e informações de cada uma das oito soluções.

Como solução de fachada ventilada de referência adotou-se a solução em **Alucobond®** (FV1), constituída por um material compósito que associa duas chapas de liga de alumínio, com um acamada intermédia de polietileno. Esta consideração deveu-se ao facto desta ser a solução convencionalmente aplicada na construção de fachadas ventiladas pela empresa *Socicorreia Engenharia Lda.*

5.3.1. Custo de investimento inicial

O custo de investimento inicial, €/m^2, das primeiras seis tecnologias construtivas de fachadas ventiladas foram obtidas pela *Socicorreia Engenharia Lda.*, empresa que está encarregue pela execução dos trabalhos de construção do edifício em estudo, através do contato direto junto aos fornecedores ou empresas que comercializam as referidas soluções. Esta empresa tem por norma realizar as fachadas ventiladas com soluções leves.

Na realização deste trabalho achou-se interessante estudar também soluções de revestimento mais pesadas, solução em placa de pedra natural de granito e placas cerâmicas. Através da base de dados "Gerador de Preços" da ferramenta informática CYPECAD (CYPE, 2013) conseguiu-se obter valores de investimento, €/m^2, para as soluções de revestimento em pedra granito e cerâmica.

No quadro 5.2 apresenta-se o custo de investimento associado a cada uma das soluções em análise.

Quadro 5.3: Custos de investimento associados a cada uma das oito soluções de fachadas ventiladas

ID da Solução	C_I (€/m^2)
FV1	100,00
FV2	95,00
FV3	48,00
FV4	90,00
FV5	140,00
FV6	122,50
FV7	173,45
FV8	202,59

5.3.2. Custo de manutenção

O custo de manutenção associado a cada uma das oito soluções de fachadas ventiladas é obtido para um período de vida útil de 50 anos através da equação 4.1 [ver Subcapítulo 4.3.1.2.] que corresponde

aos somatórios das despesas anuais de manutenção, das despesas anuais de exploração e das despesas com reparações ou substituições de elementos para um determinado ano, tudo multiplicado pelo fator $(1+a)^n$, em que a corresponde à Taxa Euribor 12 meses.

A taxa Euribor é considerada como a taxa de base para vários produtos de taxas de juros (derivados), como por exemplo, futuros de taxas de juros, *swap* de taxas de juros e contratos de garantias de taxas. O nível das taxas de juros Euribor é determinado pelo volume de oferta e procura. Trata-se de uma taxa de juro do mercado que é formada por um grande número de bancos diferentes. No entanto existem uns fatores externos que influenciam em grande medida o nível da taxa de juro Euribor. Um destes fatores são as circunstâncias económicas, como por exemplo, o crescimento económico e o nível da inflação (Euribor, 2015 a)).

Segundo Euribor (2015 b)) no dia 30 de julho de 2015 o valor correspondente à Taxa Euribor de 12 meses era de 0,169%, valor a utilizar neste estudo.

Atualmente ainda é pouco comum contabilizar-se os custos de manutenção dos edifícios em fase de projeto, pois é difícil prever, por exemplo, em que ano, mês ou dia em que a fachada necessitará de uma limpeza.

Através da base de dados "Gerador de Preços" da ferramenta informática CYPECAD (CYPE, 2013) conseguiu-se obter valores de manutenção, em termos de custo por metro quadrado para os diferentes materiais que compõem as diferentes soluções de fachadas ventiladas em estudo. No Quadro 5.4 Apresenta-se o custo de manutenção decenal para as oito soluções de fachadas ventiladas, determinando-se a parcela C_{MC}, referentes às despesas de manutenção.

Quadro 5.4: Custos de manutenção decenal para as oito soluções de fachadas ventiladas – valores obtidos no CYPECAD

ID da Solução	C_{MC} (€/m^2)
FV1	18,20
FV2	18,20
FV3	22,88
FV4	22,80
FV5	24,75
FV6	16,28
FV7	15,61
FV8	34,44

A parcela referente às despesas de exploração, C_E, considerou-se nula nesta análise.

As despesas com reparações substanciais ou substituição de elementos, C_R, considerou-se de valor nulo neste estudo, uma vez que ao fazer o investimento nas soluções em estudo adotadas não é prevista nenhuma substituição no tempo de vida útil, 50 anos.

O Quando 5.5 apresenta os resultados obtidos do custo de manutenção, em termos de valor atualizado, para cada um dos cenários de fachadas ventiladas, no período de 50 anos de vida útil do edifício.

Quadro 5.5: Custos de manutenção para 50 anos, em termos de valor atualizado para cada uma das oito soluções de fachadas ventiladas – valores obtidos no CYPECAD

ID da Solução	C_{MA} (€/m^2)
FV1	95,76
FV2	95,76
FV3	120,38
FV4	119,96
FV5	130,22
FV6	85,65
FV7	82,13
FV8	181,20

No Anexo II encontra-se a Base de Dados dos Custos de Manutenção, em termos de valores atualizados, apresentando detalhadamente as análises económicas para cada um dos oito cenários de fachadas ventiladas.

5.3.3. Custo de desconstrução

O custo de desconstrução associado a cada um dos oito cenários de fachadas ventiladas é obtido para um período de vida útil de 50 anos através da equação [4.2]. Esta equação tem em consideração o custo dos materiais do sistema construtivo que possam ser reutilizados (C_{REU}), o custo de materiais da tecnologia que possam vir a ser reciclados (C_{RCL}) e os custos de necessidade de desconstrução de algum elemento (C_D).

Tal como no parâmetro anterior todos custos anteriormente descritos são multiplicados pelo fator $(1+a)^n$, em que a corresponde à Taxa Euribor 12 meses, como forma de prever a atualização dos valores de custo ao longo da vida útil prevista para o edifício em estudo, 50 anos.

Através da base de dados "Gerador de Preços" da ferramenta informática CYPECAD (CYPE, 2013) conseguiu-se obter valores de desconstrução dos sistemas de fachada ventilada, em termos de custo por metro quadrado. Os valores correspondem ao desmonte apenas do pano exterior da fachada, sem incluir a subestrutura de suporte, com meior manuais, e carga manual do material desmontado para o

camião ou contentor. No Quadro 5.6 apresenta-se o custo de desconstrução para os materiais que compõem as oito soluções de fachadas ventiladas, referentes às despesas de desconstrução.

As parcelas referentes às despesas com reutilização de elementos, C_{REU}, e despesas com reciclagem de elementos, C_{RCL}, consideraram-se nulas nesta análise.

Quadro 5.6: Custos de desconstrução para as oito soluções de fachadas ventiladas – valores obtidos no CYPECAD

ID da Solução	C_D (€/m^2)
FV1	21,32
FV2	21,32
FV3	21,32
FV4	21,32
FV5	21,32
FV6	21,32
FV7	21,95
FV8	20,91

No Quadro 5.7 apresentam-se os resultados obtidos do custo de desconstrução, em termos de valor atualizado, para cada uma das tecnologias de construção de fachadas ventiladas, para o período vida útil do edifício de 50 anos.

Quadro 5.7: Custo de manutenção, em termos de valor atualizado para cada uma das oito soluções de fachadas ventiladas

ID da Solução	C_{DA} (€/m^2)
FV1	25,05
FV2	25,05
FV3	25,05
FV4	25,05
FV5	25,05
FV6	25,05
FV7	25,79
FV8	24,57

No Anexo III encontra-se a Base de Dados dos Custos de Desconstrução, em termos de valor atualizado, apresentando detalhadamente as análises económicas para cada um dos oito cenários de fachadas ventiladas.

5.4. AGREGAÇÃO DOS PARÂMETROS ECONÓMICOS

No Quadro 5.8 apresentam-se os resultados obtidos na agregação dos parâmetros económicos para cada uma das soluções construtivas de fachadas ventiladas – valores obtidos através da equação [4.3] que apresenta o modo de agregação dos parâmetros dentro do indicador económico.

Quadro 5.8: Desempenho económico de cada um dos cenários de construção de fachadas ventiladas

ID da Solução	D_E (€/m^2)
FV1	220,81
FV2	215,81
FV3	193,43
FV4	235,01
FV5	295,27
FV6	233,20
FV7	281,37
FV8	408,36

5.5. NORMALIZAÇÃO DOS PARÂMETROS ECONÓMICOS

Os resultados obtidos para a normalização dos parâmetros económicos em análise, encontram-se apresentados no Quadro 5.9. A normalização dos oito cenários de tecnologias de fachadas foi efetuada pela fórmula de Diaz-Balteiro, equação [4.4].

Quadro 5.9: Valores normalizadores dos parâmetros económicos

ID da Solução	$\overline{D_E}$
FV1	0,87
FV2	0,90
FV3	1,00
FV4	0,81
FV5	0,53
FV6	0,82
FV7	0,59
FV8	0,00

Analisando os resultados obtidos através da aplicação da metodologia MARS-SC aos oito cenários de execução de fachadas ventiladas, verifica-se que, dentro desta amostra e de acordo com os parâmetros analisados, a solução fachada ventilada mais económica é a solução de fachada ventilada 3: Painel em alumínio - Reynolux®, enquanto a solução de fachada ventilada menos económica é a solução de

fachada ventilada 8: placas cerâmicas – Butech. No Quadro 5.10, apresentam-se as soluções de execução de fachadas ventiladas hierarquizadas por ordem decrescente de desempenho económico.

Quadro 5.10: Valores normalizados do desempenho económico

ID da Solução	$\overline{D_E}$
FV3	1,00
FV2	0,90
FV1	0,87
FV6	0,82
FV4	0,81
FV7	0,59
FV5	0,53
FV8	0,00

As características que mais contribuem para que a solução de fachada ventilada 3, seja a mais económica são os baixos custos de investimento e desconstrução no decorrer do ciclo de vida.

5.6. APRECIAÇÃO DOS RESULTADOS

Na aplicação da metodologia de análise económica comparativa aos cenários de execução de fachadas ventiladas verificou-se que a solução do ponto de vista mais económico, segundo os custos de investimento, manutenção e desconstrução era a solução de fachada ventilada 3: Painel em alumínio – Reynolux®, pois esta apresenta o valor de 1,00 na normalização dos parâmeros económicos, etapa que converte os parâmetros considerados na avaliação dos custos de ciclo de vida em adimensionais e numa escala compreendida entre 0 e 1, sendo que quanto mais próxima a solução estiver de 1 melhor será a solução do ponto de vista económica.

O investimento inicial é um dos fatores que os projetistas e donos de obram têm mais em consideração no momento de tomada de decisão. Com a análise deste parâmetro apurou-se que solução mais económica no investimento inicial é a solução de fachada ventilada 3: Painel em alumínio – Reynolux®, enquanto a solução de fachada ventilada 8: Placas cerâmicas – Butech® é a mais dispendiosa.

A fase de manutenção na avaliação económica comparativa é determinante para o desempenho económico final de cada solução. É avaliado os custos de manutenção ao longo do ciclo de vida útil, ou seja, é estimado em valor atualizado o custo total de manutenção nos 50 anos.

Para um custo total atualizado de manutenção a solução mais económica é a solução de solução fachada ventilada 7: Placa em pedra de granito –Levantina® (C_{AM}= 82,12 €/m^2), sendo que a mais dispendiosa é a solução de fachada ventilada 8: Placa cerâmica – Butech® (C_{AM}=181,20 €/m^2).

A fase de desconstrução na avaliação económica comparativa é importante para o desempenho económico final de cada solução. É avaliado os custos de desconstrução para o fim do ciclo de vida útil, ou seja, é estimado em valor associado à desconstrução no último ano de vida útil, o ano 50. A solução mais económica nesta fase de avaliação é a solução de fachada ventilada 8: Placa cerâmica – Butech® (C_{AD}=24,57 €/m^2). O cenário mais dispendioso é a solução fachada ventilada 7: Placa em pedra de granito – Levantina® (C_{AD}=25,79 €/m^2). Os restantes painéis por possuírem materiais de revestimento leves apresentam o mesmo custo de desconstrução.

Com a análise económica comparativa realizada ao conjunto de oito amostras de cenários de construção de fachadas ventiladas, determinou-se os desempenhos económicos onde apurou-se que a solução de fachada ventilada 3: Painel em alumínio – Reynolux® é a melhor solução do ponto de vista económico a ser selecionada para implementação num edifício; ao contrário da solução de fachada ventilada 8: Placas cerâmicas – Butech®, que apresenta sempre os maiores custos.

Para o caso de estudo desta dissertação considerou-se que a execução de fachadas ventiladas com painéis em alumínio (solução de fachada ventilada 3) seria a solução ideal a implementar no edifício em estudo. No entanto, a empresa *Socicorreia Engenharia Lda* determinou que a solução a implementar na execução das fachadas ventiladas no *Edifício Séc. XXI – 8* seria a solução em painel compósito com revestimento em alumínio – Reynobond® (solução de fachada ventilada 2).

A Socicorreia tem a pretensão de atingir um mercado que depende da estética, a classe média/alta. A valorização de soluções que imprimam aos edifícios linhas sóbrias, elegantes e modernas, em termos de estética exterior é uma das suas premissas.

A seleção da solução de fachada ventilada 2, por parte da empresa executante da obra recai pela experiência em obra da subempreitada que irá efetuar a montagem da fachada ventilada, a empresa *Decorplak*. Segundo a mesma, o painel Reynobond® apresenta uma maior resistência e uma planicidade mais evidente quando manuseada para os fins geométricos pretendidos. O painel Alucobond, apesar das características semelhantes ao painel Reynobond, apresenta uma trabalhabilidade mais maleável, fazendo que por vezes ocorram irregularidades, marcas ou vincos na superfície dos painéis. O mesmo ocorre com o painel em alumínio, a sua fácil trabalhabilidade coloca em risco o aspeto final do painel e posteriormente a fachada.

Segundo a metodologia de análise económica comparativa aos cenários de execução de fachadas ventiladas a solução de fachada ventilada 2: Painel Compósito – Reynobond® corresponde à segunda melhor opção para a execução deste tipo de tecnologia construtiva. Comparado esta solução (FV2) com a solução de fachada 3 (Painel em alumínio – Reynolux®) nota-se que o custo de investimento é a principal diferença entre estas. A solução de fachada ventilada 3 possui um custo de investimento 2 vezes inferior à solução fachada ventilada 2, perfazendo uma diferença de 47 €/m^2 entre as duas soluções. No que concerne ao desempenho económico ao longo do ciclo de vida do edifício a diferença de custos entre ambas as soluções é de 22,38 €/m^2.

Na metodologia utilizada na avaliação económica também é possível verificar que a única diferença de custos entre a solução fachada ventilada 2 e a solução de referência (solução de fachada ventilada 1: Painel Compósito – Alucobond®) é o custo de investimento, com um valor de 5,00 €/m^2.,Os restantes custos, manutenção e desconstrução, são iguais.

A fachada ventilada possui um peso de 4% no custo total do edifício em estudo. Conhecendo os custos de investimento das soluções de fachada em análise e considerando a solução tipicamente utilizada na RAM – fachada rebocada e pintada com um custo de cerca de 30 €/m^2, apresenta-se no Quadro 5.11 os valores que representam o custo total da execução destas soluções no edifício em estudo.

Quadro 5.11: Custo total das soluções para a envolvente exterior do edifício em estudo

ID da Solução	C_I (€/m^2)	Custo total da fachada no edifício (€)
Fachada rebocada e pintada	30,00	36.000,00
FV1	100,00	120.000,00
FV2	95,00	114.000,00
FV3	48,00	57.600,00

Observando o Quadro 5.11 é possível realizar uma análise ao valor acrescentado económico entre as soluções. Esta análise tem a finalidade de avaliar a diferença em custos da aplicação da solução de fachada ventilada 2 ao edifício do caso de estudo e as restantes soluções.

No que respeita à solução de fachada ventilada 1 (solução de fachada ventilada referência), esta representa um custo de 1,1 vez superior que a implementação da solução de fachada ventilada 2. Verifica-se que existe um ganho, no valor de 6.000,00€, aquando da aplicação desta solução relativamente à anteriormente utilizada por parte da empresa *Socicorreia Engenharia Lda*.

A solução de fachada ventilada 3, solução ideal segundo a metodologia de análise económica comparativa aos cenários de execução de fachadas ventiladas, representa um custo de 2,0 vezes inferior à implementação da solução de fachada ventilada 2. Apesar desta diferença de valores ser de

56.400,00 €, sabendo que a trabalhabilidade dos painéis em alumínio podem comprometer a estética final da fachada, faz com que mesmo assim, o custo de implementação da solução de fachada ventilada 2 compense na venda final do edifício, pois esta valorizará o edifício em termos estéticos e salvaguarda a imagens de marca da empresa, assegurando pouca manutenção e elevada durabilidade.

No que concerne à solução convencional de execução de fachadas na RAM, fachada rebocada e pintada, verifica-se que esta representa um custo de 3,2 vezes inferior à aplicação no edifício em estudo da solução de fachada ventilada 2. Tal como no caso anterior, apesar da solução possuir um custo inferior de 78.000,00€, relativamente à solução de fachada ventilada 2, faz com que mesmo assim o edifício marque diferença pelo valor estético face aos edifícios convencionais. Além de salvaguardar a imagem de marca da *Socicorreia Engenharia Lda*. a implementação da solução de fachada ventilada 2: Painel Compósito – Reynobond®, proporcionará uma melhoria funcional aos seus utilizadores, devido às qualidades inerentes do sistema. Outros fatores determinantes na seleção da solução de fachada ventilada 2 são facultar maior durabilidade ao edifício, proteger a estrutura interna do edifício, diminuir os problemas relacionados com humidade e infiltrações e proporcionar um melhor conforto térmico aos seus futuros utilizadores.

6

CONCLUSÕES

6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção de edifícios assume-se como uma necessidade primordial para a sobrevivência da humanidade. Desde a antiguidade que os processos e sistemas construtivos encontram-se em constante evolução, resultado do avanço tecnológico de novos materiais e de novas técnicas de construção simplificadas, menos dispendiosas e de grande eficiência.

A evolução no domínio dos materiais, processos e tecnologias de construção, tem vindo a levar ao desenvolvimento novos materiais. Estes, relativamente aos tradicionais, apresentam uma série de vantagens, destacando-se a maior resistência, e consequente diminuição do peso e volume dos componentes da construção, facilidade de aplicação, durabilidade, simplicidade de manutenção e valorização na desconstrução, entre outras, permitindo assim obter ganhos de produtividade e de competitividade de forma a proporcionar uma mais-valia à organização das construções.

Neste trabalho foi feita uma abordagem aos sistemas construtivos no que concerne aos critérios que devem ter tidos em consideração para a sua seleção, a alguns entraves à entrada de novas tecnologias de construção no nosso país e às tendências na construção ao nível dos materiais, produtos e processos. Ainda neste capítulo, analisou-se a evolução e caracterização do parque habitacional português, envolvendo uma análise às características que dizem respeito à época de construção dos edifícios.

No decorrer do século XX a tecnologia de execução de fachadas apresentou uma grande evolução. Na década de 40 as fachadas eram constituídas por um pano em alvenaria de pedra ou tijolo, com uma espessura considerável. Nos anos 50 despontaram as paredes duplas, em que o pano exterior era em

pedra e o interior em alvenaria de tijolo. Na década seguinte, os panos em pedra de certa forma foram colocados de parte, sendo que começaram-se a usar com mais frequência a alvenaria em tijolo furado em ambos os panos, exterior e interior. Inicialmente o pano exterior era substancialmente mais espesso que o interior, sendo que nos anos 70 nota-se uma redução deste, ou seja, ambos os panos apresentavam uma espessura semelhante e relativamente reduzida. Já nos anos 80 que começou-se a utilizar materiais de isolamento térmico para preenchimento parcial ou total da caixa-de-ar entre os dois panos de alvenaria. Na década de 90, apareceram os sistemas de isolamento pelo exterior e pelo interior.

No que respeita às características técnico-funcionais que compõem uma fachada ventilada, este sistema construtivo pode ser definido como um sistema de proteção e revestimento exterior de edifícios, caracterizado pelo afastamento entre a parede do edifício e o revestimento, criando, assim, uma câmara-de-ar que permite a ventilação natural e contínua da parede do edifício, através do efeito de chaminé.

De um modo geral, pode dizer-se que as vantagens oferecidas pelo sistema de fachada ventilada se situam ao nível da melhoria estética e funcional da fachada do edifício e geralmente menor de manutenção quando comparada com processos tradicionais. A melhoria estética resume-se a que sistema não só evita a deterioração do edifício, como não coloca entraves aos criadores, pelo contrário, permite criar obras de elevada beleza estética devido à variada gama de tipos de revestimentos com padrões e cores características dos diversos tipos de materiais. No que concerne à melhoria funcional, devido às qualidades inerentes ao sistema: excelente isolante térmico, maior durabilidade, diminuição dos problemas relacionados com humidade e infiltrações e redução do consumo de energia do edifício.

No caso de estudo, de um conjunto de oito soluções estudadas, identificou-se o melhor cenário de fachada ventilada do ponto de vista económico. Numa primeira parte do caso de estudo hierarquizou-se os cenários de fachadas de acordo com seu desempenho económico. Esta análise foi conduzida através da Metodologia Económica Comparativa que tem por base a Metodologia de Avaliação Relativa da Sustentabilidade de Soluções Construtivas – MARS-SC, considerando apenas o desempenho económico.

Espera-se, que este estudo contribua de forma positiva e significativa nas tomadas de decisão dos projetistas e donos de obra para que tenham como objetivo proporcionar excelentes condições aos seus utilizadores com patamar mínimo de custos. Este estudo salienta a importância da análise do ciclo de vida no sector da construção, de forma a mostrar aos clientes a relevância de não se focarem apenas no custo inicial das intervenções de construção, pois com a correta seleção da tecnologia de construção a executar num edifício são possíveis poupanças ao longo do seu ciclo de vida.

6.2. CONCLUSÕES

O custo de um edifício deve ser sempre analisado numa perspetiva de custos de ciclo de vida, onde se consideram os diversos custos e proveitos associados ao edifício, desde as fases preliminares de projeto até ao final da sua vida útil. Analisando os resultados obtidos na aplicação da metodologia de análise económico comparativa aos oito cenários de execução de fachadas ventiladas, verificou-se que, do conjunto das soluções estudadas e de acordo com os parâmetros económicos de investimento inicial, custos de manutenção e custos de desconstrução, a tecnologia de construção mais económica corresponde à execução de uma fachada em painel em alumínio – Reynolux® (solução de fachada ventilada FV3), enquanto a solução de construção menos económica corresponde à solução em placas cerâmicas - Butech® (solução de fachada ventilada 8).

Nem sempre a solução com menor custo de investimento inicial é a melhor solução a adotar, pois nem sempre os custos ao longo do ciclo de vida são também os mais baixo. No entanto, segundo metodologia de análise económica comparativa aos cenários de execução de fachadas ventiladas, utilizada neste trabalho verificou-se o contrário, a solução de fachada ventilada 3: painel em alumínio – Reynolux® apresenta o menor custo de investimento inicial e melhor desempenho económico face às restantes soluções.

Em relação à fase de manutenção, verificou-se que esta etapa é muito significativa na metodologia de avaliação económica comparativa, apresentando um custo que em algumas soluções ultrapassa o custo do investimento inicial, nomeadamente as soluções de fachada ventilada 3 e 4. Para o seu cálculo estimaram-se os custos totais de manutenção, ano a ano, ou seja, avaliou-se em termos de valor atualizado o custo total de manutenção nos 50 anos.

A etapa de desconstrução na metodologia analisada é importante de forma a prever os possíveis custos de desconstrução no fim do ciclo de vida útil de um edifício. Neste trabalho teve-se em consideração os valores de desconstrução que cada tipo de solução possuía e determinou-se o custo de desconstrução atualizado para o ano 50, ou seja, o último ano de vida útil. No entanto, este custo é menos significativo que o custo de investimento e do que os custos de manutenção. Não obstante, na solução mais económica (FV03) este custo é 52% menor que o custo de investimento inicial, e dado o baixo custo de manutenção da solução, neste caso o custo de construção até é maior do que o custo de manutenção.

O desempenho económico obteve-se através da soma dos quocientes de custo de investimento inicial, custo de manutenção e custo de desconstrução para cada uma das soluções dentro da amostra em análise. A solução com o melhor desempenho económico corresponde à fachada ventilada FV3

(execução de uma fachada em painel em alumínio – Reynolux®) com um custo 47% menor que a solução de fachada ventilada mais dispendiosa, a solução FV8 (solução em placas cerâmicas - Butech®).

A normalização dos parâmetros económicos em estudo é um processo fundamental na metodologia de análise económica comparativa aos cenários de execução de fachadas ventiladas pois converte-se adimensionalmente os parâmetros numa escala compreendida entre 0, o pior valor – mais dispendioso, e 1, o melhor valor – menos dispendioso, evitando assim efeitos de escala. O melhor valor corresponde à solução com o valor de 1,00, ou seja a solução de fachada ventilada 3 (execução de uma fachada em painel em alumínio – Reynolux®). A solução menos favorável neste parâmetro corresponde à solução que apresenta o valor de 0,00, ou seja, a solução de pior à solução de fachada ventilada 8 (solução em placas cerâmicas – Butech®).

A empresa encarregue pela execução dos trabalhos no edifício em estudo, *Socicorreia Engenharia Lda*, tem como imagem de marca a valorização de soluções que valorizem esteticamente a imagem do edifício. Apesar de na metodologia conduzida neste trabalho concluir-se que a solução ideal a implementar no edifício em estudo – Edifício Séc. XXI-8 seria a solução de fachada ventilada 3 (painel em alumínio – Reynolux®) determinou-se que esta não seria a solução a implementar no edifício, mas sim a solução de fachada ventilada 2: Painel Compósito – Reynobond®.

Esta decisão teve por base a experiência em obra da *Socicorreia Engenharia Lda* e da empresa *Decorplak*, subempreitada encarregue pela montagem da fachada ventilada no edifício. Segundo as mesmas, os painéis Reynobond® apresentam uma maior resistência e uma planicidade mais evidente quando manuseada para os fins geométricos pretendidos, o que não acontece com os painéis Alucobond e Reynolux, que devido à sua maleabilidade imprimem irregularidades, marcas ou vincos na superfície dos painéis comprometendo o valor da estética que a *Socicorreia Engenharia Lda* impulsiona.

A solução de fachada ventilada 2: Painel Compósito – Reynobond® corresponde à segunda melhor solução, segundo a metodologia de análise económica comparativa aos cenários de execução de fachadas ventiladas. Esta quando comparada com a melhor solução – solução de fachada 3 (Painel em alumínio – Reynolux®) difere no custo de investimento, pois o custo de manutenção é menor e o custo de desconstrução tem igual valor. O mesmo acontece quando comparada com a solução referência de fachadas ventiladas, solução de fachada ventilada 1: painel compósito – Alucobond®, em que o custo de investimento difere de 5,00€/m^2 e os restantes custos (manutenção e desconstrução) possuem os mesmos valores.

Conhecendo que fachada ventilada constitui um peso de 4% no custo total do edifício em estudo apurou-se através de análise ao valor acrescentado económico entre as soluções, que consistia em avaliar a diferença em custos da aplicação da solução de fachada ventilada 2 ao edifício do caso de estudo e as restantes soluções que a solução de fachada ventilada 2: Painel Compósito – Reynobond® representava um custo inferior de 1,1vezes que a solução de fachada ventilada 1 (solução de fachada ventilada referência), com um ganho no valor de 6.000,00€, além das vantagens descritas anteriormente relativamente à estética.

Na análise ao valor acrescentado económico entre as soluções apurou-se também que a solução de fachada ventilada 3, solução ideal segundo a metodologia de análise económica comparativa aos cenários de execução de fachadas ventiladas, representa um custo de 2,0 vezes inferior à implementação da solução de fachada ventilada 2. No entanto, apesar da grande diferença de valores entre as duas soluções, 56.400,00 €, devido à desvantagem estética dos painéis em alumínio poderem comprometer a estética final da fachada, determinou-se que a implementação da solução de fachada ventilada 2 compensa na venda final do edifício, além de se pouparem nos custos de substituição que poderiam ser

Ainda na análise ao valor acrescentado económico entre as soluções teve-se por base o custo de investimento da solução fachada rebocada e pintada, solução convencional de execução de fachadas na RAM. Verificou-se que esta representa um custo de 3,2 vezes inferior à aplicação da solução de fachada ventilada 2 no edifício em estudo. A mesma, representa um custo inferior de 78.000,00€, relativamente à solução de fachada ventilada 2, mas devido à valorização de soluções que imprimam aos edifícios linhas sóbrias, elegantes e modernas, em termos de estética, por parte da empresa *Socicorreia Engenharia Lda*, verificou-se que devido às qualidades inerentes do sistema de fachada ventilada em painel compósito – Reynobond® (FV2) esta seria solução ideal a implementar no *Edifício Séc. XXI – 8*, pois esta tecnologia construtiva proporcionará conforto térmico aos seus utilizadores, diminuição dos problemas relacionados com humidade e infiltrações, e proteção da estrutura interna do edifício, quando comparada à tecnologia convencional utilizada na RAM.

A análise dos custos de ciclo de vida constitui assim uma das vias mais promissoras para na análise de soluções de fachadas ventiladas e apresenta-se como uma metodologia útil para ilustrar o valor da económico nas fases de investimento, manutenção e descontração que compõem o ciclo de vida de um edifício, possibilitando, em muitas situações, a seleção ideal das tecnologias de construção a implementar num edifício.

6.3. LIMITAÇÕES DA INVESTIGAÇÃO

Apesar dos resultados alcançados neste trabalho serem positivos, num estudo desta natureza existem sempre algumas limitações.

Uma delas deve-se ao facto de não serem possíveis quantificar para os custos de manutenção as despesas anuais de exploração e as despesas de reparações substanciais ou substituição de elementos.

No que concerne aos custos de desconstrução, outra das limitações deveu-se ao facto de não existirem dados referentes aos custos de despesas com a reutilização e reciclagem de elementos.

Outra das limitações está diretamente ligada aos valores obtidos através da análise à base de dados "Gerador de Preços" da ferramenta informática CYPE. Infelizmente não foi possível quantificar os custos de despesas anuais de manutenção e de desconstrução de elementos de outra forma.

6.4. TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho de investigação, como outros tantos, não esgota este tema tão vasto que são as tecnologias de construção. Os estudos que foram desenvolvidos deverão ser ajustados/atualizados periodicamente, em função da natural evolução científica e tecnológica e dos resultados que forem sendo obtidos com a sua aplicação na prática. Para o efeito, propõem-se os seguintes desafios para os trabalhos de futuro:

- Avaliação da sustentabilidade de soluções de fachada ventilada para a construção de novos edifícios;
- Desenvolvimento de uma base de dados com a caracterização técnico-funcional e económica de cada uma das soluções de fachada ventilada;
- Realizar o estudo considerando um edifício com a finalidade de analisar o conforto que as soluções proporcionam;
- Executar o estudo considerando um edifício no fim da vida-útil com a finalidade de analisar as soluções na realização da reabilitação e do novo ciclo de vida que o edifício iniciará.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3A Composites (2005). **Alucobond Plus 3A Composites**. 3A Composites. Informação online disponívem em [http://www. alucobond.com/product-properties.html?&L=6] acedido em 31 de Agosto de 2015.

AGI (2015). **Materiais de Construção – TRESPA®.** Augusto Guimarães & Irmão LDA. Informação online disponível em [http://www.agi.pt/trespa-compacto-fenolico-fachadas-ventiladas] acedido em 22 de julho de 2015.

APICER/CTCV (2003). **Manual de aplicação de revestimentos cerâmicos.** Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica. Edições APICER: Coimbra.

Banema (2013). **Thermowood Exterior Fachadas.** Banema madeira + derivados. Informação online disponível em [http://www.banema.pt/thermowood_fachadas] acedido em 13 de março de 2015.

Bezelga, A., e Neto, F. (2003). **Custo e Rentabilidade das Intervenções.** 1º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios de Habitação, Documentos Introdutórios (Vol. 1). LNEC, Lisboa.

Bragança, Luís; Mateus, Ricardo (2014). **Avaliação do ciclo de vida dos edifícios. Impacte ambiental de soluções construtivas.** Multicomp. Portugal.

Camposinhos, Rui de Sousa (2005). **Fachadas-Cortinas Pressurizáveis.** Instituto Superior de Engenharia Civil do Porto. Departamento de Engenharia Civil: Porto, Portugal. Informação disponível online em [http://www.academia.edu/826086/Fachadas_Cortina_Pressuriz%C3%A1veis__Pressure _Equalized_Rainscreen_Fa%C3%A7ade_Systems] acedido em 02 de março de 2015.

Camposinhos, Rui de Sousa (2009). **Revestimentos em pedra natural com fixação mecânica.** Edições Sílabo: Lisboa.

CEE (1993). **Directiva do Conselho º 89/106/CEE – Directiva dos Produto de Construção.** Comissão das Comunidades Europeias. Jornal Oficial das Comunidades Europeias nºL40, 11/02/1989. Bruxelas.

Cimianto (2007). **Naturocimento – Chapa P177 NT FS.** Sociedade Técnica de Hidráulica, S.A. Informação online disponível em [http://www.almonda.net/microsites/anexos /as43r286prd100.pdf] acedido em 21 de julho de 2015.

Construlink (2006). **Dossier técnico-económico: Fachada Ventilada.** Informação disponível online em [https://engenhariacivil.files.wordpress.com/2008/01/dossiereconomico.pdf] acedido em 13 de março de 2015.

Cortizo (2015). **Fachada-ventilada.** Sistemas de alumínio y pvc para la arquitectura. Informação disponível online em [http://www.cortizo.com/sistemas/ver/28/fachada-ventilada.html] acedido em 17 de março de 2015.

CYPE (2013). CYPECAD (Versão After Hours). Software pára engenharia e construção. Versão 2013p. Portugal.

CYPE (2015). **Sistemas construtivos de fachada técnica.** CYPE Ingenieros, S.A. informação disponível online em [ftp://ftp.cype.net/documentaciontecnica/butech/butech_fv_fp.pdf] acedido em 26 de agosto de 2015.

Diaz-Balteiro, L. & Romero C. (2004). **In a Search of a Natural Systems Sustainability Index.** Ecological Economics 49. P. 401-405.

Euribor (2015 a)). **Euribor.** Euribor-rates.eu. Informação disponível online em [http://pt.euribor-rates.eu/] acedido a 31 de julho de 2015.

Euribor (2015 b)). **Taxas Euribor atuais.** Euribor-rates.eu. Informação disponível online em [http://pt.euribor-rates.eu/taxas-euribor-actuais.asp] acedido a 30 de julho de 2015.

Eternit (2015). **Auria Cladding Systems – Eternit.** Informação disponível online em [http://www.eternit.at/9492.0.html] acedido em 26 de Agosto de 2015.

Ferreira, Luís (2009). **Rendimentos e custos em atividades de manutenção de edifícios – Coberturas de edifícios correntes.** Dissertação apresentada para a o obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal.

Gaspar, Pedro (2002). **Metodologia para o cálculo da durabilidade de rebocos exteriores correntes.** Dissertação apresentada para a o obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal

INE (2001). **Censos 2001 – Resultados Definitivos**. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa. Informação disponível online em www.ine.pt.

INE (2011). **Censos 2011 – Resultados Preliminares**. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa. Informação disponível online em www.ine.pt.

Inor (2015 a)). **Fachadas ventiladas Reynolux**. Inor, S.A. Informação disponível online em [http://www.inor.pt/?co=1697&tp=19&cop=1706&LG=0&mop=1715&it=pagina] acedido em 26 de Agosto de 2015.

Inor (2015 b)). **Fachadas ventiladas Reynobond.** Inor, S.A. Informação disponível online em [http://www.inor.pt/?co=1697&tp=19&cop=1706&LG=0&mop=1715&it=pagina] acedido em 26 de Agosto de 2015.

IPQ (2009). **NP EN 13830:2009, Fachadas-cortina – Norma de produto.** IPInstituto Português de Qualidade. Março 2009.

ISO/TC 15686-1 (2001). **Buildings and constructed assets, Service life planning – Part 1: General principles.** Geneva. International Organization for Standardizartion.

ISO/TC 21929-1 (2006). **Sustainability in building construction – Sustainability indicators - part1: Framework for the Development of indicators for buildings.** Geneva. International Organization for Standardizartion.

Kats, Greg et al (2003). **The Costs and Financial Benefits of Greens Buildings – A Report to California's Sustainable Building Task Force.** October 2003.

Kelly, J. e Hunter, K (2007). **Cobra 2007 – A Standard Approach to the whole Life Costing of a Small Scale.** Sustainable Energy Generation and Design Solutions. Georgia University of Thechnology. Paper No.38. Atlanta, Georgia.

Levantina (2015). **Piedra Natural Fachadas – Levantina.** Levantina y Asociados de Minerales S.A.U. Indormação disponível online em [http://www.levantina.com/eniusimg /enius4004/2012/03/adj_4f633f8506707.pdf] acedido em 26 de agosto de 2015.

Lucas, José A. Carvalho (2004). **ITE 24 - Classificação e Descrição Geral de Revestimentos para Paredes de Alvenaria ou de Betão.** Edições LNEC: Lisboa. ISBN 9724915077. LNEC, Lisboa.

Lucas, José A. Carvalho (2008). **ITE 25 – Exigências Funcionais de Revestimentos de Paredes**. Edições LNEC: Lisboa. ISBN 9789724915081. LNEC, Lisboa.

Mateus, Ricardo. (2004) **Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção**. Tese de Mestrado em Engenharia Civil/Processos de Construção. Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil: Guimarães.

Mateus, Ricardo; Bragança, Luís (2006). **Tecnologias Construtivas com Tecnologias Construtivas para a Sustentabilidade da Construção**. Edições Ecopy: Porto. ISBN 978-989-95194-1-1.

Mateus, Ricardo; Bragança, Luís (2009). **Guia de Avaliação SBTool^{PT}-H, V2009/1.** Edições iiSBE Portugal. Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil: Guimarães,Portugal. ISBN 978-989-96543-0-3.

Maxit (2002). **Isolamento térmico de fachadas pelo exterior. Reboco delgado armado sobre poliestireno expandido – ETICS.** Relatório – HT 191A/02, Maxit – Tecnologias de Construção e Renovação, Lda., Porto.

Mendes, Francisco (2009). **Durabilidade das Fachadas Ventiladas – Aplicação da Norma ISO 15686-1.** Relatório de projeto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil – Especialização em Construções. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Departamento de Engenharia Civil: Porto.

Mendonça, Paulo (2005). **Habitar sob uma segunda pele: estratégias para a redução do impacto ambiental de construções solares passivas em climas temperados.** Tese de Doutoramento em Engenharia Civil. Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil: Guimarães.

OnyxSolar (2015). **Fachada ventilada fotovoltaica.** Onyx Solar Group LLC. Informação disponível online em [http://www.onyxsolar.com/pt/fachada-ventilada-fotovoltaica.html] acedido em 13 de março de 2015.

Polyrey (2015). **Polyrey HPL® - Laminado alta pressão.** Moonda. Informação online disponível em [http://pt.polyrey.com/PRODUTOS/TERMOLAMINADO-HPL/POLYREY-HPL-R-Laminado-Alta-Pressao] acedido em 22 de julho de 2015.

Porcelanosa Grupo (2015). **Porcelanosa Home Collection.** Catálogo. Informação online disponível em [http://www.porcelanosa.com/recursos/catalogos/PG_HOME_GB.pdf] acedido em 21 de julho de 2015.

Real, Sofia (2010). **Contributo da análise dos custos do ciclo de vida para projetar a sustentabilidade na construção.** Dissertação apresentada para a o obtenção de Grau de Mestre em Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal.

Reardon, Chris; Downton, Paul (2013). **Construction systems. YourHome, Autralia's guide to environmentally sustainable homes.** Australian Government. Informação disponível online em [http://www.yourhome.gov.au/materials/ construction -systems] (acedido em 28 de Abril de 2015)

Rodrigues, Adelino de Araújo (2003). **Fachadas com Revestimentos Exteriores Descontínuos e Independentes – Caracterização e Selecção Exigencial.** Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos de grau de Mestre em Construção de Edifícios. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Departamento de Engenharia Civil: Porto.

Silva, B., Coutinho, J. e Neves, S. (2004). **Betão leve estrutural usando agregados leves de argila expandida.** Encontro nacional de betão estrutural 2004. Porto.

Silva, Leonor (2007). **Análise técnica/financeira de paredes exteriores em panos simples.** Tese de Mestrado Engenharia Civil. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal.

Silva, Sandra (2009). **A Sustentabilidade e o Conforto das Construções.** Tese de Doutoramento Engenharia Civil/Processos de Construção. Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil: Guimarães.

Simões, Ivan, Branco, Fernando G. e Tiago, Paulo Maranha (2007). **Painéis de fachada em GRC. Congresso Construção 2007 – 3º Congresso Nacional, 17 a 19/12/07.** Universidade de Coimbra, ISEC. Coimbra.

Simões, Duarte (2002). **Contributo da inovação para o desenvolvimento tecnológico do sector dos edifícios – Perspectivas para as empresas portuguesas.** Tese de Mestrado em Construção. Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal.

Sotecnisol Revestimentos (2015). **Sede da Policia Judiciária - Fachada ventilada - Painéis de Naturocimento.** Informação disponível online em [http://www.sotecnisol.pt/revestimentos /noticias/sede-da-policia-judiciaria-fachada-ventilada-paineis-de-naturocimento/] acedido em 21 de julho de 2015.

Sousa, Fernando (2010). **Fachadas ventiladas em edifícios – Tipificação de soluções e interpretação do funcionamento conjunto suporte/acabamento.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Construções. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Departamento de Engenharia Civil: Porto.

Sousa, Fernando C.; Teixeira, Bernardo (2003). **Durabilidade na Construção.** Seminário de Construções 2. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto.

Trespa (2015). **Fachadas – Trespa® Meteon®.** Informação disponível online em [http://www.trespa.com/pt/product/fachadas-trespar-meteonr-1] acedido em 05 de Agosto de 2015.

Ulma (2015a)). **Fachadas ventiladas Ulma em Betão Polímero.** Ulma Arquitectural Solutions, 2015. Informação online disponível em [http://www.ulmaarchitectural.com/pt /fachadas-ventiladas/] acedido em 28 de abril de 2015.

Ulma (2015b)). **Fachadas ventiladas Ulma em Betão Polímero.** Ulma Arquitectural Solutions, 2015. Informação online disponível em [http://www.ulmaarchitectural. com/pt/fachadasventiladas/projectos /edificios-residenciais/] acedido em 17 de julho de 2015.

Viroc (2015). Conceito. **Viroc by Investwood.** Informação online disponível em

[http://www.viroc.pt/content.aspx?menuid=97&eid=147] acedido em 23 de julho de 2015.

Zhou, Lei (2003). **Economic Challagenges of sustainable Construction.** The Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS). Documento disponível online em [http://www.rics.org/Newsroom/Researchandreports/Researcharchive/economic_challenges_20030129.htm] acedido em 08 de junho de 2015.

ANEXOS

ANEXO I

CATÁLOGOS DOS CENÁRIOS DE FACHADAS VENTILADAS

AI.1. SOLUÇÃO DE FACHADA VENTILADA 1 (FV1): PAINEL COMPÓSITO – ALUCOBOND®

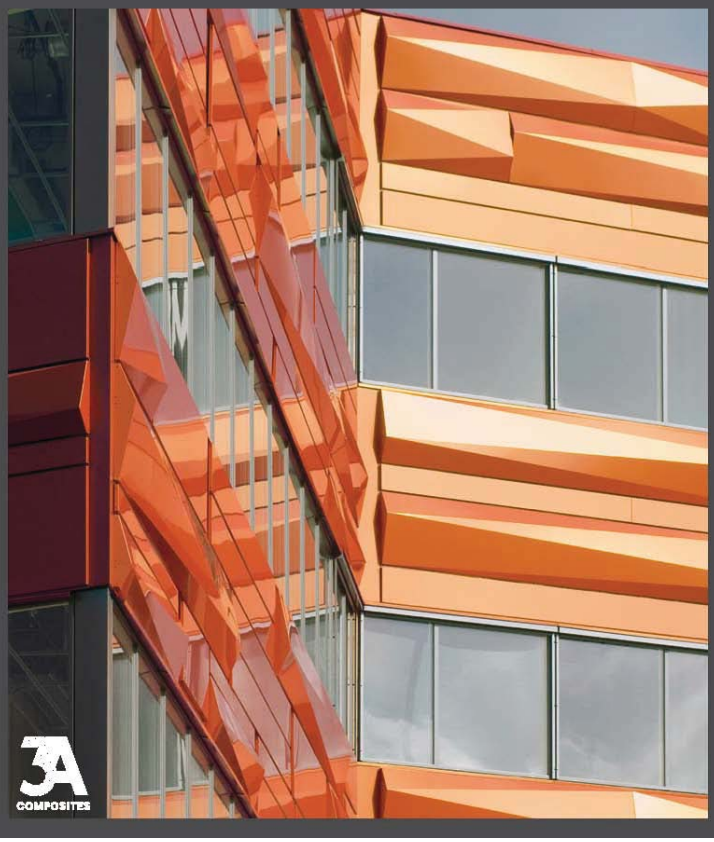
No catálogo seguinte apresenta-se as características e informações relativas aos painéis compósitos **Alucobond®** para a execução de fachadas ventiladas.

Anexo I.2

ALUCOBOND®

INFORMACIÓN BÁSICA

Toda la información importante sobre los paneles composite de aluminio



PROGRAMA DE SUMINISTRO

ALUCOBOND® plus	Espesor: 3/4 mm (6 mm previa solicitud)				
Anchura [mm]	1000	1250	1500	1575	1750
Longitud [mm]	2000-6800	2000-6800	2000-6800	2000-6800	2000-6800
Colores sólidos	●	●	●	●	○
Colores metalizados	●	●	●	●	○
Colores Spectra y Sparkling	●	●	●	●	–
NaturAL	–	●	○	–	–
Ligno	○	●	●	–	–
Anodized Look	●	●	●	○	–
ALUCOBOND® design	○	●	●	–	–
Urban	●	●	●	●	–
Anodizados*	–	●	○	–	–
Mate laminado	●	●	●	–	–

ALUCOBOND® A2	Espesor: 3/4 mm				
Anchura [mm]	1000	1250	1500	1575	1650
Longitud [mm]	2000-6800	2000-6800	2000-6800	2000-6800	2000-6800
Colores sólidos	–	●	●	–	○
Colores metalizados	–	●	●	–	○
Colores Spectra y Sparkling	–	●	●	–	–
NaturAL	–	●	○	–	–
Ligno	–	●	●	–	–
Anodized Look	–	●	●	–	–
ALUCOBOND® design	–	●	●	–	–
Urban	–	●	●	–	–
Mate laminado	–	●	●	–	–

○ Previa solicitud * Anodizado según DIN 17611. Tenga en cuenta que todas las placas compuestas anodizadas ALUCOBOND® poseen tiras de contacto de aproximadamente 25 mm de ancho en los lados cortos. A partir de una longitud de placa de 3500 mm, se dispone de tiras de contacto de aproximadamente 20 mm de ancho en las caras anteriores largas. En las caras posteriores, se dispone de tiras de contacto de hasta 35 mm de ancho en los lados cortos y largos. Longitud máxima de las placas: 6500 mm. Tenga en cuenta esta información para dimensionar las placas.

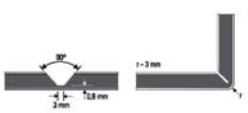
TOLERANCIAS DIMENSIONALES
Debido a factores técnicos de producción, puede producirse un desplazamiento lateral de las láminas de cubierta de hasta un máx. de 2 mm.
Grosor: ± 0,2 mm (mate laminado / pintura secada al horno / anodizado)
Anchura: -0/+4 mm
Longitudes: 1000-4000 mm; -0/+6 mm
Longitudes: 4001-6000 mm; -0/+10 mm

FORMATO
El formato estándar es 4 x 1.250 x 3.200 mm. También se dispone de otras longitudes y anchuras previa solicitud. Le asesoraremos gustosamente en la selección de las superficies y de los formatos de placas disponibles.

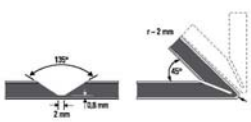
COLORES Y SUPERFICIES
Se dispone de colores y superficies adicionales previa solicitud.

TÉCNICA DE FRESADO DE CANTOS

Por medio de esta sencilla técnica de procesamiento, pueden doblarse manualmente los paneles composite ALUCOBOND® sin necesidad de utilizar un banco de plegado. Para ello, se fresa una ranura en la parte posterior de la panel composite ALUCOBOND®. La forma de la ranura determina el radio de flexión. Los fresados pueden realizarse con una sierra circular vertical para placas con dispositivo de fresado, con una fresa para placas o con una fresadora manual. La técnica de fresado de cantos es apta para las placas compuestas con todas las superficies estándar.



Ranura de fresado de 90° (forma de V) para pliegues de hasta 90°

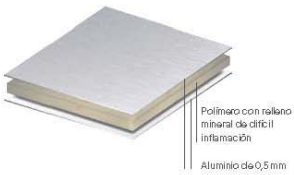


Ranura de fresado de 135° (forma de V) para pliegues de hasta 135°

EL PRODUCTO

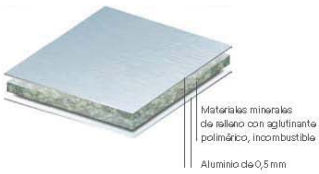
ALUCOBOND® plus

ALUCOBOND® plus se ha diseñado especialmente para satisfacer los requisitos más exigentes de protección contra incendios en aplicaciones arquitectónicas. Gracias a su núcleo mineral, los paneles composite de aluminio ALUCOBOND® satisfacen los requisitos de las clasificaciones contra incendios más estrictas. El núcleo es de difícil inflamación y ofrece las mismas propiedades que el resto de la gama ALUCOBOND®, como, p. ej. planeidad, plasticidad, resistencia a la intemperie y una sencilla manipulación.

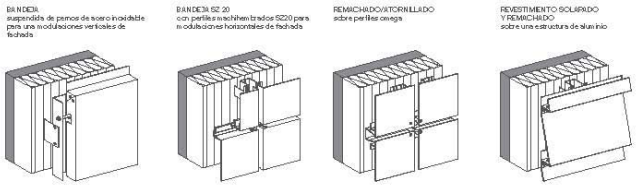


ALUCOBOND® A2

ALUCOBOND® A2 es el único panel composite de aluminio incombustible de uso arquitectónico del todo el mundo. Gracias a su núcleo mineral, ALUCOBOND® A2 logra satisfacer los requisitos más estrictos presentes en todas las directivas de protección contra incendios, lo que le permite ampliar las posibilidades para la concepción y el diseño de edificios. Al igual que todos los productos de la gama ALUCOBOND®, ALUCOBOND® A2 ofrece una manipulación sencilla, es resistente a los impactos, a las roturas y a la intemperie y, sobre todo, es incombustible.



EJEMPLOS CONSTRUCTIVOS



Asimismo, los paneles composite ALUCOBOND® también pueden instalarse sobre estructuras de madera. Además, ALUCOBOND® también permite la realización sin problemas de remates de cubierta o carpinterías. Podrá obtener datos técnicos adicionales previa solicitud.

UNA TRADICIÓN INNOVADORA

CROWN METROPOL, AUSTRALIA, BATES SMART

La zona de entrada del hotel Crown Metropol con ALUCOBOND® naturAL.

Vista de todo el complejo hotelero con su torre en forma de S.

Prominente, vibrante e indudablemente moderno: así es el hotel de 28 plantas Crown Metropol gracias a su excepcional forma ondulada y a su sinuosa zona de entrada realizada con ALUCOBOND® naturAL brushed.

La empresa de arquitectura Bates Smarts pretendía desafiar lo tradicional por medio del diseño y lograr un resultado especial a través de la combinación de elementos poco convencionales: formas oscuras y dramáticas y siluetas terrenales inspiradas por la naturaleza. La curvatura en forma de S de las torres del hotel Crown Metropol y la prominente zona de entrada convierten a este edificio en una puerta de acceso llamativa y memorable a la ciudad de Melbourne. Las suaves líneas de las torres inspiradas en el mercurio líquido están reforzadas por una piel brillante y reflectante. Las finas láminas o escamas de la fachada aparecen o desaparecen a medida que se rodea el edificio e intensifican la reflexión de la luz solar. Las formas sinuosas y fluidas del edificio también fluyen de forma armónica en el sublime interior del hotel. El resultado es un hotel superlativo que muestra Melbourne desde una perspectiva novedosa y moderna y que permite contemplar serenamente la ciudad.

El revestimiento exterior se prolonga en el interior.

La fachada realizada con paneles composite de aluminio ALUCOBOND® en Gold metallic permite establecer paralelismos con las monedas o con la identidad empresarial del banco.

LIBERTAD INDIVIDUAL DE DISEÑO

LYSHOLT PARKEN, DINAMARCA, C. F. MØLLER

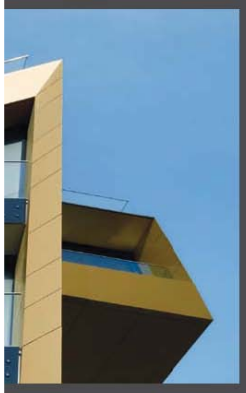
La Advice House con ALUCOBOND® spectra cupral como emblema del Business Park de Vejle, Dinamarca. Texto y fotografías: arquitectos de C. F. Møller, fotógrafo: Julian Weyer

Los arquitectos de C. F. Møller han diseñado dos edificios de oficinas: Advice House y Lysholt Tower. Ambos proyectos se han realizado con una fachada sencilla, aunque visualmente potente, que destaca por medio de un inusual cambio cromático.

Los elementos de la fachada se componen de secuencias «arbitrarias» realizadas con un total de 13 placas de distinto tamaño y con algunas de ellas plegadas diagonalmente para generar un patrón triangular. Las placas de la fachada se han realizado con ALUCOBOND® spectra cupral. Los acabados Spectra presentan cambios en la tonalidad con notas de color y gradaciones cromáticas interesantes según el punto de vista y el ángulo de incidencia de la luz solar.

EXCEPCIONALES POSIBILIDADES DE DISEÑO

RAIFFEISEN FINANCE CENTER, AUSTRIA, PICHLER & TRAUPMANN ARCHITEKTEN ZT GMBH



El diseño del edificio tiene en cuenta los distintos requisitos de la distribución de espacios por cada planta de manera desenfadada y desarrolla un cerramiento que envuelve de forma continua todo el conjunto.

El edificio cuenta con una fachada recubierta por ALUCOBOND® en las caras orientadas al Este y al Oeste y está perforada por una disposición de ventanas de diseño propio. Esta disposición proporciona unas vistas inusuales, al tiempo que ofrece un ambiente de trabajo casi íntimo y protege frente a los reflejos en las pantallas de los ordenadores por medio de vanos distribuidos en lugares estratégicos de la fachada.

El material de la fachada es también el punto de partida para la elección de los materiales en el interior del edificio. Al igual que la fachada, los alféizares y los ventiloconvectores también están revestidos con ALUCOBOND®. Los falsos techos de las zonas representativas de las plantas superiores están realizados con un material metálico con un color uniforme para que el revestimiento exterior quede prácticamente integrado con el espacio interior.

Tanto el diseño interior como el exterior demuestran la elevada flexibilidad del sistema. Con esto, se evitan la monotonía y la uniformidad.

CATEGORÍA DE INFLAMACIÓN

	ALUCOBOND® plus		ALUCOBOND® A2	
País	Ensayo conforme con...	Clasificación	Ensayo conforme con...	Clasificación
UE	EN 13501-1	Clase B, s1, d0	EN 13501-1	Clase A2, s1, d0
Alemania	EN 1187 (método 1)/ DIN 4102-7	aprobado	EN 1187 (método 1)/ DIN 4102-7	aprobado
Francia	NFP 92-501	Clase M1	NF P 92-501	Clase M0, incombustible
Italia				
Reino Unido Inglaterra/ Gales/ Escocia	BS 476-6/7 BS 476-6/7	Clase 0 Clase 0	BS 6853	Cumple con los requisitos de LUL con combustibilidad limitada incombustible
Escandinavia			DS 1085-1	Clase A
Suiza	VKF	Clase 5.3	VKF	Clase 5a.3
Polonia	PN-B-02867-02867	NRO	EN 13501-1	Clase A2, s1, d0
Rusia	GOST 30244-94 GOST 30402-96 GOST 12.1.044-89 GOST 12.1.044-89	G1 (combustibilidad) W1 (inflamabilidad) D2 (emisión de humo) T1 (inflamabilidad del humo)	GOST 30244-94 GOST 30402-96 GOST 12.1.044-89 GOST 12.1.044-89 GOST 31251-03	G1 (combustibilidad) W1 (inflamabilidad) D1 (emisión de humo) T1 (inflamabilidad del humo) k0
Australia	AS ISO 9705 AS 1530.3 Indices EN 13501-1	Material del grupo 1 SMOGRA 1.395 m 2/s2 0 (inflamabilidad) 0 (propagación de llamas) 0 (generación de calor) 0-1 (emisión de humo) B, s1, d0	AS ISO 9705 AS 1530.3 Indices EN 13501-1	Material del grupo 1 SMOGRA 0.630 m2/s2 0 (inflamabilidad) 0 (propagación de llamas) 0 (generación de calor) 0-1 (emisión de humo) A2, s1, d0

HOMOLOGACIONES

País	Homologación	Nombre	Organismo de homologación
Bélgica	ATG 12/2368	ALUCOBOND® Cassettes; Bardage rapporté	UBAtc, Bruselas
República Checa	c.216/C6a/2013/0022	ALUCOBOND®	PAVUS a.s., Praga
Francia	n° 2/09-1372	ALUCOBOND® Rivetés	CSTB, París
Francia	n° 2/09-1371	ALUCOBOND® Cassettes	CSTB, París
Alemania	Z-33.2-6	ALUCOBOND® Fassadensystem	DIBt, Berlín
Reino Unido	No 05/4214	ALUCOBOND® Cladding System	British Board of Agrément (BBA), Garston
Polonia	AT-15-4058	ALUCOBOND®	Instytut Techniki Budowlanej, Varsovia
Rusia	TC 3730-13	ALUCOBOND® Panels and cassettes elements	® LLC, Moscú
Singapur	011937	Product listing scheme: class 2	PSB Singapore
Eslovaquia	TO-06/0275	ALUCOBOND®	TSUS, Bratislava
España	N.º 345	Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas mediante bandejas procedentes de paneles ALUCOBOND®	Instituto Eduardo Torroja, Madrid
España	N.º 346	Sistema de revestimiento de fachadas ventiladas mediante placas remachadas procedentes de paneles ALUCOBOND®	Instituto Eduardo Torroja, Madrid

DATOS INTERESANTES

Colores sólidos y metalizados

Acabados Spectra y Sparkling

naturAL

Ligno

Anodized Look

SUPERFICIES

Para las superficies de ALUCOBOND®, se utilizan exclusivamente sistemas de pintura ecológicos de alta calidad, que, además, poseen una extraordinaria resistencia a la intemperie y son inmunes a las emisiones industriales. Estas propiedades están garantizadas por medio del uso de aglutinantes resistentes a la radiación ultravioleta. En este sentido, las pinturas con fluoropolímeros (p. ej., PVDF) suponen nuestro estándar y se aplican en de procedimiento de «coil coating» de lacado y secado en continuo. La alta calidad de la pintura está garantizada según las especificaciones de ensayo de la E.C.C.A. (European Coil Coating Association).

MONTAJE

Para evitar diferencias en la reflexión (en el caso de los colores metalizados, con efectos, naturAL y Spectra), deben montarse todos los paneles composite en la misma dirección según la flecha indicada en la lámina protectora. Si se utilizan placas de distintas unidades de producción, pueden producirse diferencias cromáticas. Para garantizar la uniformidad de las tonalidades, se recomienda solicitar el volumen completo necesario para el proyecto en un solo pedido. Tras el montaje, debe retirarse la lámina protectora lo antes posible, ya que, si se deja a la intemperie durante un periodo de tiempo prolongado, puede ser muy difícil de despegar.
Debe evitarse la colocación de cualquier objeto intermedio entre las placas ALUCOBOND® durante su almacenamiento para evitar sobreimpresiones. Se recomienda apilar exclusivamente palés con el mismo formato. No debe superarse una altura máxima de seis palés.

MEDIO AMBIENTE, SEGURIDAD Y CALIDAD

La protección consecuente y sostenible del medio ambiente es especialmente importante para 3A Composites, especialmente, en lo referente a la conservación de la disponibilidad de los recursos naturales. Por este motivo, la empresa se compromete de forma continua – y más allá de lo especificado por las disposiciones vigentes– a introducir sus propias mejoras medioambientales, ya que, también en este ámbito, 3A Composites está en la vanguardia. De hecho, fuimos una de las primeras empresas en desarrollar un sistema propio de gestión medioambiental controlado regularmente por auditores independientes. Asimismo, nuestra certificación según la norma EN ISO 14001 documenta nuestro compromiso de forma patente.

RECICLAJE

ALUCOBOND® es totalmente reciclable; esto es, el material del núcleo y las láminas de cubierta de aluminio pueden volver a reciclarse y reutilizarse para la producción de un nuevo material.

GARANTÍA

ALUCOBOND® es sinónimo de calidad elevada y duradera. Podrá obtener las garantías según la especificación del producto y el ámbito de aplicación autorizado previa solicitud.

SOSTENIBILIDAD

La asociación alemana por una construcción sostenible DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen) sienta nuevos estándares internacionales con su sistema de certificación. A esto, contribuyó en gran medida un grupo de pioneros con una dilatada experiencia en cuestiones de construcción sostenible. 3A Composites es uno de estos promotores fundadores: www.dgnb.de
El folleto sobre el certificado de la DGNB está disponible para su descarga en www.alucobond.com.

DGNB
Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen e.V.
German Sustainable Building Council

Create the difference.
ALUCOBOND®

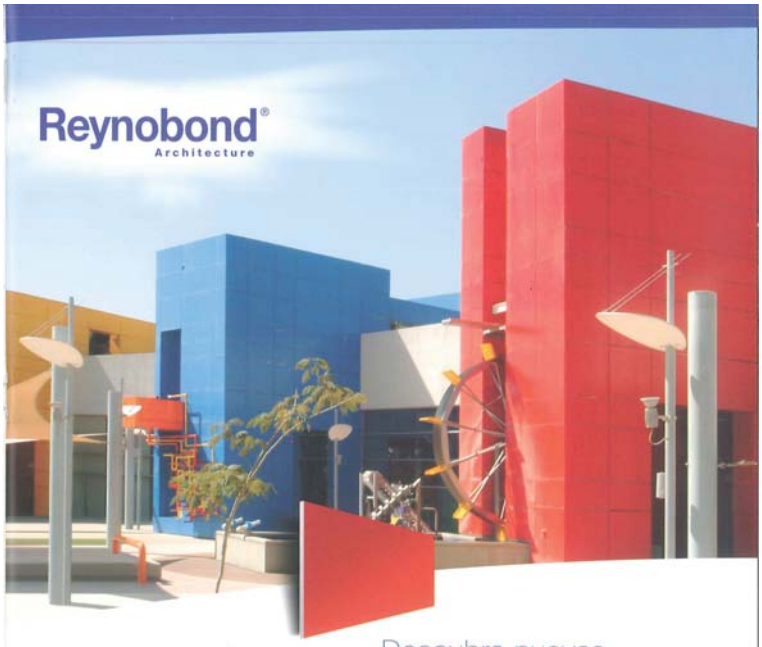
3A Composites GmbH
Alusingenplatz 1
78224 Singen, Alemania
Tel. +49 7731 - 80 2060
Tel. +49 7731 - 80 2547
info.eu@alucobond.com
www.alucobond.com

01/05/2024 | Impresión en Alemania | INFORMACIÓN BÁSICA | Español

AI.2. SOLUÇÃO DE FACHADA VENTILADA 2 (FV2): PAINEL COMPÓSITO – REYNOBOND®

No catálogo seguinte apresenta-se as características e informações relativas aos painéis compósitos **Reynobond®** para a execução de fachadas ventiladas.

Reynobond®
Architecture



Descubra nuevas perspectivas

ALCOA

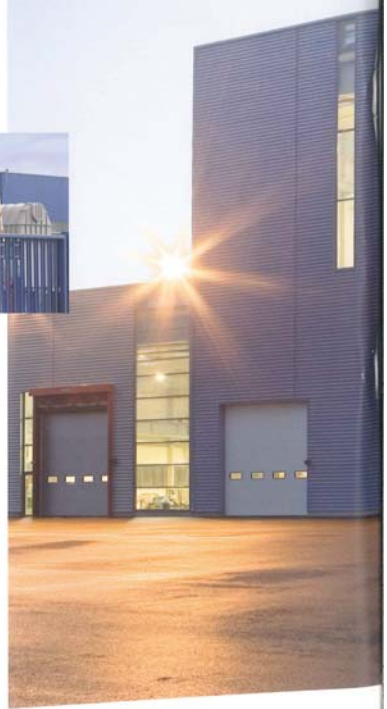
Dedicated to your Success

Reynobond®
Architecture

Internacional y,

Alcoa Architectural Products es una empresa afiliada de la empresa Alcoa, líder mundial en el sector del aluminio, con 107 000 empleados en todo el mundo, repartidos en 44 países. En las sedes de Merxheim (Francia) y Eastman (Georgia, EE UU), producimos aluminio lacado al horno Reynolux® y paneles composite de aluminio Reynobond®.

Como parte del Grupo Alcoa, Alcoa Architectural Products le ofrece la seguridad de un consorcio mundial, al mismo tiempo que el asesoramiento personal de una empresa regional de clase media. Gracias a nuestra nueva fábrica de lacado al horno, producimos desde el año 2007 paneles de 2000 mm de anchura con la mayor calidad y con plazos de entrega cortos.



ALCOA

Alcoa Architectural Products,
nueva fábrica de lacado al horno
Merxheim | Francia | Jean-Marie Martini | Montana

sin embargo, personalizado.

Reynobond®
Architecture

Escuchar,

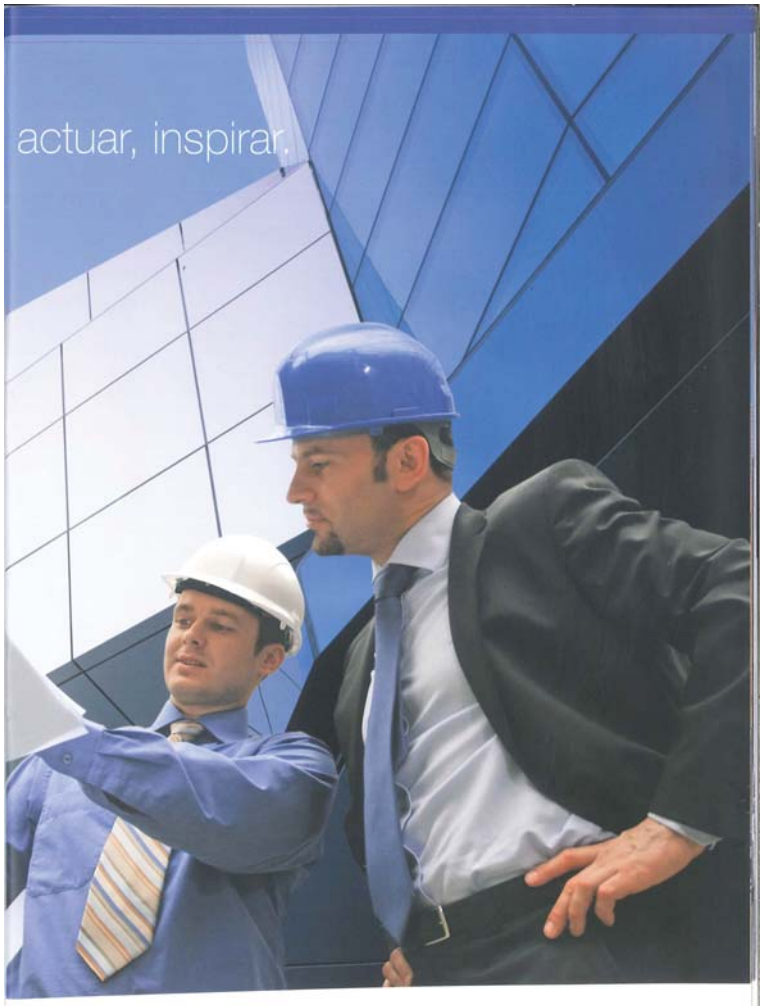
Nuestra filosofía se resume de manera muy sencilla: máxima satisfacción del cliente.

Nuestra promesa de prestaciones se expresa en nuestro lema "Dedicated to your Success". Dedicarnos a su éxito, es el fin que deseamos como referencia. Esto significa que le ofrecemos productos y servicios a medida, una gama de productos la más amplia posible y la mayor flexibilidad y fiabilidad.

Se trata de un principio simple: le escuchamos. Y convertimos los deseos de nuestros clientes en referencia para nuestra gama de productos y servicios. Nuestra orientación al cliente, por ejemplo, fue la base fundamental para el desarrollo de nuestras innovaciones actuales, como DURAGLOSS® 5000, Reynobond® XXL, Chameleon Colours y Wood Design.

No importa si se trata del suministro de pequeñas cantidades en plazos breves o de deseos especiales de color; o de ayuda en la planificación o asistencia en el montaje a pie de obra: siempre puede confiar en nosotros.

ALCOA



Reynobond®
Architecture

Reynobond® Architecture es el departamento de Alcoa Architectural Products que se concentra en el segmento de la arquitectura y ofrece productos y servicios especialmente diseñados para él.

Reynobond®, una creación exclusiva de Alcoa Architectural Products, es un elemento en sandwich, compuesto por dos chapas de aluminio lacado al horno que en un proceso de fijación por fusión se aplican a ambos lados de un núcleo de polietileno. Reynobond® es resistente a la corrosión y ofrece multitud de ventajas.

En el ámbito de la arquitectura, Reynobond® es especialmente apropiado para las obras en interiores y la creación de fachadas, tanto en el sector de la nueva construcción como en lasrehabilitaciones. Son especialmente óptimas las ventajas en el caso de acabados de grandes superficies que requieren necesidades especiales en cuanto a la planeidad y la rigidez. El modelo Reynobond® FR (Fire Retardancy) garantiza una elevada resistencia al fuego.

ASPIRE Sports Dome | Qatar
Cico & Roger Taillibert | Arabian Profile Company Limited

Posibilidades de aplicación de Reynobond®

- Construcciones de fachada ventiladas
- Elementos en sandwich (como elementos de relleno de muros cortina)
- Revestimiento de fachadas para la realización de construcciones de techo
- Construcción de cubiertas planas o arqueadas
- Revestimiento de balcones y obras de túneles,
- Entrepaños de puertas, tabiques de separación modular, distribución de espacios

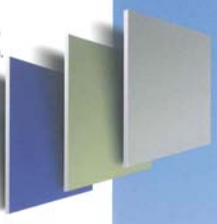
todas las de Reynobond®!

Reynobond®
Architecture

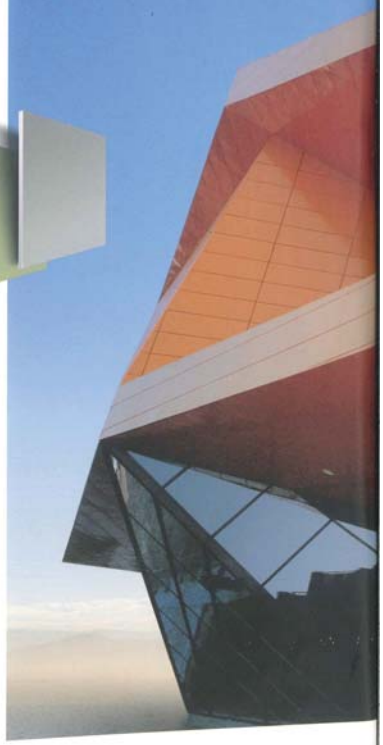
Tan polifacético

Los paneles composite de aluminio Reynobond® Architecture poseen multitud de ventajas:

- Variedad casi ilimitada de acabados: amplia gama de colores y brillos, diseños extraordinarios y revestimientos especiales.
- Amplia variedad de medidas: Reynobond® se suministra en cinco anchos estándar de hasta 2000 mm. Otras dimensiones son posibles bajo pedido.
- Servicio completo: plazos de entrega cortos, incluso para pequeñas cantidades, además de asesoría antes y durante su proyecto.
- Indudables ventajas del producto: ligero, plano, elevada resistencia a la flexión y a las inclemencias del tiempo, reducido coeficiente de dilatación, gran ductilidad, numerosas posibilidades de transformación e instalación sencilla.

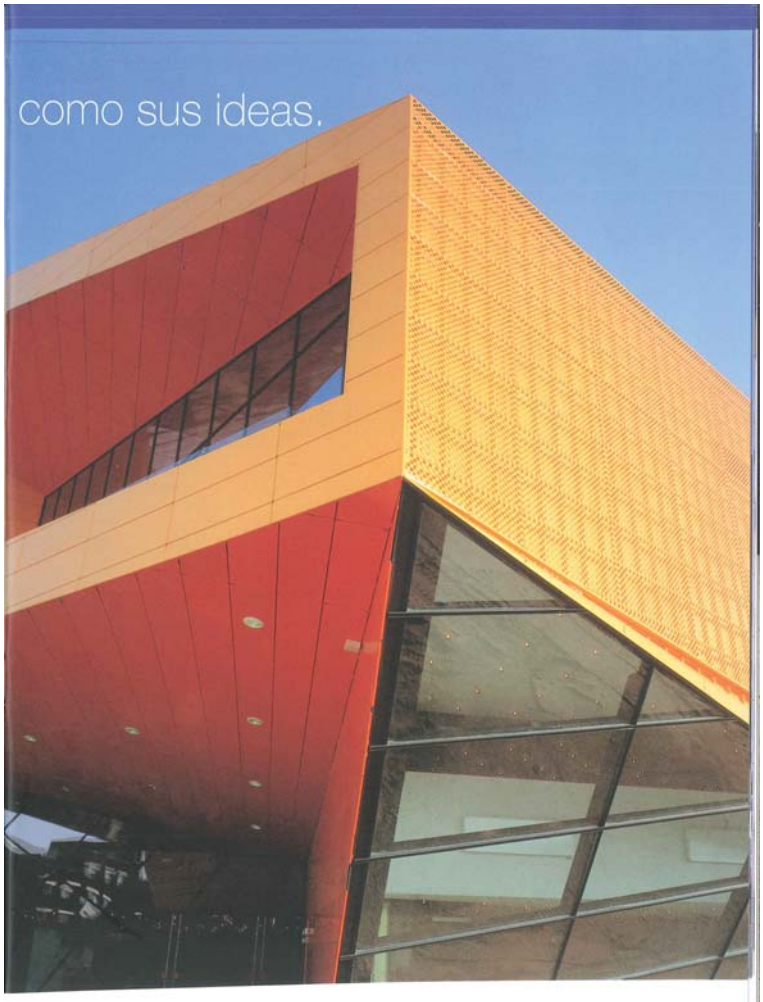


De la combinación de Reynobond® con el aluminio lacado al horno Reynolux® resultan aún otras ventajas. Por ejemplo, absoluta correspondencia de acabados entre ambos productos, ya que ambos provienen de la misma fábrica. De ese modo, logrará una imagen idéntica con dos materiales y ventajas de reducción de costes y de mantenimiento.



Teatro Agora I Lelystad I Países Bajos
UN Studio Ben van Berkel I Corus

como sus ideas.

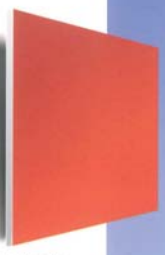


Reynobond®
Architecture

¡Déle más juego a su creatividad!

Si su creatividad estaba limitada hasta ahora a causa de los sistemas de colores y acabados disponibles, ahora por fin dispone de una alternativa. Pues con Reynobond® Architecture, se puede elegir PVDF 70/30, tanto como DURAGLOSS® 5000.

El PVDF 70/30 (polivinilo fluorado) es en este momento el estándar de los revestimientos de alta tecnología en el sector de la construcción, ante todo por su elevada resistencia al envejecimiento. Los colores sobre la base del PVDF ya han mostrado su eficacia durante muchos años en el mercado.



Pero como este estándar no puede responder a todas las exigencias de la creatividad, hemos desarrollado adicionalmente un sistema de revestimiento y de color exclusivo para las placas compuestas de Reynobond®: DURAGLOSS® 5000.

Se pueden suministrar todos los colores estándar según la gama de colores RAL y NCS para Reynobond® Architecture.

ALUCOBOND

VM Husene | Copenhague | Dinamarca
PLOT Arkitekter | Hopfner a/s

Reynobond®
Architecture

DURAGLOSS® 5000 – Su ventaja de color

DURAGLOSS® 5000 es un novedoso lacado de alta tecnología sobre una base de resina polimerizada que aúna de forma óptima las mas altas aspiraciones estéticas con una vida útil especialmente larga.

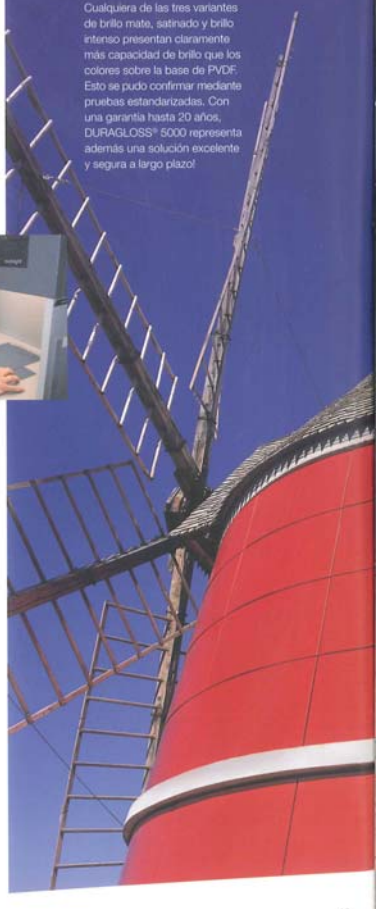
En lo que respecta a sus propiedades técnicas, DURAGLOSS® 5000 es igual que los colores sobre una base de PVDF o mejor. Entre sus excelentes propiedades se encuentran la capacidad de resistencia contra la abrasión, la sal, la humedad y la radiación UV.

Con 15 colores estándar, DURAGLOSS® 5000 le ofrece una amplia selección con la que podrá llevar a cabo ideas creativas de forma óptima. Evidentemente DURAGLOSS® 5000 no sólo está disponible en todos los colores RAL, sino que además podremos mezclarle cualquier tono que usted desee bajo pedido. También podrá elegir entre superficies especiales: cobre envejecido, Cuarzo-Zinc, Piedra, Chameleon Colours, así como los Wood Design o Granite Design.

Todos los revestimientos con DURAGLOSS® 5000 están disponibles también como soluciones con una resistencia especial. Aquí podrá escoger entre anti-graffiti, anti-bacteria, anti-rayado y easy-clean (de fácil limpieza).

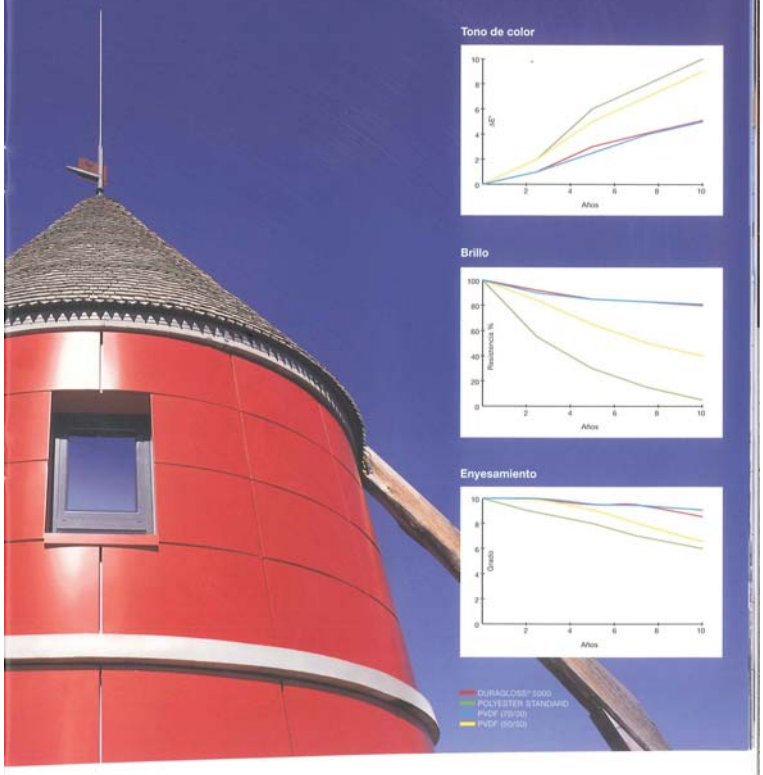
La superioridad de DURAGLOSS® 5000 es especialmente palpable con brillo.

Cualquiera de las tres variantes de brillo mate, satinado y brillo intenso presentan claramente más capacidad de brillo que los colores sobre la base de PVDF. Esto se pudo confirmar mediante pruebas estandarizadas. Con una garantía hasta 20 años, DURAGLOSS® 5000 representa además una solución excelente y segura a largo plazo!



Moulin de Nailloux I Nailloux I Francia
Axel Letellier I Laude

Posibilidades ilimitadas.



Tono de color

Brillo

Enyesamiento

DURAGLOSS® 5000
POLYESTER STANDARD
PVDF (70/30)
PVDF (60/40)

Reynobond®
Architecture

Reynobond® Wood Design – Su ventaja de diseño

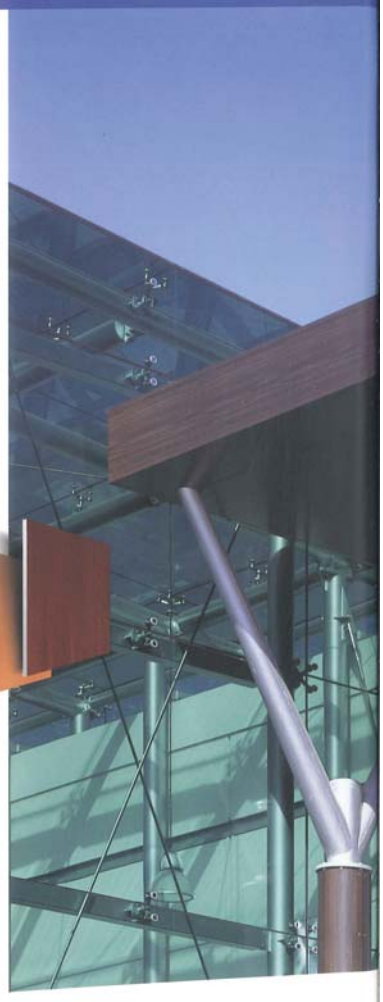
Reynobond® Wood Design es el primer panel composite de aluminio con acabado de tipo madera, imposible de diferenciar de la madera auténtica.

Con el revestimiento DURAGLOSS® 5000, es imposible reconocer que se trata de un panel composite de aluminio lacado al horno. Y con todas las ventajas que proporciona Reynobond®.

Reynobond® Wood Design se puede curvar y formar. Con él obtiene las curvas y los elementos tridimensionales que la madera auténtica o el estratificado no permiten obtener. La ligereza y la fácil transformación son también ventajas indudables.

El acabado es resistente al rayado y conserva su aspecto de alta calidad durante décadas, lo que aseguramos con una garantía de 20 años.

Reynobond® Wood Design está disponible en los acabados Honey Pear, Colonial Red y Mahogany Brown.



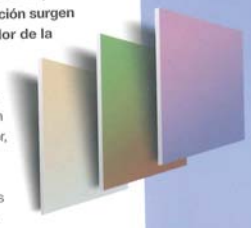
Tienda Décathlon | Antibes | Francia
Compagnie de Phalsbourg | Acodi

Mejor que el original.

Reynobond®
Architecture

Reynobond® Chameleon Colours – Su ventaja de creatividad

En la naturaleza hay multitud de ejemplos de colores tornasolados que cambian dependiendo del ángulo visual. La razón de ello es la diferente refracción de la luz incidente a causa de las distintas capas superficiales. De este juego de la luz, la reflexión, el material y la absorción surgen los fascinantes efectos de color de la naturaleza.

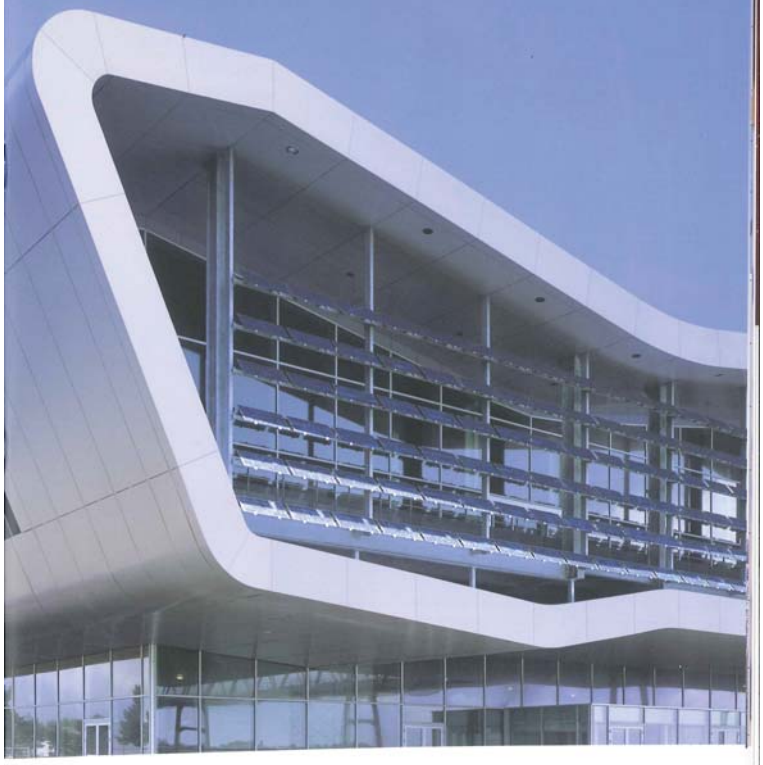


Reynobond® Chameleon Colours reproduce estos procesos. Según dónde se encuentre el observador, los efectos cromáticos cambian y crean diversos tonos con transiciones irisadas. Las distintas capas superficiales de la piel son simuladas mediante la aplicación de pigmentos de efecto, que varían en cuanto al brillo, la continuidad y la profundidad del color.

Reynobond® Chameleon Colours está disponible en los acabados Indian Summer, Steel Violet, Artic Blue, Autumn Wind, Spring Lake y Silver Gold.

Cité de la voile Eric Tabarly
Lorient I Francia
Jacques Ferrier Architecte I Acodi

Inspirados por la naturaleza.



Reynobond®
Architecture

Reynobond® XXL – Su ventaja de anchura

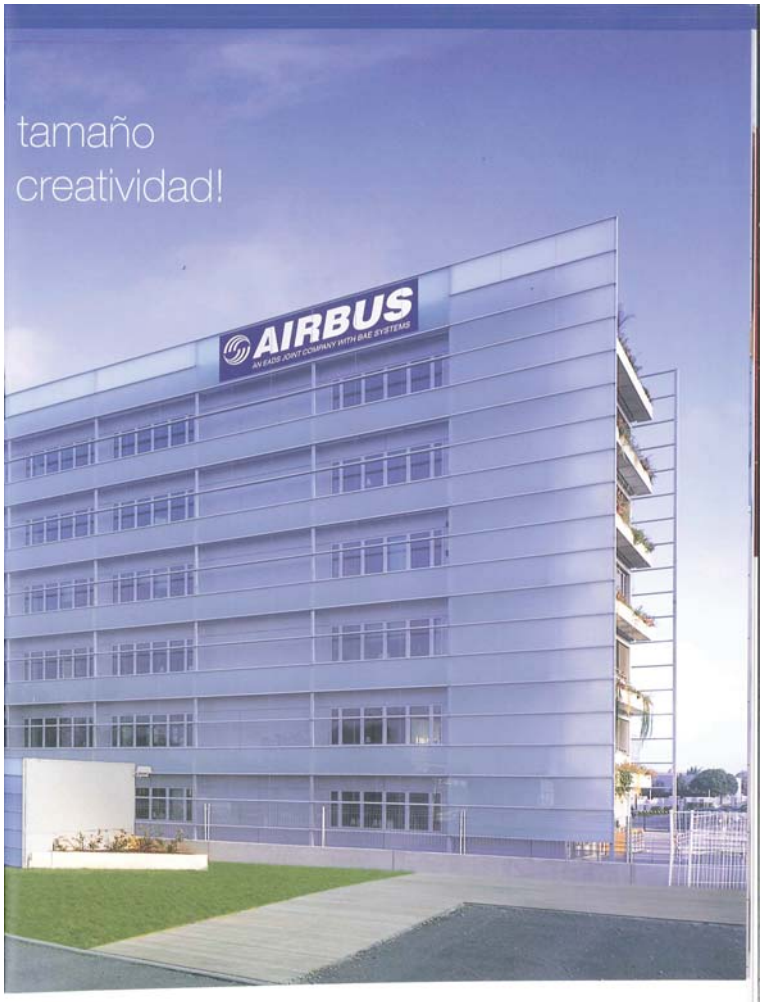
Gracias a Reynobond® XXL se ofrece por primera vez en todo el mundo placas composites de aluminio de 1750 mm o 2000 mm de ancho. Esto proporciona a arquitectos y constructores de metal nuevas y numerosas posibilidades de estructuración.

Lo primero que convence son los aspectos estéticos: si se utilizan placas de 1750 mm o 2000 mm de ancho será patente la reducción de fugas. En segundo lugar, también se reducen los tiempos de montaje y los costes de tratamiento e instalación por metro cuadrado. En tercer lugar, Reynobond® XXL es ideal para combinarla con otros productos de fachada de 1750 mm o 2000 mm de anchura, como por ejemplo el cristal.

La longitud de las placas se decide según los deseos del cliente. Reynobond® XXL se puede suministrar en todos los tonos habituales, así como en todos los colores específicos que el cliente desee bajo pedido. Reynobond® XXL también se encuentra disponible en una versión difícilmente inflamable (FR).

Airbus | Toulouse | Francia
Chaix & Morel | Laude

tamaño
creatividad!



Reynobond®
Architecture

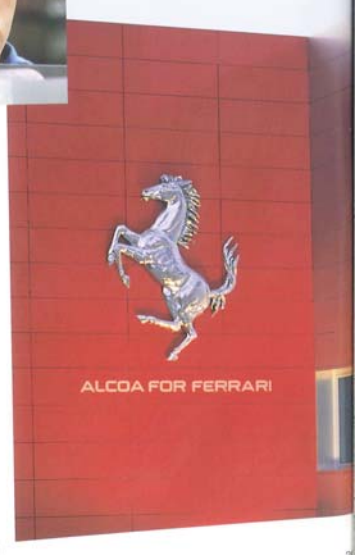
Alta calidad para
sus ideas.

Estamos certificados en todos los países para los que realizamos suministros. Por la ISO y por las normas de la ECCA (European Coil Coating Association). Nuestro propio taller posee las certificaciones según la ISO 9001 e ISO 14001.

Nuestra mejor garantía de calidad son nuestros trabajadores. En nuestros productos y en nuestro servicio.

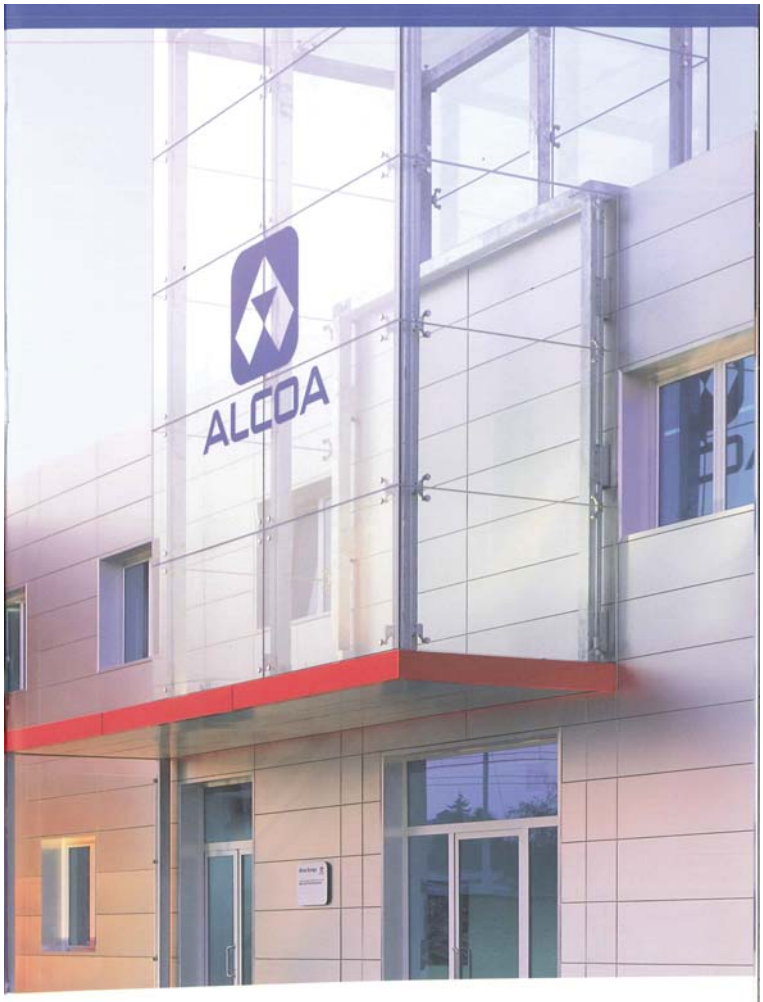
De ello responde el Alcoa Business System (ABS), la filosofía interna de calidad total de nuestra empresa. El ABS es una parte integral de todos los procesos de negocio y contiene componentes como

- Inversión en medidas de formación continua
- Propuestas empresariales
- Evaluación continua de nuestra capacidad de producción
- Análisis de causas
- Evitar generación de basura



ALCOA

Alcoa Automotive Planta de asamblea para Ferrari
Módena | Italia | Emanuele Villafranca | Fragi



Reynobond®
Architecture

La creatividad

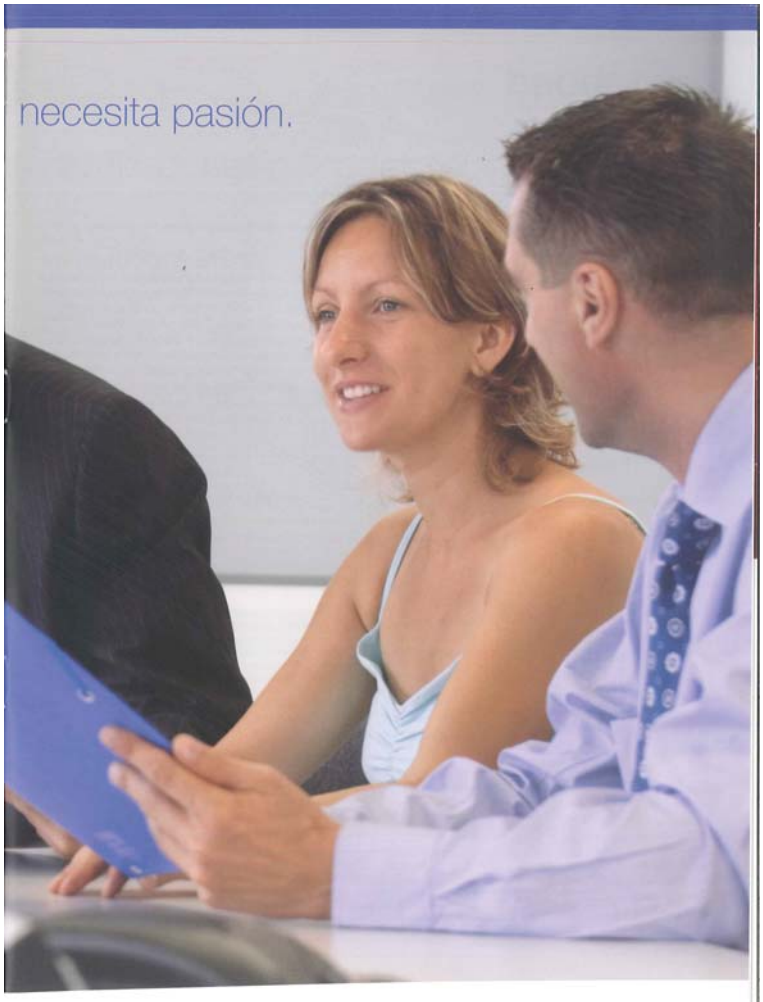
Reynobond® Architecture le ofrece un amplio servicio. Le asesóramos en la planificación, así como en el montaje in situ.

Para proyectos fuera de lo normal necesita un socio que ponga la misma pasión en sus tareas que usted. Por eso, cuando hablamos del servicio, nombramos siempre en primer lugar el compromiso de nuestros empleados. Es algo que notará rápidamente cuando trabajemos juntos. Sobre todo si tiene deseos especiales. Nuestro servicio técnico y nuestro departamento comercial le proporcionarán un asesoramiento competente y harán posible lo imposible.

Nuestro proceso de mejora continuo nos ha permitido garantizar plazos de entrega realmente breves. Y no sólo con soluciones estándar, sino también con proyectos individuales complejos.

Tanto en caso de pequeñas cantidades como colores especiales – siempre puede confiar en nosotros. Para nosotros sólo es importante una cosa: sus deseos. Nuestros trabajadores ponen todo su empeño en lograrlo. Durante las 24 horas del día si fuera necesario.

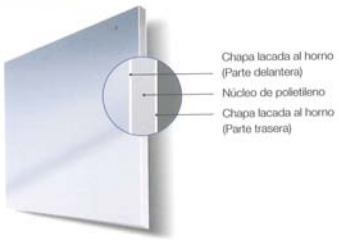
ALCOA



Reynobond®
Architecture

Datos y hechos generales

Reynobond®



Características técnicas

Reynobond®, producto exclusivo de Alcoa Architectural Products Merxheim, es en gran medida resistente a la corrosión y ofrece numerosas ventajas. El sistema de paneles Reynobond® se caracteriza por un reducido coeficiente de dilatación y sencillas características de elaboración; además, ofrece propiedades mecánicas extraordinarias, como por ejemplo una elevada resistencia a los choques. Reynobond® Panel es un panel de construcción aligerado extremadamente rígido a la flexión; en comparación pesa 3,4 veces menos que el acero y 1,6 veces menos que el aluminio puro.

Cifras de referencia generales

Elemento	Unidad	Reynobond® PE		
Grosor	mm	3	4	6
Peso	kg/m²	4,5	5,5	7,3
Rigidez	kN m²/m	0,125	0,240	0,590
Aleación	EN AW		3005	
Estado			H46	
Rm	N/mm²		≥ 185	
Dilatación A50	%		≥ 2	
Módulo de elasticidad	N/mm²		70000	
Densidad PE	g/cm³		0,92	
Insonorización	dB	25	26	28
Coeficiente de dilatación	mm/m/°C		0,024	

Ventajas de peso

Resistencia a la flexión EJ (kNm²/m)	0,125	0,240	0,590
Peso Reynobond® PE (kg/m²)	4,5	5,5	7,3
Grosor material (mm)	3	4	6
Peso Reynobond® FR (kg/m²)	–	7,5	–
Grosor material (mm)	–	4	–
Peso aluminio (kg/m²)	7,3	8,9	12,2
Grosor material (mm)	2,7	3,3	4,5
Peso acero (kg/m²)	14,6	18,7	29,0
Grosor material (mm)	1,9	2,4	3,2

Dilatación longitudinal

Reynobond® es apropiado para la aplicación en una gama de temperatura de -50 a +80°C. Su dilatación longitudinal asciende a 0,024 mm/m/°C, es decir 2,4 mm/m con una oscilación de temperatura de -20°C a 80°C.

Tolerancias de Reynobond®

Grosor material (mm)	± 0,1
Anchura (mm)	0/+3
Longitud:	
entre 2000 y 4050 mm	0/+3
entre 4050 y 6050 mm	0/+6
> 6050 mm	La rogamos que nos consulte
Divergencia de las diagonales (mm)	3
Divergencia de la sobremedida (mm)	± 1,5
Convexidad (mm)	< 1 mm

Programa de suministro

	Estándar	Bajo Pedido
Lacado Parte delantera	DURAGLOSS® 5000 PVDF 70/30	
Lacado Parte trasera	IMPRIMACIÓN	Imprimación a ambos lados
Grosores	4 mm	3 a 6 mm
Dimensiones	Anchura 1000/1250/ 1500/1750/2000 mm Longitud según el deseo del cliente	Anchura 800 a 2000 mm Longitud 1200 a 8000 mm

Para una mejor resistencia al fuego se puede suministrar el modelo Reynobond® FR (Fire Retardancy).

ALCOA

Certificaciones

Certificaciones de protección contra el fuego de Europa

	Reynobond®	Tipo de certificación	Número de certificación	Estación verificadora
Europa	PE	B – s2, d0	RA 05 – 0005A	CSTB
Europa	FR	B – s1, d0	RA 07 – 0177	CSTB
Francia	PE	Clase M1	RA 03 – 0094	CSTB
Alemania	PE	Clase B2	3073/2183	IBMB, Braunschweig
Alemania	FR	Clase B1	3071/3442	IBMB, Braunschweig
Gran Bretaña	PE	BS 476: parte 6, clase 0	70707	WARRINGTON Fire Research
Gran Bretaña	PE	BS 476: parte 7, clase 1	70708	WARRINGTON Fire Research
Gran Bretaña	FR	BS 476: parte 6, clase 0	132316	WARRINGTON Fire Research
Gran Bretaña	FR	BS 476: parte 7, clase 1	132317	WARRINGTON Fire Research
Italia	PE	Clase 1	CSI/0047/03/RF	CSI S.p.A.
España	PE	Clase M1	0289T04 y 0290T04	AFITI
España	FR	Clase M1	0291T04	AFITI
Suiza	FR	Clase 5.3	430 114/1	EMPA
Suiza	PE	Clase 4.2	430 114/2	EMPA
Austria	PE	Clase B1; Tr1	3990/00	IBS Brandschutztechnik
Austria	FR	Clase B1; Tr1	3991/00	IBS Brandschutztechnik
Rusia	PE & FR	Clase G1	CCIb, FR, Oll019, B00847	Gost

Las certificaciones de protección contra incendios para otros países se las podemos proporcionar si así lo solicita.

Certificaciones mecánicas de productos de Europa

	Reynobond®	Número de certificación	Estación verificadora
Francia	PE	47-1083 & 47-1081	CST Bat
Alemania	FR	Z-3/837/04	IBMB
Polonia	PE & FR	ITB – 0839/W/04	ITB
Rusia	PE & FR	50, Oy, 02, 527, II, 000593, 09, 04	Gost

Nuestros sistemas de fijación están certificados por reconocidos institutos internacionales.

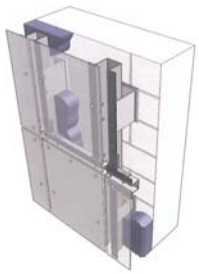
Certificaciones mecánicas de sistemas de Europa

	Reynobond®	Número de certificación	Estación verificadora
Francia	Artesonado	2/04-1083	CSTB
Francia	Remachado	2/04-1081	CSTB
Alemania	Sistema	Z – 33.2 - 640	DIBT
Polonia	Artesonado	AT-15-3524/2006	ITB
Portugal	Artesonado	DH 889	LNEC
España	Remachado e artesonado	DIT nº485	Instituto Eduardo Torroja

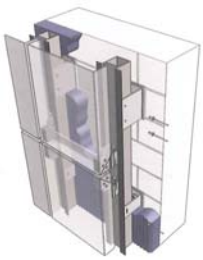
Reynobond®
Architecture

Unión

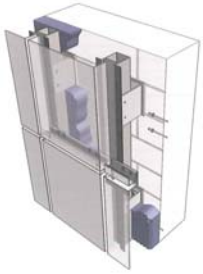
Remachado



Cuadrículas de artesonado KU50 NVA



Cuadrículas de artesonado KH35



Sistemas de fijación

Tanto en posición horizontal como vertical, tanto con fijación visible como invisible, tanto remachado como en cuadrículas de artesonado. Reynobond® Architecture le ofrece una extraordinaria gama de posibilidades de estructuración.

Contacto con otros materiales

Tan sólo materiales sintéticos, acero fino, aluminio y cinc se pueden unir directamente con Reynobond® sin medidas de precaución especiales (con la condición de utilizar tornillos de acero fino o aluminio). En el resto de los casos, la superficie de contacto debe protegerse mediante un revestimiento libre de poros como p. ej. cadmio, cinc, aluminio, cromo o barniz orgánico.

El contacto directo de las láminas de aluminio de las placas Reynobond® con metales pesados (p. ej. cobre, latón, bronce, hierro) produce un gran peligro de corrosión. Para que estos materiales se puedan utilizar juntos, deben estar revestidos o deben separarse de las placas de Reynobond® mediante piezas de separación aisladas eléctricamente (p. ej. zócalos o contraplacas de plástico, etc.).

Indicaciones de fijación para sistemas de remache

Para el uso en exteriores se debe prever una holgura funcional de al menos 2 mm entre el diámetro de remachado y el diámetro de taladrado de las placas compuestas Reynobond® para tener en cuenta los coeficientes lineales de dilatación por calor. En la sujeción se debe fijar un punto concreto, lo ideal es el centro de la placa. El resto de fijaciones son puntos de dilatación con suficiente holgura en el orificio. El punto fijo en el centro permite la expansión libre de la placa en ambas direcciones.

Es absolutamente necesario utilizar un taladro de etapas para lograr una taladro coaxial perfecto de la placa y del material de base y para que el orificio de la placa Reynobond® sea mayor que el de la base. En todos los casos recomendamos seguir las prescripciones del proveedor y realizar pruebas previas.

La cabeza de remache o el cabezal del tornillo deben ser suficientemente grandes para tapar el orificio del taladrado en la placa. Entre la placa y el cabezal del rechache o del tornillo debe haber algo de holgura. Los remaches lacados son especialmente apropiados para las aplicaciones en las que los remaches permanecen visibles.

Tratamiento

Proceso de conformación

Reynobond® se puede tratar con técnicas y herramientas sencillas.

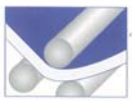
Separación
Las tijeras de guillotina son especialmente adecuadas para el corte de placas Reynobond®, siempre que se cumplan unas medidas de precaución determinadas.

Serrado
Para el serrado de placas y chapas se pueden utilizar sierras circulares, sierras de calar, sierras de placas o sierras planas, siempre que las herramientas específicas estén equipadas para el corte de aluminio.

Fresado
Le rogamos que piense que la chapa de la parte delantera siempre debe permanecer intacta y que siempre se debe conservar un grosor mínimo del polietileno en la base de la ranura fresada (el grosor de polietileno asciende a 0,3 mm en caso de fresado en forma de V y a 1 mm en caso de una ranura de fresado con base cóncava).

Taladrado
Las más adecuadas son las brocas utilizadas para taladrar el aluminio.
- Ángulo de inserción: entre 100° y 140°
- Ángulo de espiral: entre 30° y 50°

Punzonado y troquelado
Esta técnica se muestra como la más productiva, puesto que el recorte de las esquinas y la disposición de los orificios de fijación de las esquinas se realizan en un paso. Hemos desarrollado un troquel que se puede utilizar en nuestros sistemas KS, KU y KH. Esta herramienta sirve para el taladrado y la realización de ranuras (también es posible con una máquina CNC).

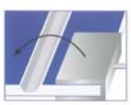


Curvado por rodillo
Para el curvado de nuestros productos lo más adecuado es utilizar las máquinas de curvado por rodillo de tipo piramidal con 3 rodillos. Para evitar cualquier riesgo, se debe prestar atención a los radios de curvado mínimos de la parte interna.

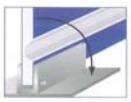
El radio de curvado mínimo para Reynobond® en una máquina de curvado asciende a unos 60 - 80 mm para placas compuestas con núcleo de PE. Para placas compuestas con núcleo de FR el radio de curvado mínimo es de 400 mm.

Se recomienda realizar pruebas antes de la ejecución.

Recomendaciones generales para el curvado de los cantos
En general es importante curvar todo el plano con una tracción y continuar cerrando la curvatura de 10° a 20° como el ángulo deseado (para evitar un ligero efecto de recuperación elástica), antes de que se forma el ángulo exacto. El curvado se realiza, dependiendo de la curvatura deseada, según las siguientes técnicas:

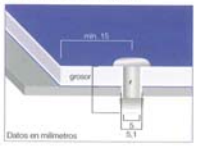


Plegado de cantos con un listón:
Este listón tiene forma de U o H y posee un mango para facilitar el trabajo. Es especialmente apropiado para el plegado de cantos de pequeño formato.

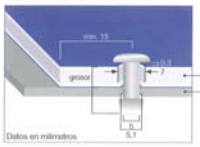


Plegado de cantos en el banco de flexión:
En este caso se trata de un listón montado sobre un zócalo. La placa se coloca en sentido vertical en este listón y bascula gracias a su propio peso sin que se precise de un gran esfuerzo. Esta técnica es muy apropiada para el plegado del plano, sobre todo en caso de grandes longitudes o reducidas anchuras de los plegados.

Remaches sin dilatación



Remaches con dilatación



Indicaciones de fijación para sistemas de cuadrícula de artesonado:

Le rogamos que en el caso de la dilatación de los sistemas de cuadrícula de artesonado se remita a las recomendaciones de los documentos de certificación. Nuestro servicio técnico de Reynobond® está a su disposición para proporcionarle más información.

Recomendaciones generales

Almacenamiento

Recomendamos almacenar de forma transitoria las placas compuestas Reynobond® en el taller (o en otro lugar seco y con una temperatura estable) al menos 24 horas antes del comienzo del trabajo a al menos 18 - 20°C. Para el almacenamiento transitorio de las placas entre las fases de procesamiento se deben utilizar cuñas de poliestireno o espuma de plástico.

Equipamiento de protección

La equipación de protección personal individual seguirá las disposiciones de seguridad vigentes en los talleres. En cualquier caso, le recomendamos el uso de guantes de protección, gafas de protección y protectores para los oídos.

Manipulación de las placas

La manipulación de las placas compuestas Reynobond® precisa de cierto cuidado. Especialmente con las de gran longitud, son necesarias varias personas para sustentar las placas en muchos puntos.

Lámina protectora

La lámina garantiza durante la conformación y el montaje la protección del barniz que reviste la placa. Esta lámina debe permanecer sobre la placa de forma transitoria y debe retirarse tan pronto como sea posible tras el montaje in situ. El sentido del lacado se indica sobre esta lámina mediante flechas.

En caso de colores metálicos, es imprescindible tenerlo en cuenta durante la conformación.

Limpieza de las placas

Se recomienda la limpieza regular. La frecuencia de la limpieza y la selección de los productos de limpieza adecuados dependerán de la situación de las placas y del grado de suciedad.

La limpieza se debe realizar escalonadamente de abajo hacia arriba. Para ello se deben tener en cuenta las siguientes reglas:

1. Limpieza a mano o con ayuda de maquinaria especial (limpiadoras industriales, aparatos de limpieza con espuma, etc.): Tener en cuenta que se debe ejercer una presión moderada.

2. Utilización de productos de limpieza adecuados: no se pueden utilizar productos con fuerte concentración alcalina u otros productos que puedan dañar la capa de barniz (lejía de potasa o de sodio, productos ácidos, productos ordinarios con efecto abrasivo, disolventes).

3. Limpieza sistemática y cuidadosa de la superficie con agua limpia para retirar los restos de los productos de limpieza. El resto de agua de limpieza que permanezca se debe secar con una esponja, una rasqueta de goma o una gamuza, para que no queden restos minerales del agua de limpieza.

Reynobond®
Architecture

¡Trabajando con el líder del mercado mundial!

Referencia de imágen:
Chatenet Mulliez / Arman / Jordana
Pare & Pare / Arnaiz & Co.
Reservado el derecho de modificación técnica.
A excepción de errores tipográficos.

BARC-RBAR-ES08

Alcoa Architectural Products
1, rue du Ballon
68500 Merxheim, Francia
Tel. +33 (0) 3 89 74 47 93
Fax +33 (0) 3 89 74 46 90
Reynobond.Service@alcoa.com
www.reynobond.eu

ALCOA

AI.3. SOLUÇÃO DE FACHADA VENTILADA 3 (FV3): PAINEL EM ALUMÍNIO – REYNOLUX®

No catálogo seguinte apresenta-se as características e informações relativas aos painéis em alumínio **Reynolux®** para a execução de fachadas ventiladas.

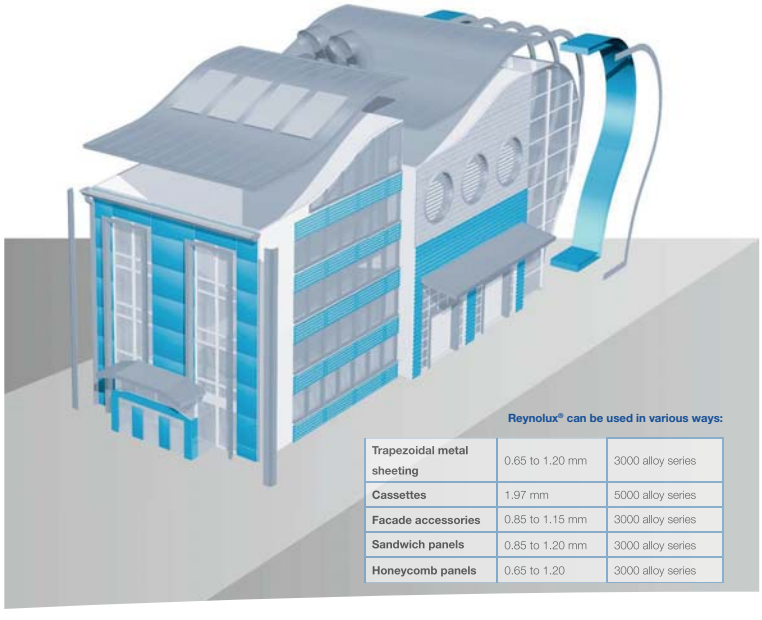
Discover new possibilities for your façade design!

Dedicated to your Success

Achieve new freedom and new customers thanks to Reynolux®!

The simple processing of Reynolux® lets you create luminous colours in original shapes. The optimal coating adhesion allows for the coil-coated material to be shaped in many ways.

Reynolux® can be used in new construction as well as for the refurbishment of existing façades. Reynolux® helps you make your imagination come true – and optimally fulfill your clients' wishes.



Reynolux® can be used in various ways:

Trapezoidal metal sheeting	0.65 to 1.20 mm	3000 alloy series
Cassettes	1.97 mm	5000 alloy series
Facade accessories	0.85 to 1.15 mm	3000 alloy series
Sandwich panels	0.85 to 1.20 mm	3000 alloy series
Honeycomb panels	0.65 to 1.20	3000 alloy series

Reynolux®
Wall

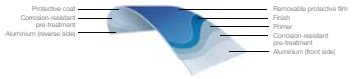
Reynolux® – the best choice for your facade!

Façades are not just the building's skin, they are its face as well. Beyond functional aspects, aesthetic considerations also play an important role. Selecting the optimal materials opens the space for creative design without neglecting construction engineering needs in the process.
Reynolux® opens up creative possibilities in a market segment that far too often moves no further than the standards. It can be treated with a unique variety of coating systems. Even small batches can be delivered in any colour desired.

Aluminium has become an increasingly popular choice for façade cladding in recent years. Alongside its low weight and outstanding mechanical characteristics, its most convincing aspect may well be the creative possibilities that it offers architects and building contractors. Aluminium is light, easily shaped and can be colour coated and processed in various ways. Reynolux® fulfils all these requirements in grand style.

- Reynolux® stands out for its enormous colour selection and extreme colour fidelity. Because Reynolux® is a coil coated aluminium sheet manufactured through coil-coating, one or more coats of paint can be applied in uniform quality and without colour deviation.
- Reynolux® is not just for exterior use. It works wonderfully as wall and ceiling claddings. It requires almost no upkeep and lasts for many years. Also Reynolux® is very often used for conservatories and outbuildings.
- Reynolux® can resist strong windloads as well as extreme climatic conditions and temperature deviations (-50 °C to +80 °C). It can be pre-machined using standard machines and manufactured as part of all standard processes. The ideal material temperature for the machining of Reynolux® should not be below 20 °C. Reynolux® can be combined without problem with other materials.

Examples for dual coating:



The benefits of Reynolux® at a glance:

- Certified quality based on ISO 9001 and 14001 as well as membership in the ECCA*.
- Exceptionally short lead times, our commitment to meeting delivery deadlines as well as our ability to react quickly allow us to forego large stocks.
- We possess extraordinarily flexible production capabilities and can deliver small amounts and special colours.
- We provide up to 20 year guarantees in the facade area.
- We stand by your side through all stages of project implementation, from planning to completion.
- With our joint offerings from Reynobond® and Reynolux®, we provide you a competitive edge during the acquisition of new projects.
- We offer the largest selection of coating systems on the market. The innovative DURAGLOSS® paint system is available exclusively from us.
- Alongside standard colours, we also offer any colour desired.
- Our on-going research and development assures a constant supply of the products that the market needs.

* ECCA: European Coil Coating Association

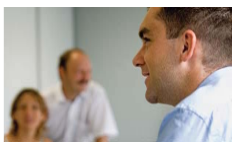
The Reynolux® product range for wall:

Aluminium sheets	between 0.65 to 2 mm
Alloys	3003 /3004 / 3005 / 5754
Coatings	Polyester, PVDF, DURAGLOSS® 3000, DURAGLOSS® 5000
Colours	Based on RAL, BS, NCS and other specifications
Delivery	As a coil or a sheet, with or without protective film

Reynolux®
Wall

Photo credits:
Title: Corus, Alcoa, Rehau, Barcelos / Portugal, Oskar Fernandes & Jorge Bahc i
P. 2: Corus, Alcoa, Amsterdam / Netherlands, Pere van Zuuk i **P. 3:** Lower left, Corus, BMW Headquarters, Leipzig / Germany, Zaha Hadid & Peerk, Schumacher **P. 4:** Lower left, Corus, Audi Forum Ingolstadt, Morphosis, Pere van Zuuk i **P. 4:** Lower left, Corus, BMW Headquarters, Leipzig / Germany, Zaha Hadid & Peerk Schumacher **P. 4:** Lower right - Alcoa, Museum of Science and Technology Shanghai - Corus, RTKL Associates Inc.

Work with the world market leader!



Discover the security of a global corporation!

Alcoa Architectural Products in Merxheim, France is a subsidiary of ALCOA, the world leading aluminium supplier. Nearly 130,000 employees in 43 countries manufacture and sell products from composite panels to kitchen foil. The ALCOA group offers its clients the security of a global group – and yet at the same time the personal care of a regional, mid-sized company. And that internationally! Customers working in most European languages are currently serviced from the Merxheim location – because the staff at Alcoa is able to speak the language of our clients which encourages a close relationship.

All statements, here are current and correct at the time of publication. All rights to modifications and amendments reserved. The information may be subject to errors that may occur during reproduction.

Alcoa Architectural Products
1, rue du Ballon
F-68500 Merxheim
Tel. +33 (0) 3 89 74 47 47
Fax +33 (0) 3 89 74 46 35
Reynolux.Service@alcoa.com
www.reynolux.co.uk

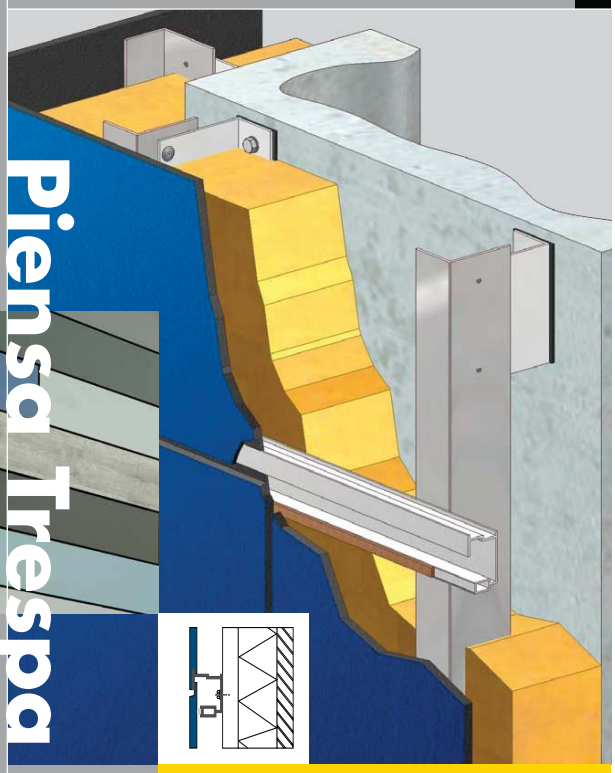
AI.4. SOLUÇÃO DE FACHADA VENTILADA 4 (FV4): PAINEL FENÓLICO – TRESPA® 8 MM FIXAÇÃO VISÍVEL E SOLUÇÃO DE FACHADA VENTILADA 5 (FV5): PAINEL FENÓLICO – TRESPA® 8 MM FIXAÇÃO VISÍVEL

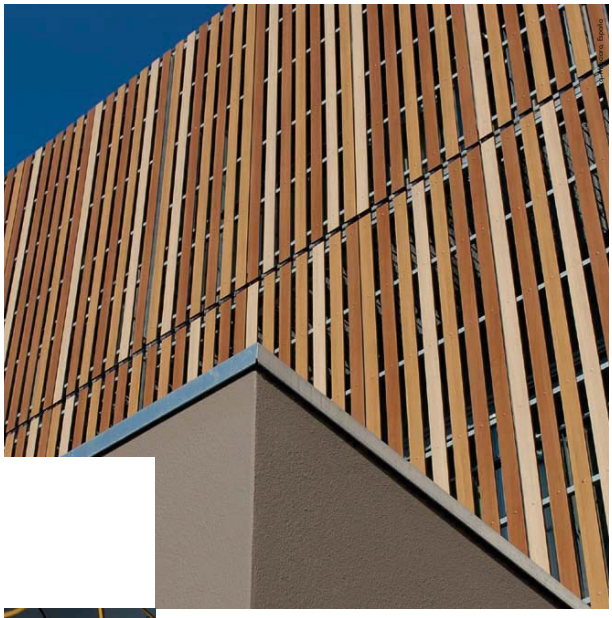
No catálogo seguinte apresenta-se as características e informações relativas aos painéis fenólicos **Trespa®** para a execução de fachadas ventiladas.

SOLUCIONES PARA EL EXTERIOR

FACHADAS

Piensa Trespa





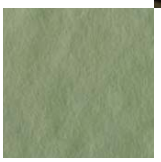
Cláusula de exclusión de responsabilidad

Trespa International B.V. en Weert (Holanda), a denominar en adelante "Trespa", no es responsable de los daños ocasionados por el comprador, sus clientes y/o usuarios por no haber seguido las instrucciones, normas y especificaciones proporcionadas para el almacenamiento, transformación o procesamiento, uso o aplicación de sus productos. Trespa tampoco es responsable si el comprador o sus clientes y/o usuarios no cumplen con las reglamentaciones administrativas aplicables o si se utilizan los bienes entregados en contradicción con las reglamentaciones administrativas aplicables. Los consejos y las recomendaciones de Trespa tendrán carácter meramente consultivo y se ofrecen según su leal saber y entender conforme a la diligencia de un buen profesional. Los consejos y las recomendaciones de Trespa no contienen por ningún concepto garantías. En ningún caso quedará eximido el comprador, sus clientes y/o usuarios de su obligación de comprobar si los consejos y recomendaciones se adecuan a las aplicaciones que persigue. Los consejos y las recomendaciones de Trespa se harán únicamente respecto a los productos de Trespa, salvo que Trespa haya indicado expresamente por escrito lo contrario.

CONTENIDO

Único y especial: Trespa Meteon	3
Características del material Trespa Meteon	7
De confianza: fachadas ventiladas	8
Medidas para la prevención de incendios	9
Indicaciones generales para cerramiento de fachadas	10
Indicaciones generales de sistemas de fijación	11
Trespa Meteon Metallics	12
Juntas	13
Fijaciones especiales	15
Perfiles auxiliares	16
Soluciones para las esquinas	17
Fijaciones	18
Acción del viento: Solicitaciones y Flexión	19
Acción del viento	20
Normativa de construcción	21
TS150 Fijación vista sobre estructura de madera	23
TS700 Fijación vista sobre subestructura de aluminio	27
TS200 Fijación Oculta con perfileria de aluminio guia-abrazadera	31
TS300 Fijación Oculta con perfileria de aluminio	35
TS450 Fijación Oculta con adhesivo	39
TS650 Sistema Bevel Siding sobre subestructura de madera	43
System 700 Fijaciónes especiales. Subestructuras de aluminio ancladas sólo a frentes de forjado	47
Placas enmarcadas	51
Lamas de protección solar	53
Contraventanas	54

Arq. Buol Bervaers, Belgico



ÚNICO Y ESPECIAL: TRESPA METEON

Las placas Trespa Meteon están disponibles en una amplia gama, tanto estándar como a medida, de colores, efectos y texturas. Estas placas tienen la capacidad de transformar, mejorar e incluso añadir nuevas dimensiones a su diseño. Miles de aplicaciones en todo el mundo lo dicen todo sobre la versatilidad del material. La placa Trespa Meteon no solamente es atractiva, sino que, además, extremadamente sólida y duradera, de manera que la apariencia de hoy seguirá inalterable el día de mañana.

Tecnología patentada

Trespa Meteon es una placa plana, producida a base de resinas termoendurecibles, homogéneamente reforzadas con fibras basadas en madera y fabricada a alta presión y temperatura, utilizando una tecnología patentada (EBC). Las placas tienen una superficie decorativa integrada y son usadas para aplicaciones verticales como cerramiento de fachadas,balcones y una amplia gama de otras aplicaciones para el exterior. Con una fuerte reputación en el diseño e innovación, Trespa también ha desarrollado elementos curvos para ayudar a crear una profundidad extra en las fachadas. La tecnología patentada de Trespa garantiza que las placas de Trespa Meteon son únicas en el mercado actual.

Edificios Saludables

Las placas Trespa Meteon son especialmente indicadas para sistemas de fachadas ventiladas. Los sistemas ventilados son una perfecta envoltura del edificio, con un excelente aislamiento térmico y garantizan unas condiciones saludables en el interior. A temperaturas ambientales altas, la cámara ventilada creada entre las placas y el material aislante permite una reducción considerable de la carga térmica. Esto proporciona un ambiente óptimo para aplicaciones constructivas sostenibles.

Arq. Marcos Andrés Valverde

Arq. Ricardo Fernández Vázquez

Posibilidades de diseño

Trespa ofrece a los arquitectos una visión estimulante del futuro. Su plataforma Perspectives proporciona una fuente de ideas, nuevas técnicas, colores y formas. Temas como el Carácter, el Ritmo y la Profundidad dan un nuevo impulso al diseño de fachadas.

Las placas Trespa Meteon se pueden adaptar, manipular y fijar de diferentes maneras, lo cual permite la creación de fachadas estéticamente diferentes sin alterar las características fundamentales y prestaciones del producto. Cambiar la superficie de las placas añade carácter, profundidad y movimiento, y ello se acentúa con el juego cambiante de luces y sombras. Las placas curvas de Trespa pueden utilizarse para crear una profundidad adicional en las fachadas. La utilización de la luz añade una dimensión más: las líneas rectas se vuelven curvas y los colores experimentan una verdadera metamorfosis al iluminar las placas o juntas de la fachada mediante la más novedosa tecnología LED.

Gracias a su versatilidad, las placas Trespa ofrecen a los arquitectos posibilidades de diseño prácticamente ilimitadas.

Resistente a la intemperie

Trespa Meteon es extremadamente resistente a la intemperie. El sol, la lluvia (incluso la lluvia ácida) y la humedad no afectan la superficie o el núcleo de la placa. Tanto la resistencia a los rayos ultravioleta como la estabilidad de color de las aplicaciones verticales de la superficie decorativa, cumplen con la más alta clasificación 4-5 de la escala de grises según la norma ISO105 A02. Por lo tanto, la degradación de los colores será insignificante durante al menos diez años, incluso bajo las condiciones climatológicas más adversas, o en regiones con fuerte contaminación industrial. Las grandes o bruscas fluctuaciones de temperatura, desde -20ºC hasta +80ºC, no afectan las prestaciones, ni el aspecto de la placa. Las placas Trespa son resistentes a la intemperie.

Facilidad de limpieza

La superficie lisa de la placa tiene una superficie sin poros, lo que hace que la suciedad prácticamente no se adhiera al material. Tras la mecanización, no es preciso proteger o dar un tratamiento químico a los cantos. Trespa Meteon es absolutamente resistente a los productos de limpieza domésticos no abrasivos y a los disolventes orgánicos fuertes. Gracias a estas propiedades, Trespa Meteon es fácil de limpiar y contribuirá a crear aplicaciones exteriores de bajo mantenimiento.

PBP Architects, Gran Bretaña

Fuerte

El módulo de elasticidad, así como la elevada resistencia a la tracción y a la flexión, explican la alta resistencia al impacto de Trespa Meteon. La homogeneidad y la densidad del núcleo garantizan una correcta fijación mecánica de la placa, lo que es un factor especialmente importante en el caso de la fijación mecánica oculta con tornillos o con casquillos de expansión.

La estabilidad dimensional y el proceso de mecanizado de las placas Trespa Meteon son similares a los de la madera dura, aunque, a diferencia de esta última, la placa Trespa Meteon es resistente a la humedad, a la putrefacción, a los hongos y a la intemperie.

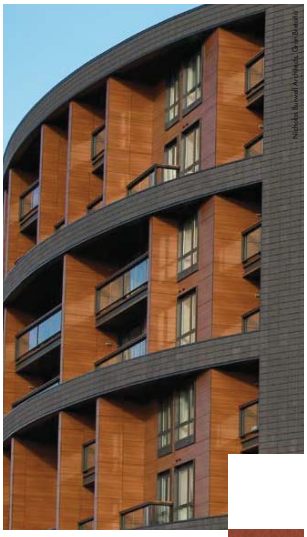
Esta combinación de propiedades garantiza la buena conservación de las placas Trespa durante mucho tiempo.

Trespa Meteon y el medio ambiente

Las consideraciones medio-ambientales desempeñan un papel importante en el desarrollo y la fabricación de Trespa Meteon. Las placas se componen de resinas termoendurecibles homogéneamente reforzadas hasta un 70% con fibras basadas en madera. Por lo tanto, la gran mayoría de las materias primas usadas son renovables. Además, un 10% de los restos de material procedente de la fabricación puede ser reciclado para la fabricación de nuevas placas Trespa. Trespa International fue uno de los primeros productores de placas en obtener el certificado ISO 14001, otorgado por Lloyd's Register. La norma ISO 14001 describe los pasos requeridos para diseñar, implantar, mantener y mejorar un sistema de gestión medioambiental completamente integrado.

Buen comportamiento al fuego

En caso de un incendio, Trespa Meteon no se derrite, no gotea o explota y conserva su estabilidad durante un largo período de tiempo. Instituciones autorizadas de ensayo en todo el mundo, han confirmado que las placas Trespa Meteon de calidad resistente al fuego(FR), se encuadran en una de las clasificaciones de Reacción al fuego más favorables.


Nicholls Burrell Architects, Gran Bretaña

Burger Oberholz architecten stedebouw, Holanda

Certificados de construcción

Todos los principales institutos de certificación de Europa que son miembros de la "European Union of Agrément (UEATC)" han concedido el certificado de aprobación a las placas Trespa Meteon y a sus sistemas de fijación recomendados. Los institutos que expiden estos certificados son: TORROJA, KOMO, DIBt, BUtgb, BBA y CSTB, entre otros. Esto convierte a Trespa en un socio de confianza y hace de las placas Meteon una excelente elección para edificios duraderos.

Marcado CE

Trespa International ha introducido el nuevo marcado CE para sus productos. Trespa Meteon cumple con los requisitos de la nueva norma UE.

Garantía

Gracias a la experiencia adquirida en la práctica y a la alta calidad de las placas Trespa Meteon, las garantías pueden cubrir , tanto la gama de productos como proyectos específicos. Para mayor información, póngase en contacto con su oficina local o representante de Trespa.

Matrix Architekten, Austria

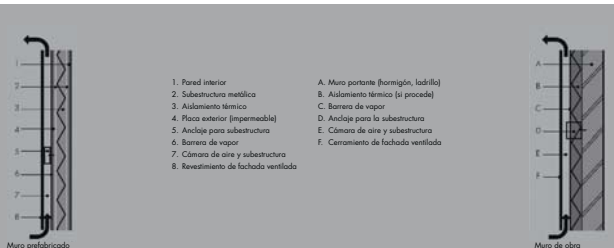
CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL TRESPA METEON

Características	Valor	Unidad	Norma
Características físicas			
Peso específico	≥ 1.350	kg/m³	ISO 1183
Estabilidad dimensional	≤ 2,5	mm/m	EN 438
Absorción de agua después de 48 hs / 65°C			EN 438
Incremento de masa	≤ 3	%	
Apariencia	≥ 4	Indice	
Características ópticas			
Estabilidad del color	4-5 (3000 h test de Xenon)	Escala grises	ISO 105 A02-93
Características mecánicas			
Módulo de elasticidad	≥ 9.000	N/mm²	ISO 178
Resistencia a la tracción	≥ 70	N/mm²	ISO 527-2
Resistencia a la flexión	≥ 120	N/mm²	ISO 178
Resistencia al impacto de una bola de gran diámetro			EN 438
Altura de caída	1800	mm	
Diámetro de la huella	≤ 10	mm	
Propiedades químicas			
Resistencia SO_2	4-5 (50 ciclos; approx. 0.0067%)	Escala grises	DIN 50018

País	Reacción al Fuego		Norma
Unión Europea	Type FR:	Euroclass B-s2, d0	EN 13501-1
	Type Standard:	Euroclass D-s2, d0	EN 13501-1
Alemania	Typ FR:	Klasse B1	DIN 4102-1
Baustoffklasse	Typ Standard:	Klasse B2	DIN 4102-1
Francia	Type FR:	Classement M1	NF P 92-501
Réaction au feu	Type Standard:	Classement M3	NF P 92-501

Nota:
Debido al marcado CE, las placas HPL se deben ensayar de acuerdo con la norma EN 13501-1. Los organismos nacionales deciden sobre la implantación de esta norma en sus códigos técnicos de edificación.

Por favor, verificar en www.trespa.com la última versión de las características del material y del programa de suministro.



DE CONFIANZA: FACHADAS VENTILADAS

Hoy en día, arquitectos del mundo entero proyectan con fachadas ventiladas, puesto que, les permiten cumplir con los requerimientos de cualquier clima. Creando un cerramiento de dos hojas en el cual, la cámara ventilada entre el revestimiento y la pared portante mantiene un ambiente saludable en el interior del edificio.

Las fachadas ventiladas ayudan a controlar la humedad – en cualquier clima

No importa el clima, la humedad es siempre un problema y puede afectar seriamente las prestaciones de un edificio. La respuesta es una fachada ventilada, diseñada para transpirar. La penetración de la lluvia se reduce al mínimo y el agua es drenada por las aberturas de acceso y de salida de ventilación. La cámara de aire tiene numerosas funciones. El aire en la cámara circula gracias a las diferencias de la presión de aire y de temperatura que existen por todo lo alto del edificio (efecto chimenea). En un clima frío, esto hace que el agua condensada en la parte trasera del cerramiento se seque. En un clima caluroso, la circulación del aire enfría las capas interiores de la construcción y de esta forma reduce la demanda de energía refrigerante.

Confort Higrotérmico

Las fachadas ventiladas disponen de una cámara de aire entre el material de revestimiento y la pared exterior autoportante: el lugar perfecto para instalar los materiales de aislamiento. El agua de lluvia y la condensación son evacuadas de forma natural –con lo que el material aislante conserva su buen estado y resulta eficaz a lo largo del tiempo.

Aunque la profundidad mínima recomendada para una cámara ventilada es de 20 mm, es preferible una profundidad de 40 mm. El ancho de la junta abierta inferior en toda la longitud de fachada debe ser como mínimo 50 cm^2 por metro lineal. Para revestimientos de fachadas de menos de 1 metro de altura, la junta abierta inferior debe ser como mínimo 20 cm^2 por metro lineal.

Confortable y Saludable

Los residentes y usuarios no solamente se encuentran en un ambiente sin mantenimiento, sino que las condiciones secas y confortables del edificio también contribuyen de forma positiva al bienestar y al confort en general.

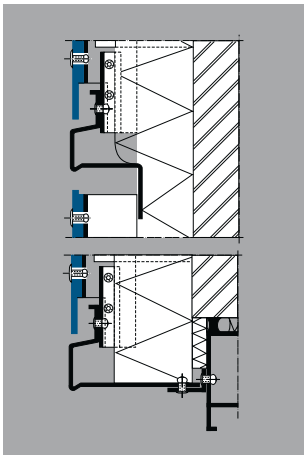
El encaje perfecto

Trespa International produce Trespa Meteon – una placa arquitectónica, especialmente indicada para el cerramiento de fachadas ventiladas. Ligera, duradera y resistente a la intemperie, la superficie y el núcleo de la placa son impermeables y, por consiguiente, la lluvia y la condensación no le afectan. Además, la superficie decorativa de Trespa Meteon es extremadamente resistente a la exposición a la luz solar, haciendo de esta placa un encaje perfecto para aplicaciones de fachada.

Richard Rogers Partnership, Gran Bretaña

MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS

Si el cerramiento de fachada une varias plantas del edificio, existe el riesgo de que el incendio se propague por la cámara. Esto se puede prevenir, aplicando materiales aislantes incombustibles en combinación con placas cortafuegos de acero.



INDICACIONES GENERALES PARA CERRAMIENTO DE FACHADAS

Al dimensionar una construcción de fachada compuesta por placas Trespa, subestructuras y fijaciones, se debe prestar especial atención a los siguientes aspectos:

- Las placas deben ser adecuadas para su uso como cerramiento de fachada autoportante.
- Cuando se combinen placas con subestructuras, la resistencia y la rigidez de la placa han de ser suficientes para soportar cargas normales como el viento, el peso propio y/o los impactos sin que sufra ningún daño.
- El cerramiento de fachadas no debe tener ninguna función estructural.
- Si se han de suspender objetos pesados de las placas, normalmente son necesarias instalaciones adicionales.
- Las cargas por impacto máximas permisibles en las placas y las subestructuras se pueden determinar mediante ensayos específicos (generalmente, mediante el ensayo de impacto del saco de arena).

Dipl. Ing. Rolf Weber Architektur, Alemania

AGS Architects & Engineers BYRAM, Nueva Jersey

INDICACIONES GENERALES DE SISTEMAS DE FIJACIÓN

Las placas Trespa se han de montar sobre una subestructura adecuada con fijaciones resistentes a la corrosión de forma tal que las placas no queden sometidas a ninguna tensión y tengan posibilidad de moverse libremente. Al determinar la subestructura, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La carga eólica.
- Las distancias máximas entre centros de fijación para las placas.
- Los requisitos de ventilación.
- El libre movimiento de las placas.
- Las dimensiones de placas disponibles.
- El espesor del material de aislamiento utilizado, si lo hay.
- Las posibilidades de anclaje a la construcción estructural (muro).
- Los requisitos legales.

Arq. Mr. Carles Fernandez Hernández, España

Arq. Mr. Carles Fernandez Hernández, España

TRESPA METEON METALLICS

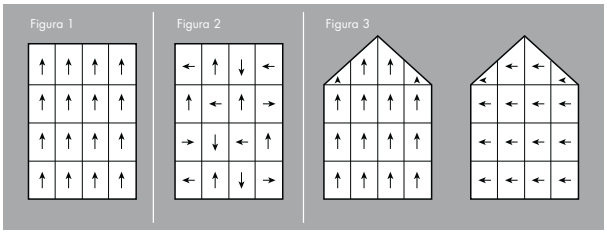
Una de las características de Trespa Meteon Metallics es que el aspecto visual varía según la orientación de la placa.

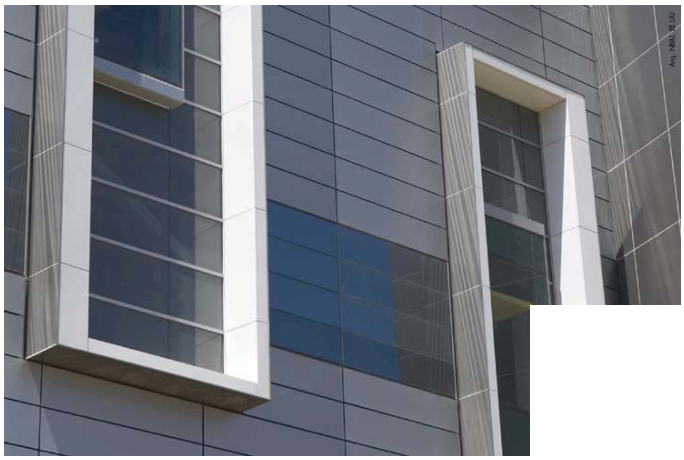
Optimización
Trespa ha incorporado unas flechas en el reverso de cada placa para indicar la dirección en que ha sido fabricada (figura 1). Antes de cortar las placas, le recomendamos que señale provisionalmente la dirección de fabricación original en la cara visible de cada placa.De esta forma será más fácil colocar todas las placas con la misma orientación.

Fijación
Se puede crear efectos especiales colocando las placas con una orientación aleatoria (figura 2 y la ilustración).
Por otra parte, para conseguir que toda la fachada tenga un aspecto uniforme, coloque todas las placas con la misma orientación (figura 3). Las demás instrucciones de manipulación y fijación son idénticas a las de las demás placas Trespa Meteon.

Elementos para esquinas Trespa Meteon Metallics
Las direcciones del elemento para esquina y de las placas se corresponden entre sí.

Pedidos de Trespa Meteon Metallics.
Es recomendable que todas las placas necesarias para un proyecto se encarguen y se suministren en un único pedido.





JUNTAS

En las juntas y uniones entre placas, siga las indicaciones siguientes:

- Las placas deben tener un margen de movimiento de 2,5 mm por metro en longitud y en anchura, lo que significa que hay que dejar suficiente espacio en torno a las mismas.
- Las tolerancias de las placas, del montaje y del edificio juegan un papel importante en el detalle de las juntas. Las placas también deben tener posibilidad de movimiento. Por lo tanto, es necesaria una anchura de junta mínima de 10 mm.
- Las juntas deben garantizar una suficiente ventilación y/o desagüe a fin de prevenir los posibles daños derivados de la retención de humedad.
- Por detrás del cerramiento de fachadas pueden anidar insectos y otros animales. Por ello conviene tapar las juntas de más de 10 mm con rejillas, tela metálica, etc.

Juntas abiertas
Las conexiones entre placas pueden ser abiertas o estancas. Si se utiliza un sistema de juntas abiertas para uniones verticales y/o horizontales, se debe prestar especial atención a la posible penetración de agua de lluvia o de humedad. Cuando el aislamiento se humedece, su capacidad aislante disminuye y deja de cumplir las normas. En consecuencia, son necesarios subestructuras y materiales de aislamiento resistentes a la humedad. Como segunda barrera contra el agua, se puede utilizar una lámina permeable al vapor.

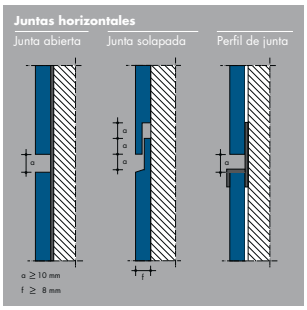
Juntas cerradas
Juntas machihembradas con lengüeta y juntas solapadas
Con un espesor de placa mínimo de 8 mm, es posible crear juntas machihembradas con lengüeta en los cantos verticales o juntas semi-machihembradas en los cantos horizontales. Así se consigue un sistema de juntas estancas.
Las dimensiones mínimas para las juntas son:

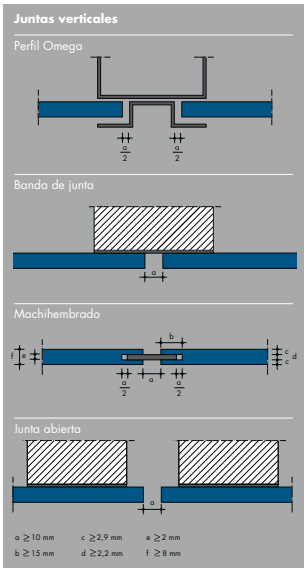
- ranura: 2,2 x 15 mm para lengüetas de aluminio (espesor de placa ≥ 8 mm)
  3,2 x 15 mm para lengüetas Trespa (espesor de placa ≥ 10 mm)
- lengüeta: 2 x 30 mm para lengüetas de aluminio
  3 x 30 mm para lengüetas Trespa
- altura de la junta solapada : 20 mm.

Perfiles de junta
Las juntas se pueden cerrar con perfiles de junta de metal, de plástico o de goma. Los perfiles no deben impedir el movimiento de las placas y deben estar fijados sin tensión.

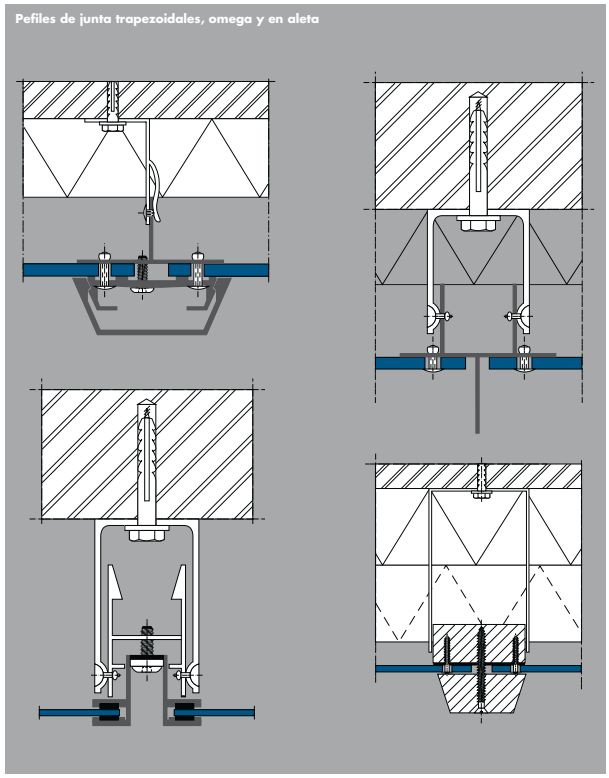
Banda de Junta
La Banda de Junta tiene que ser plana y tener la misma anchura que la del montante. Ésta ha de ser duradera y resistente a la intemperie.

Juntas con masilla
Las juntas de masilla pueden dificultar el movimiento de la placas y pueden conducir a una acumulación de suciedad en los bordes de las placas. Por lo tanto, se desaconseja específicamente este tipo de sellado de juntas.





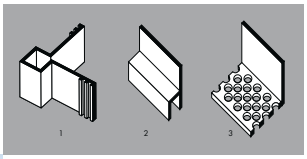
FIJACIONES ESPECIALES

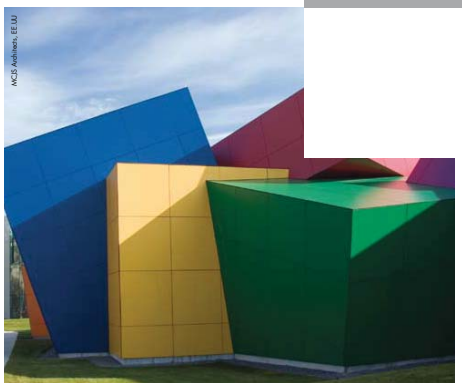


PERFILES AUXILIARES

Existen perfiles auxiliares para cerrar las uniones entre placas Trespa (ver los más comunes en el dibujo). Estos perfiles están disponibles en varios colores y dimensiones y los suministran proveedores externos cuyas direcciones podemos facilitar si así nos lo solicitan.

1. Perfil de esquina de plástico o aluminio
2. Perfil en H de plástico o aluminio para juntas horizontales (susceptibles a las marcas de suciedad)
3. Perfil de ventilación de plástico o de metal.

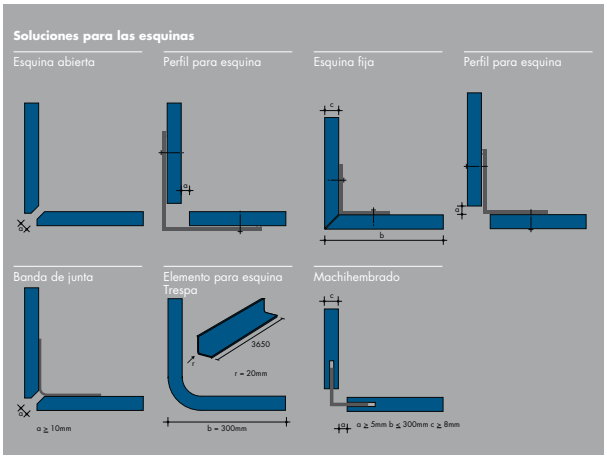



IACS Architects, EE.UU.

SOLUCIONES PARA LAS ESQUINAS

La unión entre placas en la esquina del edificio puede incorporar juntas abiertas o cerradas. A las placas de 8 mm o más de espesor les convienen uniones fijas de esquina, en las que se fija un perfil de esquina metálico a la parte posterior de la placa con ayuda de tornillos o casquillos de expansión. Se deben prever tolerancias especiales para contrarrestar las diferencias de longitud. Si una de las placas no se puede mover en una o más direcciones, la anchura de la sección en cuestión no puede superar los 300 mm. El programa de suministro incluye un elemento para esquinas Trespa que se puede utilizar para conseguir una arista muerta.

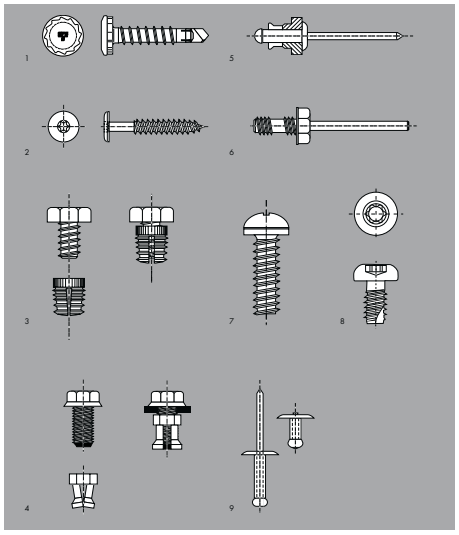
Arq. Enrico Massaganella, Italia

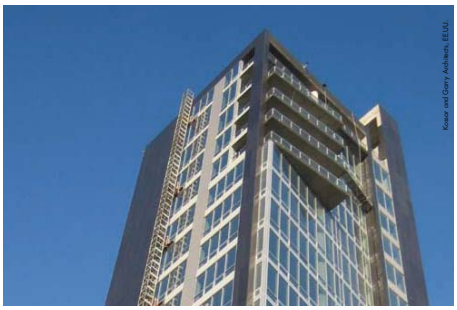


FIJACIONES

Fijaciones para los sistemas de cerramiento de fachada Trespa Meteon. La disponibilidad de las fijaciones en determinado país depende de las certificaciones de dicho país:

Fijaciones	País								
	Holanda	Bélgica	Alemania	Francia	UK	España	Italia	Estados Unidos	China/APAC
1. Tornillo Autotaladrante Irium				■					
2. Tornillo de fijación rápida	■	■	■	■	■	■	■	■	
3. Casquillo de Expansión	■				■	■			
4. Casquillo de Expansión Keil			■		■	■			
5. Tornillo-remache Fischer-Zycon			■		■				
6. Tornillo-remache TU				■	■			■	■
7. Taptite		■							
8. Tornillo Autorroscante EJOT	■	■			■	■	■		■
9. Remache lacado	■	■	■	■	■	■	■		■




Kaiser und Goery Architects, EE.UU.

ACCIÓN DEL VIENTO: SOLICITACIONES Y FLEXIÓN

El gráfico muestra el límite de flexión máxima (f) medido en la superficie horizontal de una placa de fachada entre dos puntos fijos (L). Se debe tener en cuenta una carga (eólica) mínima a fin de que la estructura de la fachada sea siempre suficientemente fuerte.

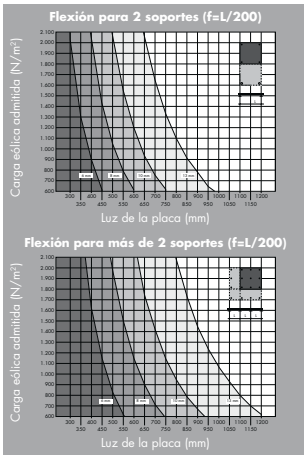
Flexión del cerramiento de fachadas:
$f \leq L/200$.

Para calcular las deformaciones de las placas, las cargas eólicas se pueden multiplicar por 0,70 con respecto a una carga (eólica) mínima de $p \geq 600$ N/m².

Placas sujetas por los cuatro lados

Los gráficos pueden servir para determinar el espesor de una placa sujeta por los cuatro lados. Una vez determinado el espesor, la longitud de placa mínima (lx) se puede multiplicar por los factores de corrección siguientes tras obtener la lectura del gráfico:

Relación $\frac{ly}{lx}$	Factor de corrección para lx
1.0	1.4
1.2	1.3
1.4	1.2
1.6	1.15
1.8	1.10
2.0	1.05
≥ 2.5	1.0



ACCIÓN DEL VIENTO

Carga portante
La carga portante sobre las placas (soportes y fijaciones incluidos) ha de ser tal que las cargas máximas no superen las resistencias admitidas.

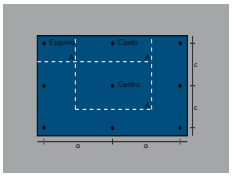
El peso de una placa se distribuirá en las diversas fijaciones y se puede ignorar en el cálculo si se respeta una (eólica) mínima de 600 N/m².

Fijación vista
Fuerza de arranque máxima tolerable para las fijaciones vistas con tornillos y remanches, en función de la posición de la fijación en la placa:

Fuerza de arranque

Espesor de la placa	Posición de fijación en la placa centro	canto	esquina
6 mm	480N	300N	240N
8 mm	500N*	500N*	430N*
10 mm	500N*	500N*	500N*

** fuerza del arranque máxima para madera de pino con respecto a remanche de aluminio*
> incluyendo factor de seguridad = 3; para tornillo, remanche y placa Trespa
> factor de seguridad = 4 para fuerza de arranque en madera.



Fijación oculta
Fuerzo de arranque máxima tolerable para fijaciones ocultas con casquillos de expansión.

Fuerza de arranque

Espesor de la placa	casquillo recto	tornillo autorroscante	casquillo cónico
8 mm	250N	350N	300N
10 mm	350N	650N	400N
13 mm	550N	1150N	950N

> incluyendo factor de seguridad = 3 para casquillo de expansión y placa Trespa,
> factor de excentricidad = 4 para abrazaderas (efecto palanca).

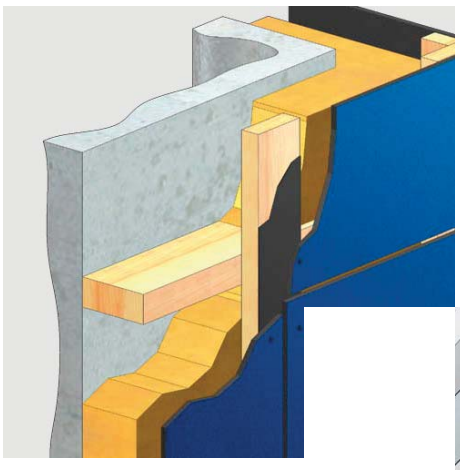
NORMATIVA DE CONSTRUCCIÓN

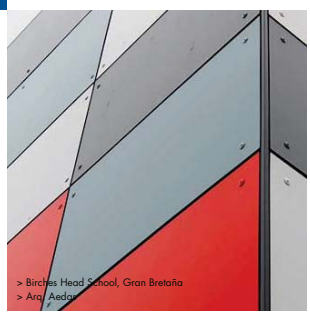
Normativa de la Construcción
UNE EN 438
CTE
Documento Básico SE-AE
Documento Básico SE-M
Documento Básico SI
Documento Básico SU
Documento Básico HS
Documento Básico HE
Documento Básico HR

TS150 FIJACIÓN VISTA
sobre estructura de madera

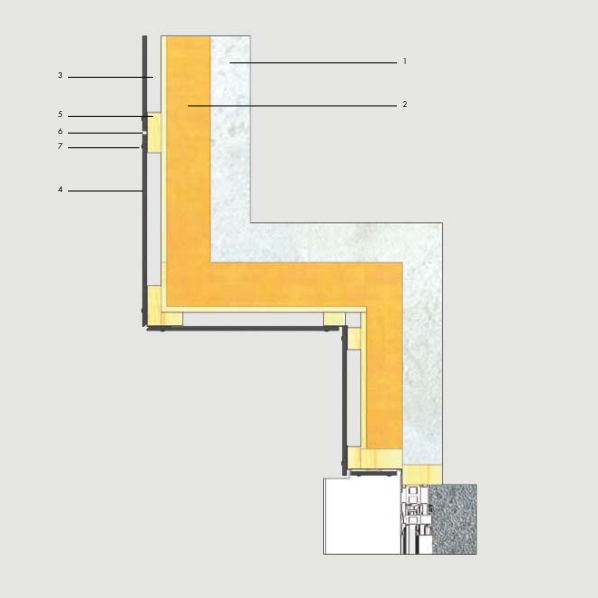
Las placas con un espesor de 6 mm o más se pueden fijar a una subestructura de madera. Esta subestructura debe estar formada por rastreles de suficiente resistencia y durabilidad permanente*. Hay disponibles tornillos lacados en todos los colores estándar de Trespa.

**Ver sección 'Normativa de construcción'.*



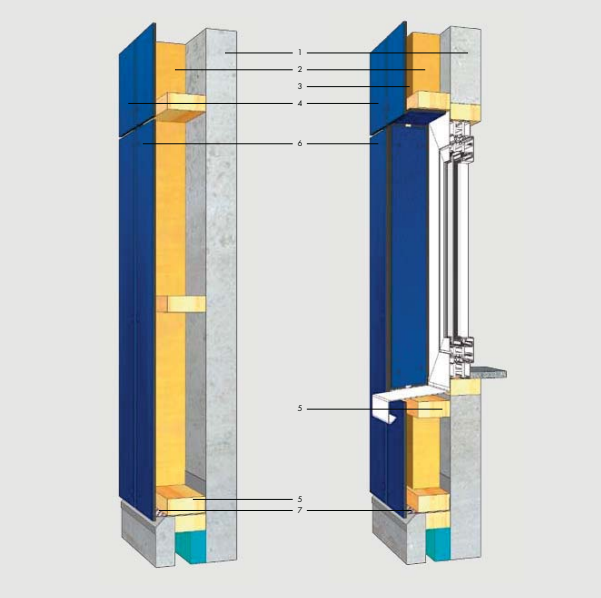


> Birches Head School, Gran Bretaña
> Arq. Aedas



Sección horizontal

1. Pared interior autoportante
2. Aislamiento térmico
3. Cámara ventilada
4. Placa Trespa Meteon
5. Montante de madera
6. Banda de EPDM
7. Tornillo de fijación rápida Trespa



Sección vertical

1. Pared interior autoportante
2. Aislamiento térmico
3. Cámara ventilada
4. Placa Trespa Meteon
5. Rastrel de madera
6. Tornillo de fijación rápida Trespa
7. Perfil de ventilación

TS150 FIJACIÓN VISTA
sobre estructura de madera

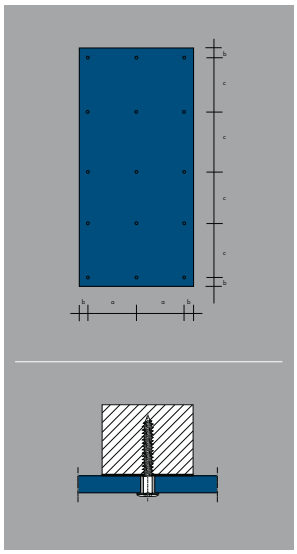
General
Juntas: mínimo 10 mm.
Espesor de la placa: desde 6 mm.

Distancia entre centros de fijación y entre centro de fijación y canto
a = distancia horizontal entre centros de fijación (ver tabla)
b = distancia entre centro de fijación y canto:
- mínimo 20 mm
- máximo 10 x espesor de la placa

c = distancia vertical entre centros de fijación (ver tabla)

Distancia máxima entre centros de fijación (en mm)*	**Espesor de placa (en mm)**			
	6	8	10	13
2 fijaciones en un sentido	450	600	750	950
3 o más fijaciones en un sentido	550	750	900	1200

** Ver apartado 'Acción del Viento'.*



Detalle de fijación
Tornillo de fijación rápida para Trespa para placas de 6 a 10 mm.

Diámetro del agujero en todos los puntos de fijación:
- 8 mm para tornillos de fijación rápida para Trespa.
- diámetro vástago del tornillo + 3 mm para los demás tornillos.

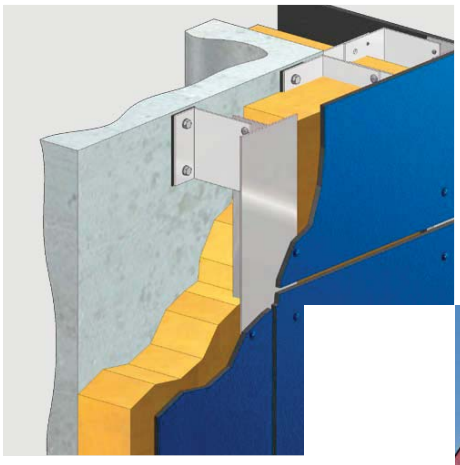
Los rastreles de madera deben medir como mínimo:
- rastreles para uniones entre dos placas: 34 x 75 mm.
- rastreles intermedios y finales: 34 x 45 mm.

Los tornillos deben estar centrados en los agujeros y no deben estar demasiado apretados.

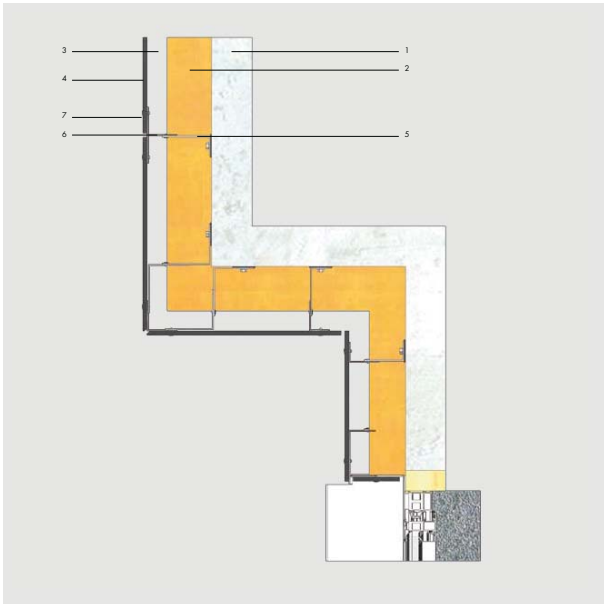
TS700 FIJACIÓN VISTA
sobre subestructura de aluminio

Las placas con un espesor mínimo de 6 mm se pueden fijar con remaches. La subestructura debe estar formada, preferiblemente, por perfiles verticales fijados a la estructura con escuadras murales especiales*. Es esencial respetar las tolerancias de ajuste horizontal y/o vertical.

**Ver sección 'Normativa de construcción'.*

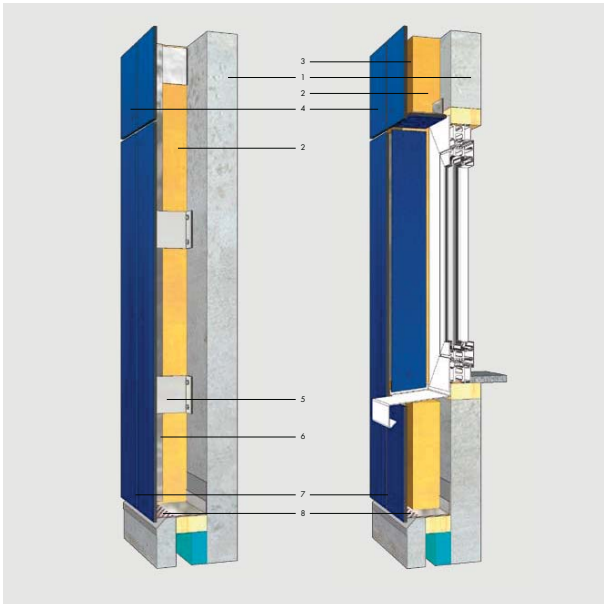


> Energetikum Sabelsdorf, Austria
> Zimmer Architekten ZT GmbH



Sección horizontal

1. Pared interior autoportante
2. Aislamiento térmico
3. Cámara ventilada
4. Placa Trespa Meteon
5. Anclaje mural
6. Perfil vertical de aluminio
7. Remache de aluminio



Sección vertical

1. Pared interior autoportante
2. Aislamiento térmico
3. Cámara ventilada
4. Placa Trespa Meteon
5. Anclaje mural
6. Perfil vertical de aluminio
7. Remache de aluminio
8. Perfil de ventilación

TS700 FIJACIÓN VISTA
sobre subestructura de aluminio

General
Juntas: mínimo 10 mm.
Espesor de la placa: desde 6 mm.

Distancia entre centros de fijación y entre centro de fijación y canto
a = distancia horizontal entre centros de fijación (ver tabla)
b = distancia entre centro de fijación y canto:
- mínimo 20 mm
- máximo 10 x espesor de la placa

c = distancia vertical entre centros de fijación (ver tabla)
x = máximo 3.050 mm
y = máximo 3.050 mm
⊗ = punto fijo en el centro de la placa
O = punto de deslizamiento

Distancia máxima entre centros de fijación (en mm)*	**Espesor de placa (en mm)**			
	6	8	10	13
2 fijaciones en un sentido	450	600	750	950
3 o más fijaciones en un sentido	550	750	900	1200

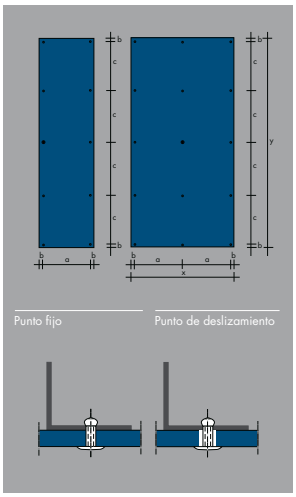
** Ver apartado 'Acción del Viento'.*

Detalle de fijación
Diámetro del agujero:
- Punto fijo = 5,1 mm.
- Puntos de deslizamiento = 10 mm.

Si no fuera posible ubicar el punto fijo en el centro de la placa, cabe la posibilidad de hacer dos puntos fijos contiguos. El diámetro asociado del agujero debe ser entonces 1 mm mayor que el diámetro del remache.

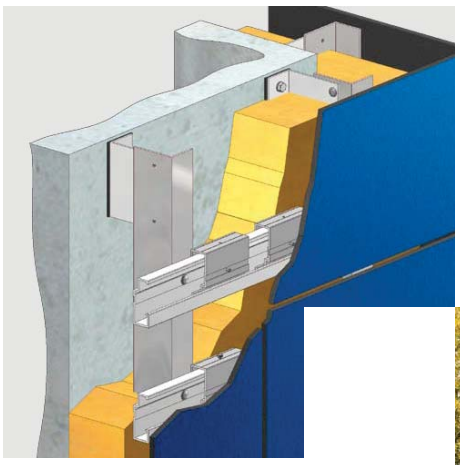
Cuando el punto fijo no está en el centro de la placa, también se puede utilizar una banda de neopreno de 1,5 mm de espesor aplicada a la subestructura.

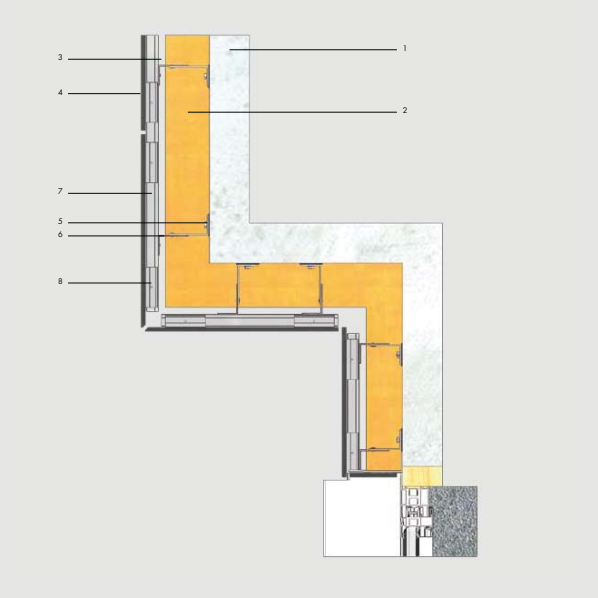
La cabeza del remache debe quedar a una distancia de 0,3 mm de la superficie de la placa, por lo que se ha de utilizar una herramienta especial.



TS200 FIJACIÓN OCULTA
con perfileria de aluminio guia-abrazadera

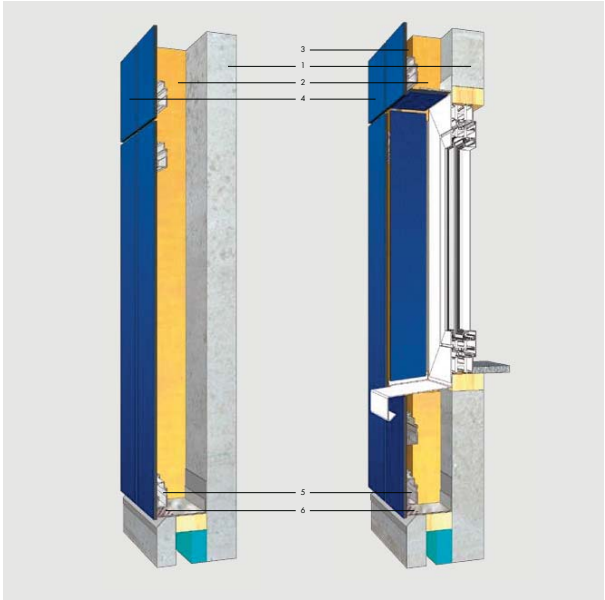
Las placas con un espesor mínimo de 8 mm se pueden fijar de forma oculta mediante abrazaderas metálicas colgantes que se fijan con tornillos o casquillos de expansión a la parte posterior de la placa. En las placas de 8 mm, esta posibilidad de utilizar fijaciones ocultas está limitada en algunos sentidos. Las placas están fijadas a una subestructura metálica. Cada placa tiene dos puntos de ajuste y un punto fijo en la parte superior, lo que hace posible el ajuste impidiendo al mismo tiempo los movimientos no deseables de toda la placa.





Sección horizontal

1. Pared interior autoportante
2. Aislamiento térmico
3. Cámara ventilada
4. Placa Trespa Meteon
5. Anclaje mural
6. Perfil vertical de aluminio
7. Perfil Guía de aluminio
8. Abrazadera de aluminio



Sección vertical

1. Pared interior autoportante
2. Aislamiento térmico
3. Cámara ventilada
4. Placa Trespa Meteon
5. Perfil Guía de aluminio
6. Perfil de ventilación

TS200 FIJACIÓN OCULTA
con perfileria de aluminio guia-abrazadera

General

Juntas: mínimo 10 mm.
Espesor de la placa: desde 8 mm.
El ala más corta de las placas que conforman la esquina no puede medir más de 300 mm; si lo hiciera, sería necesario disponer un punto fijo en el ángulo.

Distancia entre centros de fijación y entre centro de fijación y canto

a = distancia horizontal entre centros de fijación (ver tabla)
b = distancia entre centro de fijación y canto
- mínimo 20 mm
- máximo 10 x espesor de la placa

c = distancia vertical entre centro de fijación (ver tabla)
◎ = punto fijo
✕ = punto de ajuste
○ = punto de deslizamiento

Las abrazaderas inferiores deberán fijarse a una altura que facilite el movimiento de la placa hacia abajo (2,5 mm/m¹).

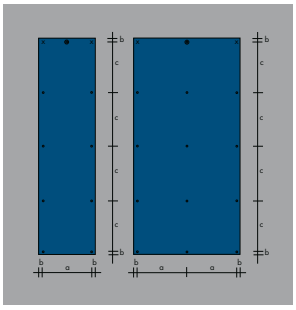
Distancia máxima entre centros de fijación (en mm)*	**Espesor de placa (en mm)**		
	8	10	13
2 fijaciones en un sentido	600	750	950
3 o más fijaciones en un sentido	750	900	1200

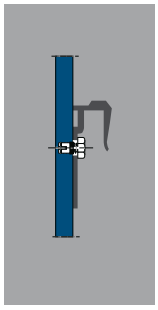
** Ver apartado Acción del Viento.*

Detalle de fijación

Método de fijación *(ver apartado 'Fijaciones').*
- Casquillo de expansión recto.
- Tornillo autorroscante.
- Casquillo de expansión cónico.

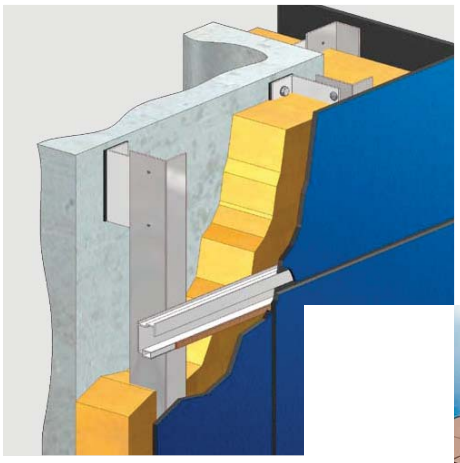
Espesor de placa restante: mínimo 2,5 mm.
Profundidad de anclaje: Espesor de la placa - 3 mm.



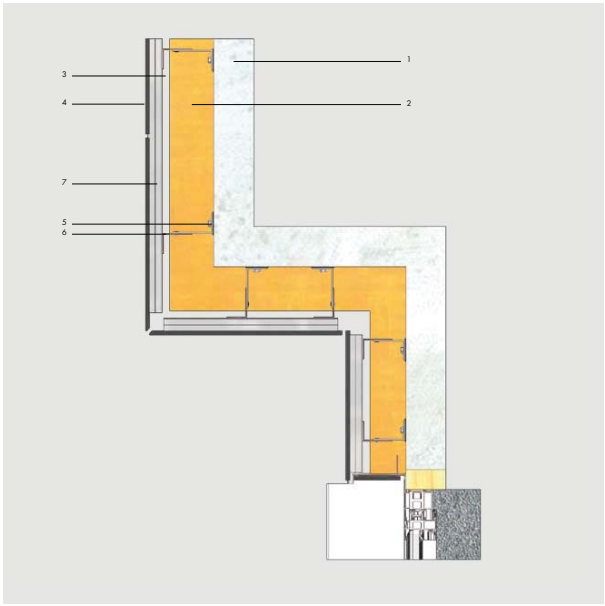


TS300 FIJACIÓN OCULTA
con perfileria de aluminio

Las placas con un espesor ≥ 8 mm se pueden montar, apoyando el canto mecanizado sobre el perfil horizontal continuo de aluminio TS300. Los rastreles horizontales de aluminio TS300 se fijan a una subestructura vertical de madera o de aluminio. El perfil horizontal sobre el que se apoyan los cantos horizontales de las placas permite la fijación de las mismas a los rastreles de aluminio, y queda totalmente oculto. El método de fijación TS300 es especialmente indicado para el cerramiento de grandes superficies de fachadas con modulaciones horizontales.

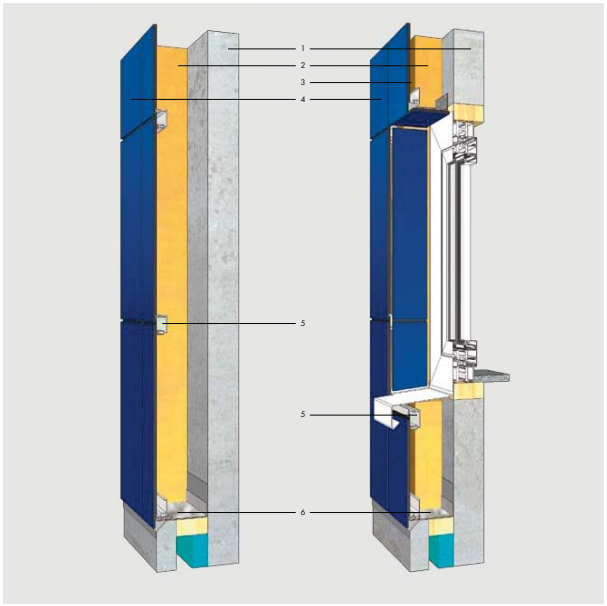


> Kantoor van de Meerakker, Holanda
> Anomalie Architecten



Sección horizontal

1. Pared interior autoportante
2. Aislamiento térmico
3. Cámara ventilada
4. Placa Trespa Meteon
5. Anclaje mural
6. Perfil vertical de aluminio
7. Perfil horizontal TS300



Sección vertical

1. Pared interior autoportante
2. Aislamiento térmico
3. Cámara ventilada
4. Placa Trespa Meteon
5. Perfil horizontal TS300
6. Perfil de ventilación

TS300 FIJACIÓN OCULTA
con perfileria de aluminio

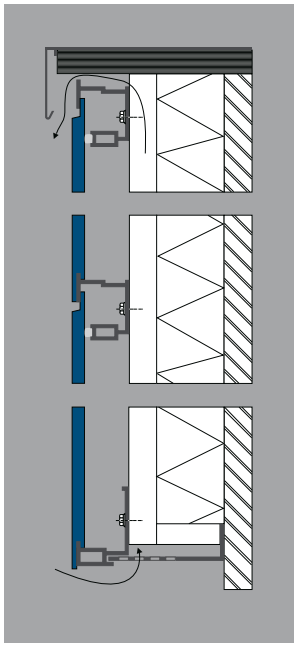
General
Juntas: 10 mm
Espesor placas: ≥ 8 mm
Aplicación: según la autorización Z-33.2-456

Dimensión de la placa
El método de fijación TS300 exclusivamente se puede usar para luces de un solo campo, lo que limita la altura máxima admitida de las placas (vea la tabla abajo indicada).
La anchura máxima de la placa depende de las longitudes máximas de placa.

Espesor de placa (mm)	Altura máxima de placa (en mm)*
8	600
10	750
13	900

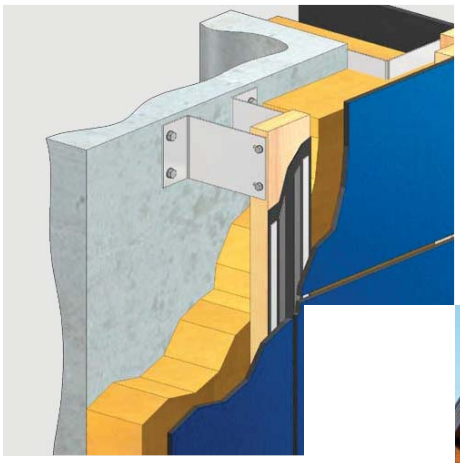
** Ver apartado 'Acción del Viento'.*

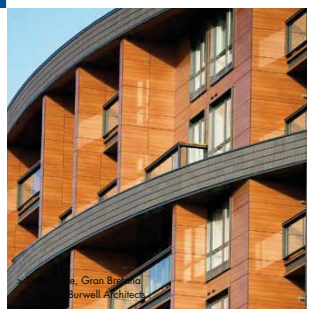
Configuración de las juntas
Las configuraciones usadas dependen del espesor de las placas:
- juntas abiertas
  aptas para placas con un espesor ≥ 8 mm
- juntas solapadas
  aptas para placas con un espesor ≥ 10 mm
- juntas machihembradas
  aptas para placas con un espesor ≥ 10 mm
  (lengüeta de aluminio, 2 mm de espesor)



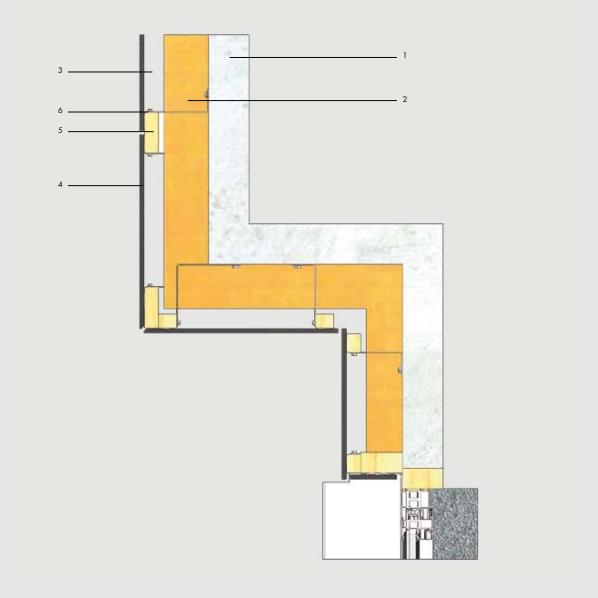
TS450 FIJACIÓN OCULTA
con adhesivo

Placas con un espesor mínimo de 6 mm pueden fijarse a una subestructura vertical de madera o aluminio mediante un sistema de adhesivo estructural elástico. La subestructura debe cumplir las exigencias vigentes relativas a la durabilidad, la resistencia y la estabilidad. El sistema de adhesivo utilizado debe estar homologado por Trespa o por un Instituto de Certificación.



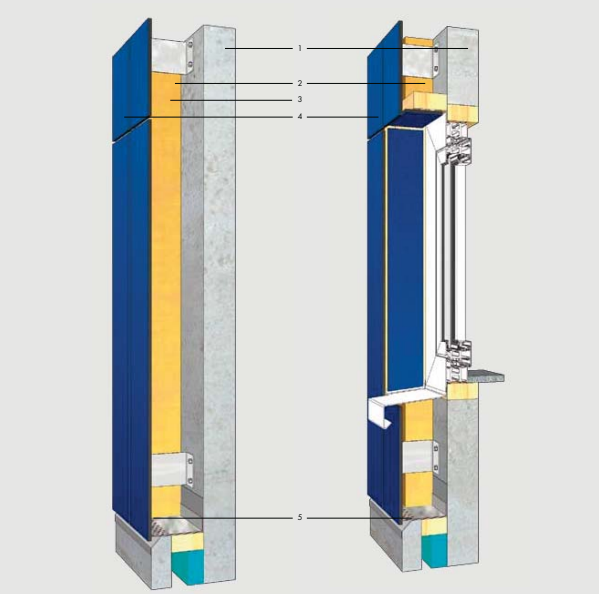


e, Gran Bretaña
Burwell Architects



Sección horizontal

1. Pared interior autoportante
2. Aislamiento térmico
3. Cámara ventilada
4. Placa Trespa Meteon
5. Montante de madera
6. Sistema de adhesivo estructural



Sección vertical

1. Pared interior autoportante
2. Aislamiento térmico
3. Cámara ventilada
4. Placa Trespa Meteon
5. Perfil de ventilación

TS450 FIJACIÓN OCULTA
con adhesivo

General

Juntas: mínimo 10 mm.
Espesor de la placa: desde 6 mm.
Dimensiones de la placa: longitud máxima = 2.250 mm
superficie máxima = 2,5 m²

Fixing and distances from the edge

Distancia entre centros de fijación y entre centro de fijación y canto
a = distancia horizontal entre centros de fijación (ver tabla)
d = distancia entre centro de fijación y canto = mínimo 20 mm
x = anchura de la placa
y = altura de la placa

Distancia máxima entre centros de fijación (en mm)*	**Espesor de placa (en mm)**		
	6	8	10
2 fijaciones en un sentido	400	550	650
3 o más fijaciones en un sentido	500	650	650

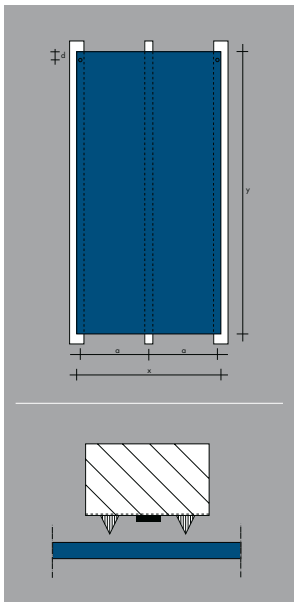
** Ver apartado 'Acción del Viento'.*

Detalle de fijación

Por lo menos dos fijaciones mecánicas (tornillos) en la parte superior de la placa.

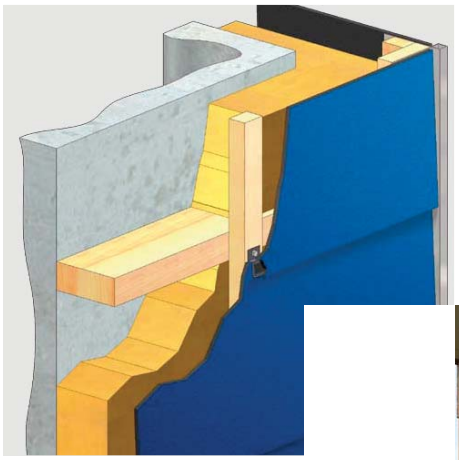
Diámetro de los agujeros para tornillos:
- 8 mm para tornillos de fijación rápida para Trespa.
- Diámetro vástago del tornillo + 3 mm para los demás tornillos.

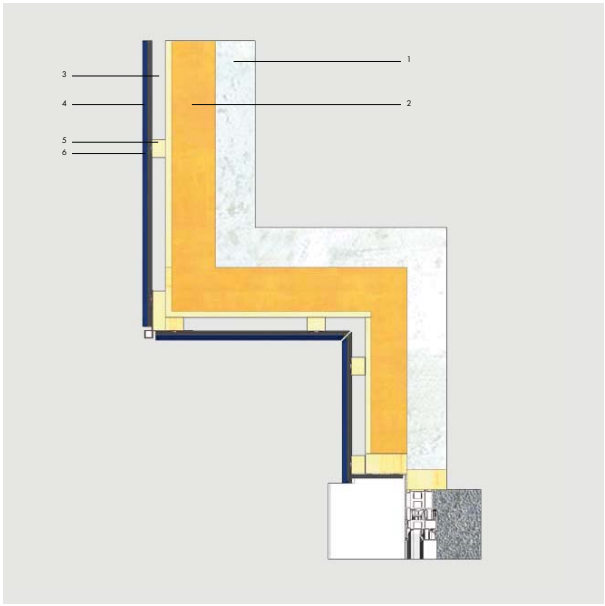
Los rastreles de madera cepillados deben medir como mínimo:
- Montantes finales: 45 x 28 mm.
- Montantes intermedios: 55 x 28 mm.
- Montantes de unión de placas intermedios: 85 x 28 mm.



TS650 SISTEMA BEVEL SIDING
sobre subestructura de madera

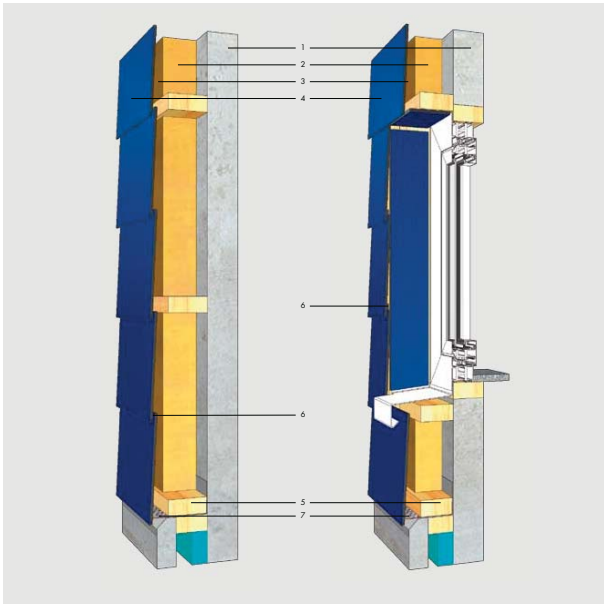
Las placas Trespa con un espesor de 8 mm llevan por su parte inferior una mecanización ranurada, lo que permite su fijación mecánica oculta con clips especiales de acero inoxidable. El montaje de las placas se realiza en sentido horizontal empezando por la hilera inferior. La primera fila de clips se fijan a bloques de ajuste o a listones. Las demás hileras se fijan con los clips a los montantes verticales (ver detalles).





Sección horizontal

1. Pared interior autoportante
2. Aislamiento térmico
3. Cámara ventilada
4. Placa Trespa Meteon
5. Montante de madera
6. Lengüeta de sujección semioculta de aluminio



Sección vertical

1. Pared interior autoportante
2. Aislamiento térmico
3. Cámara ventilada
4. Placa Trespa Meteon
5. Rastrel de madera
6. Lengüeta de sujección semioculta de aluminio
7. Perfil de ventilación

TS650 SISTEMA BEVEL SIDING
sobre subestructura de madera

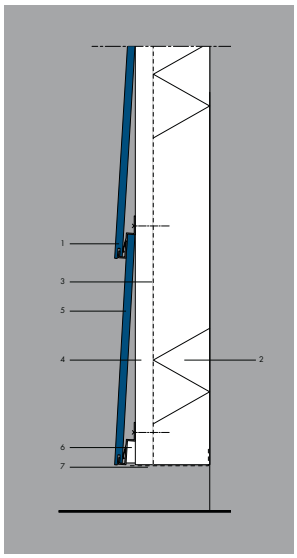
General
Juntas: mínimo 10 mm
Espesor placas: 8 mm

Fijación y distancia del borde
Las placas se solapan aproximadamente 25 mm.
La altura de las placas puede variar de 200 a 350 mm; la longitud máxima de las placas es de 3.650 mm.
La distancia máxima horizontal entre los centros de fijación de las abrazaderas es de 600 mm.

Altura máxima de 8 m del edificio:

Espesor de placa	Distancia horizontal de fijación	Altura de placa
8 mm	600 mm	200 - 350 mm

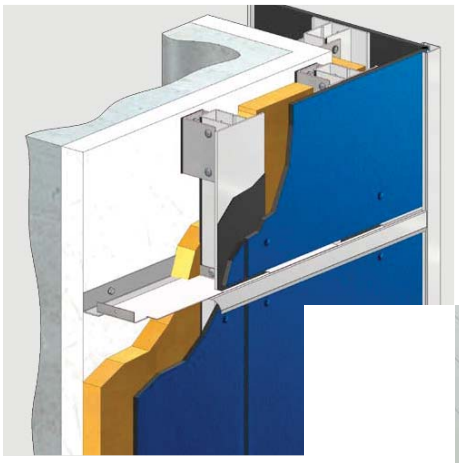
Detalle de fijación
Las placas Trespa se fijan a montantes verticales de madera, separados entre ejes 600 mm. El ancho del montante en las juntas será de 75mm, mínimo. Los otros montantes pueden ser de 50 mm.



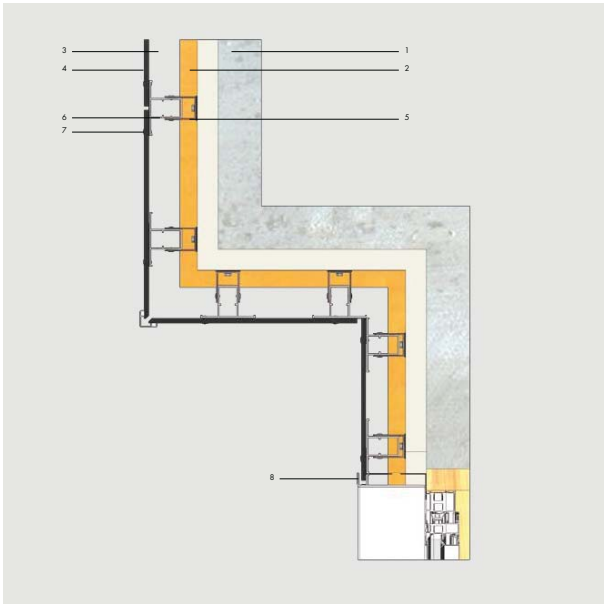
1. Clip de acero inoxidable fijada con tornillo a la madera
2. Aislamiento térmico
3. Film resistente a la humedad
4. Ventilación
5. Trespa 8 mm
6. Bloque de ajuste de 8 mm de espesor
7. Perfil de ventilación

System 700 FIJACIÓNES ESPECIALES
Subestructuras de aluminio ancladas sólo a frentes de forjado

Las placas con un espesor ≥ 6 mm normalmente se pueden fijar a un sistema vertical de perfiles permitiendo el revestimiento entre plantas. El sistema se diseña y se adapta para cada proyecto a fin de permitir flexibilidad en los detalles y en los cortafuegos integrados, recomendado para edificios de altura.

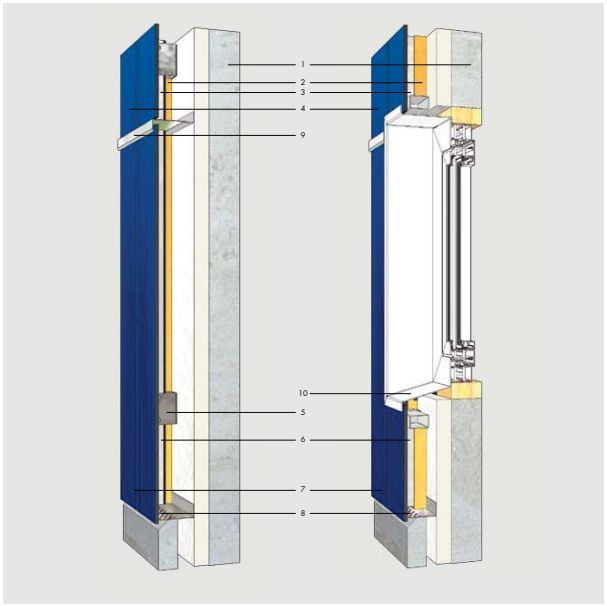


> Smiths Point, Gran Bretaña
> PRP Architects



Sección horizontal

1. Pared existente con revestimiento exterior
2. Aislamiento térmico
3. Cámara ventilada
4. Placa Trespa Meteon
5. Anclaje mural (Nivel inferior)
6. Perfil vertical de aluminio
7. Remache de aluminio
8. Vierteaguas



Sección vertical

1. Pared existente con revestimiento exterior
2. Aislamiento térmico
3. Cámara ventilada
4. Placa Trespa Meteon
5. Anclaje mural (Nivel inferior)
6. Perfil vertical de aluminio
7. Remache de aluminio
8. Perfil de ventilación
9. Cortafuego
10. Vierteaguas

System 700 FIJACIÓNES ESPECIALES

Subestructuras de aluminio ancladas sólo a frentes de forjado

General

Juntas: mínimo 10 mm.
Espesor de la placa: desde 6 mm.

Distancia entre centros de fijación y entre centro de fijación y canto

a = distancia horizontal entre centros de fijación (ver tabla)
b = distancia entre centro de fijación y canto:
- mínimo 20 mm
- máximo 10 x espesor de la placa

c = distancia vertical entre centros de fijación (ver tabla)
x = máximo 3.050 mm
y = máximo 3.050 mm
◎ = punto fijo en el centro de la placa
○ = punto de deslizamiento

Distancia máxima entre centros de fijación (en mm)*	**Espesor de placa (en mm)**			
	6	8	10	13
2 fijaciones en un sentido	450	600	750	950
3 o más fijaciones en un sentido	550	750	900	1200

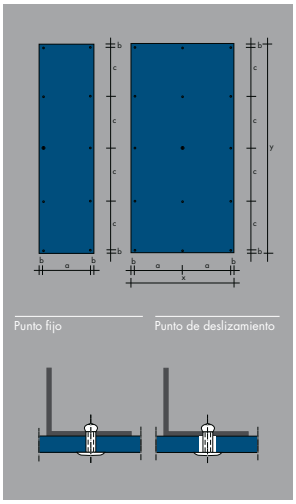
** Ver apartado 'Acción del Viento'.*

Detalle de fijación

Diámetro del agujero:
- Punto fijo = 5,1 mm.
- Puntos de deslizamiento = 10 mm.

Si no fuera posible ubicar el punto fijo en el centro de la placa, cabe la posibilidad de hacer dos puntos fijos contiguos. El diámetro asociado del agujero debe ser entonces 1 mm mayor que el diámetro del remache.

Cuando el punto fijo no está en el centro de la placa, también se puede utilizar una banda de neopreno de 1,5 mm de espesor aplicada a la subestructura.



La cabeza del remache debe quedar a una distancia de 0,3 mm de la superficie de la placa, por lo que se ha de utilizar una herramienta especial.

PLACAS ENMARCADAS

Placas enmarcadas

Las placas con un espesor mínimo de 6 mm se pueden montar en marcos de madera, de metal y de plástico. Las placas enmarcadas son adecuadas para muros aislados y también para muros no aislados. La ventilación por detrás de la placa es siempre necesaria, por lo que hay que crear cámaras en los perfiles horizontales superior e inferior. También son necesarios desagües en el perfil horizontal inferior. Los intersticios entre perfil y placa se cierran con bandas de EPDM duraderas, pero nunca con cinta o masilla.

General

Espesor de la placa: desde 6 mm.
Canto de la placa: 6 mm de margen al marco por tres lados.

Centros de fijación

x = Luz mínima de placa
y = Luz máxima de placa

Luces máximas (en mm)

relación $\frac{y}{x}$	Espesor de placa (en mm)			
	6	8	10	13
1.0	620	830	1040	1350
1.2	580	780	970	1260
1.4	550	730	910	1190
1.6	520	690	860	1130
1.8	490	660	820	1070
2.0	470	630	780	1020
≥ 2.5	450	600	750	980

Detalle de fijación

Ranura en perfil: 20 mm de profundidad.

Banda de EPDM: mínimo 4 mm tras la instalación

Desagüe/ventilación en perfiles horizontales:
- Diámetro de los agujeros: 8 mm.
- Agujeros colisos de 5 x 25 mm; 20 cm^2/m^1 en total.

Dos calzos de soporte por placa de 5 x 50 mm mínimo.

Paneles sandwich enmarcados

Los paneles sandwich Trespa están compuestos por un núcleo de material aislante y placas Trespa adheridas a ambos lados. Se pueden montar en marcos de madera, de metal y de plástico. Los paneles sandwich son muy adecuados a efectos de aislamiento térmico, como retardante a la propagación del fuego y como aislamiento acústico. Siempre hay que incorporar desagües en el perfil horizontal inferior. Los intersticios entre perfil y panel se cierran con bandas de EPDM duraderas, no siendo recomendable el uso de cinta o masilla.

General

Espesor del panel: mínimo 16 mm.
Canto del panel : 6 mm de margen al marco por tres lados.

Composición: Trespa Meteon de 3 mm; PUR o PS como aislamiento. Luces máximas según necesidades.

Espesor máximo (mm)	**Valor K con aislamiento PUR** (l = 0.030 W/mK)
16	1,91
21	1,45
26	1,17
31	0,98
36	0,84
46	0,66
56	0,54
66	0,46

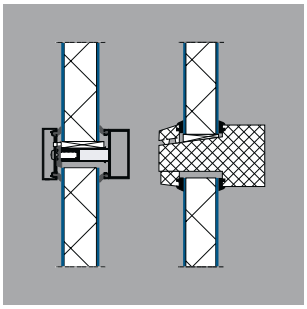
Detalle de fijación

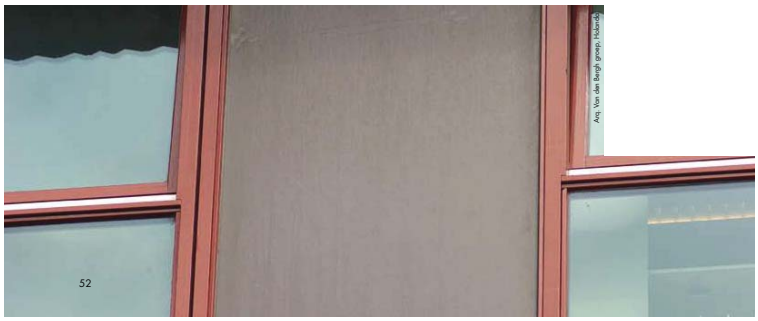
Ranura en perfil: 20 mm de profundidad.

Banda de EPDM: mínimo 4 mm de espesor tras la instalación

Desagües en perfiles horizontales:
- Diámetro de los agujeros: 8 mm.
- Agujeros colisos de 5 x 25 mm.

Dos calzos de soporte por placa de 5 x 50 mm mínimo.

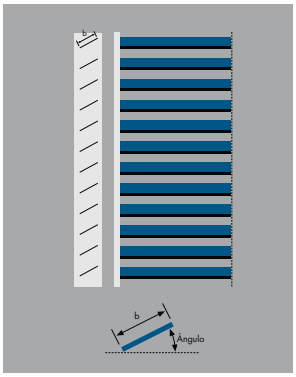




LAMAS DE PROTECCIÓN SOLAR

Instrucciones Generales

Placas con grosor de 8 mm o más pueden ser utilizados en el exterior como lamas de protección solar. Las normas generales son las siguientes:
- El ancho mínimo de las lamas es 100 mm. Las lamas deberían ser fijadas al menos por 2 fijaciones en cada soporte, con un mínimo de soportes por panel (total 6 fijaciones mínimo)
- Ambas caras del panel deben estar ventiladas con aire exterior . No se recomienda fijar la placa con adhesivo en toda la superficie posterior sobre una subestructura.
- Las distancias de fijación en la tabla 1 deben reducirse cuando se realicen perforaciones o calados en la placa, dependiendo de la medida y su cantidad.
- Para lamas de protección solar se recomienda el uso de Trespa Meteon de doble cara.



Lamas Venecianas

El uso más normal de utilizar Trespa como lamas de protección solar, se realiza mediante listones de Trespa horizontales por delante de la ventana ,generalmente con una inclinación respecto al plano horizontal. Las máxima distancia entre puntos de fijación se deriva del grosor del panel, la carga de viento y el ángulo del panel con el plano horizontal, y la tabla 1 establece la relación entre ellos. Como son necesarios tres soportes mínimos por panel , la tabla 1 solo recoge las distancias entres puntos de fijación para 3 o más fijaciones en una sola dirección.

Tabla 1: Máxima distancias entre soportes para la lamas Venecianas fijas

Ángulo de las lamas*	Grosor del panel (mm) 8	10	13
< 40°	800	1000	1300
40° - 50°	850	1050	1350
> 50°	800	1000	1000

** ángulo de las lamas con el plano horizontal*

Estas distancias entre fijaciones son validas para una carga de viento de 0,6 kN/ m². Si la carga de viento es superior, las distancias entre fijaciones deberían reducirse. En caso que los paneles estén enmarcados o tengan un perfil metálico fijado a la cara posterior del panel en sentido longitudinal, las distancias entre puntos de fijación puede aumentarse dependiendo de la rigidez aumentada.

CONTRAVENTANAS

Instrucciones Generales

Placas con un grosor de 10 mm o superior pueden ser utilizados como contraventanas. Las normas generales son las siguientes:
- La contraventana necesitan ser ventiladas suficientemente con aire exterior en ambas caras, tanto en posición cerrada como abierta (pero preferiblemente ambas). Esto deberá tenerse especialmente en cuenta en caso de contraventanas ornamentales.
- Las distancias entre fijaciones en la tabla 2 y 3 necesitan reducirse cuando se realicen perforaciones o fresados en la placa, y dependerá de su medida y cantidad.
- Para contraventanas se recomienda el uso de Trespa Meteon de doble cara.

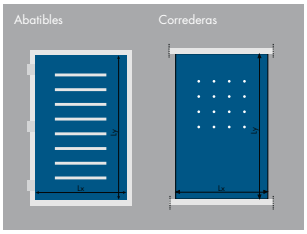
Abatibles

En el caso de utilizar bisagras para contraventanas abatibles , la placa Trespa deberá tener siempre un bastidor metálico perimetral. Se recomiendan tres bisagras, como mínimo, por placa.

Bastidor
- El bastidor metálico perimetral a la placa Trespa deberá ser resistente a los agentes exteriores.
- El bastidor debería ser suficientemente fuerte y rígido para soportar cargas de viento y otras fuerzas con una deflexión imperceptible.
- El marco debería dejar libre la placa Trespa al menos 6 mm en tres caras del panel.
- Pletinas duraderas de EPDM deberán ser utilizados para cerrar el hueco entre el perfil y el panel, evitando el golpeteo del panel entre la placa y el bastidor. Masilla o gomas no se recomiendan para esta aplicación.
- Agujeros de drenaje son necesarios en la parte inferior del bastidor.: se pueden utilizar agujeros de 8 mm o agujeros colisos de 5x25 mm.
- El panel debería apoyarse en el canto inferior entre la placa y el bastidor como mínimo sobre dos soportes de 5x50 mm.

Table 2: máxima Lx desde la bisagra de la contraventana

ly/Lx	Grosor del panel (mm) 10	13
≥ 2,5	650	900
2,0	700	950
1,5	800	1050
1,0	950	1250



Correderas

- El panel debería sujetarse por un perfil metálico en la parte superior e inferior . El panel deberá tener un sistema de ruedas en la parte superior e inferior para que pueda deslizarse la contraventana sobre los perfiles en sentido horizontal.
- El sistema de railes deberá tener suficiente fuerza y rigidez para aguantar cargas de viento y otras fuerzas de manera que la deflexión sea imperceptible.
- En caso que el panel Trespa esté enmarcado en los cuatro lados con una estructura metálica (ver las instrucciones para contraventanas) las distancias entre fijaciones pueden incrementarse según la tabla 3.

Table 3: máximas distancias para contraventanas correderas (mm)

Distancia vertical Ly max.	Grosor de panel 10	13
Sin marco	950	1250
Con marco en los 4 cantos	1200	1500

Distancia horizontal Lx no tiene limitación.

NOTA:

TRESPA®

NOTA:

www.trespa.com

TRESPA®

Ackon Dinslo, Bosnia - Herzegovina

A pesar de que Trespa ha puesto todo su esfuerzo en asegurar que todos los datos son correctos, completos y actualizados, declina cualquier responsabilidad por la información contenida en este documento y por los daños resultantes de información errónea o incompleta. La información es a título meramente indicativo y siempre debe consultarse la pertinente reglamentación de la construcción. A todas nuestras ofertas, propuestas, ventas, entregas y/o contratos, así como a todas las actividades y actos relacionados con los mismos, serán de aplicación las condiciones generales de venta de Trespa International B.V., depositadas el 11 de abril de 2007 en la Cámara de Comercio e Industria de Noord- y Midden-Limburg, en Venlo, Países Bajos, bajo número 24270677, incluidas en la website www.trespa.com.

Trespa International B.V.
Trespa International B.V. está especializada en placas de alta calidad para cerramientos de fachadas y aplicaciones interiores. Trespa cuenta con una experiencia y medios suficientes para poder desarrollar productos especiales destinados a segmentos muy específicos del mercado. Trespa está investigando continuamente nuevos caminos para una protección aun más eficaz del medio ambiente.

Trespa garantiza la calidad tanto de los productos como de sus prestaciones y aporta a sus clientes, una buena asistencia técnica y la documentación apropiada a sus necesidades. Una de las consecuencias de trabajar bajo este concepto, es la obtención del certificado ISO 9001 y ISO 14001.

Trespa está a su disposición para cualquier información adicional que pueda precisar o para remitirle la información que Vd. nos solicite.

Las condiciones de venta
A todas nuestras ofertas, propuestas, ventas, entregas y/o contratos, así como a todas las actividades y actos relacionados con los mismos serán de aplicación las condiciones generales de venta de Trespa International B.V., depositadas el 11 abril de 2007 en la Cámara de Comercio e Industria de Noord- y Midden-Limburg, en Venlo, Países Bajos, bajo número 24270677, incluidas en la website www.trespa.com. El texto de estas condiciones generales de venta le será enviado a su solicitud.

Responsabilidad
Todos los datos se basan en nuestro estado actual de conocimientos. Sirven de información sobre nuestros productos y sobre sus posibilidades de aplicación y por tanto no significan una garantía de características determinadas de los productos.

Colores
Los colores de esta documentación han sido impresos y por tanto pueden presentarse pequeñas diferencias con respecto a los colores originales de las placas Trespa, en cuanto al brillo, tono y textura. A petición enviaremos muestras.

Marcas registradas
® Trespa, Meteon, Athlon, TopLab, TopLab^{plus}, Virtuon, Volkern, Ioniq y Inspirations son marcas registradas de Trespa International B.V.

Derechos de autor
© Reservados los derechos de autor por Trespa International B.V.

Proyectos de la portada:
Arq. F. Montijn, Holanda.

www.trespa.com

Arq. NABIL EE.UU

Trespa International B.V.
P.O. Box 110, 6000 AC Weert
Wetering 20, 6002 SM Weert
The Netherlands
www.trespa.com

GET s.l.
Gran Vía, 680 ático
08010 Barcelona
Tel.: (34) 93 488 03 18
Fax: (34) 93 487 32 36
consultatrespa@getsl.com
www.getsl.com

Trespa North America Ltd.
12267 Crosthwaite Circle
Poway, CA 92064
Tel.: 1-800-4-TRESPA
Fax: 1-858-679-9568
info@trespanorthamerica.com

Trespa New York Design Centre
62 Greene Street (Ground Floor)
New York, NY 10012
Tel.: 1-212-334-6888
Fax.: 1-866-298-3499
info.ny@trespa.com

Alphen a/d Rijn, Holanda

Su distribuidor de Trespa:

código 5301
versión 02-2009 edición 1.500

Por favor visite www.trespa.com para consultar la versión actualizada de este documento.

AI.5. SOLUÇÃO DE FACHADA VENTILADA 6 (FV6): PAINEL EM NATUROCIMENTO – ETERNIT® 8MM FIXAÇÃO VISÍVEL

No catálogo seguinte apresenta-se as características e informações relativas aos painéis em naturocimento **Eternit**® para a execução de fachadas ventiladas.

THE INSPIRED SIMPLICITY OF ARCHITECTURE

GET THE BEST OF BOTH WORLDS BY COMBINING FUNCTION AND BEAUTY.

Every new nursery represents an exciting challenge from an architectural viewpoint. On the one hand, the actual specification demands a playful approach to the subject area. On the other hand, a confident style is required in order to interpret the aspects of rationality and safety. Last but not least, a nursery is home to fantasy and its internal forms should simply provide scope for creativity. Eternit claddings offer a host of inviting opportunities.

Natura

These cladding panels with their finely lasered coloured surface coating demonstrate the many design options available with Eternit. These Eternit cladding systems are also top of the class when it comes to energy saving.

The Natura range is available in many colour variations. This ensures unlimited scope for virtually any number of individual design concepts.

THE WORLD IS ALREADY GREY ENOUGH.
IT'S DOWN TO US TO MAKE IT MORE COLOURFUL.

Childhood is surely one of the loveliest stages of human life. All the more reason to ensure that this precious time is multi-coloured and create a colourful backdrop with the aid of Eternit. This leads to an intelligent and witty orientation system combined with clear forms, which provide the perfect foil and canvas for the lovingly designed functional areas in their role as playrooms.

Tectura

Durable, weather and light resistant, maintenance-free – creative, modern architecture would be inconceivable without these cladding panels. Perfectly matched, yet suitable for any combination, they set new standards for amazing productions.

Eternit

The Tectura range offers a huge choice of colours and fulfils virtually every possible heart's desire.

„Mara Haid" Kindergarten, St. Michael / Eppan, South Tyrol
Architects Lang and Zanella
Photo: 2004

IF YOU HAVE SIMPLE TASTES,
ONLY THE BEST IS GOOD ENOUGH.

Architecture is based on clear ground rules. One of these is to reconcile economy with sustainability and demanding design. The T-Centre in St. Marx is a wonderful example of how this concept can best be realised. Here, aesthetics go hand in hand with a clever sense of meaning and functionality with timeless elegance. The South-East Tangent of Vienna has a new flagship.

Classica

Classica is a large format, through-coloured cladding panel. The pigment, which is matched to the natural character of the material, and the finely veined texture give the cladding panels different optical depths and vitality. The fascination of the material is backed up by its own individual design language and conveys a sense of immense depth. Such is true greatness in formal simplicity and colourful variety.

Eternit

True greatness in the shape of formal simplicity, prominent accuracy, subtle dominance, confident expression and first-class usability: Eternit Classica.

T-Centre Vienna / St. Marx, Austria
Architects Gerngross Pöchlauer Architektur Consult ZT GmbH, Vienna, 2004

ONCE UPON A TIME THERE WERE BORING OLD INDUSTRIAL AND COMMERCIAL BUILDINGS...

There are more exciting prospects than large-scale standard architecture. And yet the art is always to think of new and fresh ideas, to break with tradition and thus create something unique. Viewed in such a light, many a project hitherto deemed unattractive can become an exciting example of outstanding architecture.

F-Well 09

Thanks to its attractive appearance, its unique value for money and its exceptional design qualities as a complete system, the corrugated sheet on the cladding has a special role to play, both in industrial and commercial buildings, and in residential buildings.

Eternit

Industrial building in Wangerooge, Architect: Arch. Dl Ayla Dorador Bautzen

There is no shortage of choice with Eternit. Indeed, it is the wealth of possible colour choices that makes Eternit corrugated sheet cladding such a source of creative freedom.

TRUE BEAUTY COMES FROM WITHIN. ESPECIALLY IF YOU CARE FOR OUTWARD APPEARANCES.

Any lover of formal severity will simply want to create a great deal of scope for generosity in the realisation of individual design space. Many different and excellent installation solutions can be created by the use of Eternit materials, leading to completely new and inspiring possibilities for living worlds.

Eternit

Terrace Advertising Agency, Design: Designwerk, Frank Schmidt

A cornerstone of Eternit's philosophy is that a personal consultation is an essential part of our service. Should you have any queries relating to specific situations, please do not hesitate to contact us.

AI.6. SOLUÇÃO DE FACHADA VENTILADA 7 (FV7): PLACA EM PEDRA DE GRANITO - LEVANTINA®

No catálogo seguinte apresenta-se as características e informações relativas às placas em pedra de granito **Levantina®** para a execução de fachadas ventiladas.

INTRODUCCIÓN

Se define una fachada como el paramento exterior y principal de un edificio, de forma que lo aísla perimetralmente del ambiente exterior. Una fachada ventilada se caracteriza fundamentalmente por ser un cerramiento con una cámara aireada, separada por dos hojas, una interior, encargada de resolver el aislante térmico y la estanqueidad, y otra hoja exterior, cuya misión principal es formar dicha cámara de aire, garantizando una ventilación continuada a lo largo de toda la superficie de la fachada. Esto permite aislar del frío en invierno y del calor en verano, consiguiendo ahorros energéticos de hasta el 30%. El paramento exterior o revestimiento de la fachada ventilada está abierto a una enorme variedad de materiales: paneles, cerámica, piedra natural, etc. El Sistema está diseñado especialmente para la utilización de revestimientos de piedra natural como por ejemplo: calizas, mármoles, granitos.

CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y PUESTA EN OBRA

El Sistema descrito en el presente documento está previsto para el revestimiento de fachadas ventiladas mediante la utilización de piedras naturales como por ejemplo calizas, mármoles y granitos mediante anclaje longitudinal. El sistema no contribuye a la estabilidad de la edificación.

La puesta en obra de este sistema deberá realizarse por empresas especializadas

La empresa instaladora asegurará que la puesta en obra del sistema se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento Técnico y respetando las observaciones formuladas por el Departamento Técnico de Wandegar.

DOCUMENTO TÉCNICO DE SISTEMA DE FACHADA VENTILADA

1. OBJETO

Sistema previsto para el revestimiento de fachadas ventiladas de edificación en obra nueva o rehabilitación, configurado principalmente por un aplacado de piedra natural fijada a una subestructura metálica por medio de apoyo de sustentación longitudinal en toda la parte inferior de la pieza y retención en toda la parte superior.

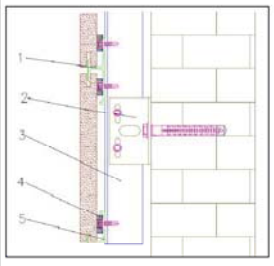
La subestructura consta de perfiles de aluminio verticales y horizontales así como los anclajes previstos para colocarse sobre paramentos planos y verticales, de fábrica u hormigón, o bien sobre una estructura metálica.

En cualquier caso los anclajes deberán quedar definidos en el proyecto técnico de la fachada ventilada en función del elemento soporte y de las cargas a transmitir.

2. PRINCIPIO Y DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema de revestimiento de fachadas ventiladas se compone de:

- Perfilería vertical de aluminio anclada sobre el paramento mediante las ménsulas y los anclajes necesarios. La perfilería vertical será instalada teniendo en cuenta la separación máxima entre rastreles necesaria según cálculos de estructura a realizar en función de las características de la obra.
- Perfilería horizontal de aluminio anclada sobre la perfilería vertical mediante tornillos autotaladrantes 5,5x19.
- Revestimientos de piedra natural ranurados longitudinalmente en los cantos superior e inferior.



1. Perfil Horizontal Estándar
2. Ménsulas
3. Perfil Vertical
4. Clip de nivelación
5. Perfil Horizontal Arranque

3. COMPONENTES Y MATERIALES

3.1 Revestimiento

El sistema está diseñado para su utilización mediante revestimientos de piedra natural como calizas, mármoles y granitos con el espesor necesario para su instalación en fachadas ventiladas (normalmente 3cm). Las piedras naturales a instalar deberán cumplir en todo momento con el marcado CE y la normativa vigente que les sea de aplicación. Wandegar no es garante de las condiciones técnicas de la piedra natural.

3.2 Clip de nivelación

Clip de nivelación realizado en acero inoxidable que evita movimientos relativos entre pieza de piedra natural y estructura. Existe la posibilidad de reemplazar este clip por otros elementos como bandas adhesivas de neopreno y/o adhesivo MS.

3.3 Masilla adhesiva elástica

Como elemento complementario del sistema, útil para evitar movimientos relativos entre pieza y estructura el sistema utiliza masilla adhesiva elástica monocomponente, a base de polímero MS, de curado a temperatura ambiente en contacto con la humedad del aire.

Propiedades:

- Monocomponente, fácil aplicación de +5ºC a +50ºC.
- Adhiere sin imprimación.
- Neutro. No corroe los metales ni ataca los sustratos alcalinos.
- Permanece flexible desde –40ºC a +90ºC.
- Excelente resistencia a la radiación U.V. e intemperie.
- Buena adherencia sobre superficies húmedas.

Características adhesivo no curado:

Aspecto:	Pasta cremosa homogénea.
Densidad (kg/dm3)	2,70
Módulo de elasticidad (MPa)	69 500
Coeficiente de Poisson	0,33
Tensión máxima admisible Rm (MPa) (4))	> 175
Límite elástico Rp 0,2 (MPa) (4)	> 130
Alargamiento (%) (4).	8
Coeficiente de dilatación térmica (K-1) (20 a 100 ºC)	23,6 .10-6
Descuelgue (NF P 85501):	Nulo
Tack free (ASTM C-679-71):	10-15 minutos
Formación piel (BS 5889 Ap.A):	20-40 minutos
Velocidad de curado A 23ºC y 55% H.R.:	2-3 mm/día
Perdida de volumen (DIN 52451):	Inapreciable
Punto de destello (DIN 51794):	430 ºC
Temperatura de Aplicación:	+5 a +50 ºC

Características adhesivo curado
(4 semanas a 23ºC y 55% H.R.).

Aspecto:	Similar al caucho
Dureza Shore A (DIN 53505):	40±3
Módulo elástico 100% (DIN 53504):	0,8-1,1 MPa.
Resistencia a tracción (DIN 53504):	1,8-2,4 Mpa.
Elongación a rotura (DIN 53504):	350-450 %
Movimiento de la junta en servicio:	25%
Resistencia a temperatura en servicio:	-40 a + 90 ºC
Resistencia a U.V. e intemperie:	Muy buena

Foto: Sistema CAT 4

3.4 Subestructura

3.4.1 Materiales

Los montantes, perfiles horizontales y las ménsulas son de aluminio extruido de aleación aluminio magnesio- silicio EN AW 6063 con tratamiento T5 y acabado en bruto. Las características físicas, mecánicas se indican en la tabla:

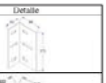
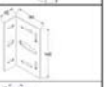
3.4.2 Ménsulas

Existen dos tipos:

• De sustentación, encargadas de soportar y transmitir al muro soporte el peso del conjunto y las cargas de viento. Se colocan en los elementos estructurales del edificio, normalmente los forjados.

• De retención, cuya única función es soportar y transmitir al muro soporte las cargas horizontales generadas por el viento; se colocan sobre el muro soporte.

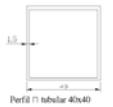
Todas las ménsulas tienen un espesor de 5 mm.

Denominación	Detalle
Ménsula de Sustentación 90 x 60 x 175	
Ménsula de Retención 90 x 60 x 110	
Ménsula Mixta 80 x 40 x 140	
Ménsula Mixta 80 x 40 x 100	
Ménsula de Sustentación 70 x 50 x 140	
Ménsula de Sustentación 50 x 50 x 120	
Ménsula Mixta 100 x 85 x 200	

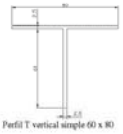
3.4.3 Montantes

Existen cuatro tipos de perfiles verticales estándar. Las características físico mecánicas se indican en la tabla. Las dimensiones se indican en las figuras. 3. Las tolerancias dimensionales y de forma son conformes con la Norma UNE EN 755-9 (4). Para aplicaciones especiales estos perfiles verticales podrían ser otros no estandarizados en función de las necesidades.

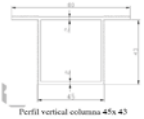
Características	Perfil □ tubular 40x40	Perfil T vertical simple 60 x 80	Perfil vertical columna 45x 43	Perfil vertical columna 64x45
Peso (kg/m)	0,85	0,90	1,09	1,52
Área (mm2)	304	333,53	406,84	563,37
Espesor mínimo (mm)	1,5	2,5	3	3
Perímetro (mm)	160	320	469	571
Radio de giro Xc (mm)	15,73	19,36	18,12	26,91
Radio de giro Yc (mm)	15,73	17,13	20,91	20,63
Momento de Inercia IXX (cm4)	5,71	11,50	13,37	23,97
Momento de Inercia Iyy (cm4)	5,71	10,67	17,80	40,80



Perfil □ tubular 40x40



Perfil T vertical simple 60 x 80



Perfil vertical columna 45x 43

Perfil vertical columna 64x45

3.4.4 Fijaciones

Las fijaciones empleadas para unir los perfiles entre sí y a las ménsulas serán de acero inoxidable de aleación A2 o bien A4 y con dimensiones y propiedades mecánicas según tabla siguiente:

Uniones	Fijaciones		Medidas [d x L] mm (Norma)	Propiedades mecánicas (Norma)
Perfil vertical simple a ménsula de sustentación Perfil vertical columna o tubular a ménsula de sustentación	Tornillo pasante, arandela y tuerca	Tornillo con cabeza hexagonal clase A	M 8 x 20 UNE EN ISO 4017 (DIN 933) M 8 x 70 UNE EN ISO 4017 (DIN 933)	Clase ≥50 Resistencia a rotura tracción ≥ 500 MPa Par de rotura ≥ 23 Nm (UNE ISO 3506-1)
		Arandela plana de clase C	Ø nom. 8 UNE EN ISO 7091 (DIN 9021)	Dureza HV 140
		Tuerca hexagonal tipo 1 clase A	UNE EN ISO 4032 Rosca M8	Clase ≥ 50 (UNE ISO 3506-2)
	Tornillo (auxiliar) autotaladrante con cabeza hexagonal, arandela estampada, y rosca autoroscantes		[5,5 x 19] (UNE ISO 15480 equivale a DIN 7504-K)	Clase ≥50 Resistencia a rotura tracción ≥ 500 MPa Par de rotura ≥ 23 Nm (UNE ISO 3506-1)
Perfil vertical columna o tubular a ménsula de retención Uniones entre perfiles de la subestructura	2 Tornillos autotaladrantes con cabeza hexagonal y arandela estampada, y rosca autoroscantes		[5,5 x 19] (UNE ISO 15480 equivale a DIN 7504-K)	Clase ≥50 Resistencia a rotura tracción ≥ 500 MPa Par de rotura ≥ 23 Nm (UNE ISO 3506-1)

3.4.5 Anclajes al soporte

La definición del tipo, posición y número de anclajes para la fijación de las ménsulas al muro soporte se realizará en función del material base de apoyo y de los esfuerzos transmitidos al mismo, debiendo para cada caso, quedar reflejado en el proyecto técnico de la fachada ventilada.

Los anclajes estándar a los cantos de forjado son: Taco mecánico A2 M8x75 Resistencia a Tracción de 561 Kg y a Cizalla de 513 Kg.

4. Instalación en obra

4.1 Instalación de la Perfilería Vertical

Estructura vertical anclada sobre el paramento mediante las ménsulas y los anclajes necesarios según proyecto. La perfilería vertical es independiente del aplacado a conseguir (no tiene porqué coincidir con las juntas entre piezas).

4.2 Instalación de la Perfilería Horizontal

Instalación de la perfilería horizontal según planos en función del aplacado a realizar.

4.3 Instalación del aplacado

Instalación del aplacado ya ranurado sobre la estructura.

5. CÁLCULO ESTRUCTURAL

Las acciones sobre el Sistema de fachada ventilada se calcularán según lo establecido en el CTE-DBSE-AE relativo a Acciones en la edificación, con los coeficientes de mayoración de acciones recogidos en el CTE-DB-SE relativo a Seguridad Estructural.

Para el cálculo del Sistema se considera que las placasde revestimiento deben soportar la carga del viento (presión/succión) y transmitirla, junto con su peso propio, a través de la subestructura y los anclajes al soporte. Las placas cerámicas, fijaciones, subestructura y anclajes deben resistir los esfuerzos producidos por el viento, junto con su propio peso.

Para edificios de hasta 30 m de altura y para las limitaciones recogidas en el CTE-DB-SE-AE relativas a la acción del viento, éstas se determinarán según lo establecido en el citado Documento Básico, debiendo emplearse los coeficientes eólicos de presión / succión recogidos en el Anejo D de dicho Documento Básico (tabla D.1), en función de la esbeltez del edificio y la posición de la placa, considerando como área de influencia la de la propia placa.

Para alturas mayores y/o para aquellos casos que se salgan del campo de aplicación de dicho Documento Básico, o cuando se prevean acciones de viento superiores a las consideradas en el CTE DB-SE-AE, será preciso realizar un estudio específico para determinar las acciones de viento, así como los coeficientes eólicos de presión/succión.

De acuerdo con la Decisión de la CE 96/603, el material de revestimiento cumple el requisito exigido en el CTE-DB-SI relativo a propagación exterior (SI 2, punto 1.4), para los materiales de revestimiento exterior de fachada y de las superficies interiores de las cámaras ventiladas de fachada. El material de revestimiento tiene una clasificación de reacción al fuego superior a la exigida por la norma.

6.CUMPLIMIENTO DE LA REGLAMENTACIÓN NACIONAL

6.1 Seguridad estructural

El sistema de revestimiento de fachadas ventiladas descrito no contribuye a la estabilidad de la edificación y por tanto no le son de aplicación las Exigencias Básicas de Seguridad Estructural. El comportamiento estructural de la fachada ventilada debe ser tal que no comprometa el cumplimiento del resto de Exigencias Básicas, y en particular las de Seguridad de Utilización y Habitabilidad, según se indica en la Ley de Ordenación de la Edificación:"Seguridad de Utilización de tal forma que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas" (art. 3.1.b.3) y "otros aspectos funcionales de los elementos constructivos o de las instalaciones que permitan un uso satisfactorio del edificio" (art.3.1.c.4.) El soporte del sistema de fachada ventilada, constituido habitualmente por un muro de cerramiento debe cumplir con la normativa correspondiente a los requisitos esenciales de seguridad estructural que le sean propios, debiendo considerarse las acciones y solicitaciones que correspondan a la incorporación de la fachada ventilada. La unión entre la subestructura del sistema y el cerramiento posterior debe ser prevista para que durante el período de uso no se sobrepase las tensiones límite extremas o los valores límite de durabilidad.

6.2 Seguridad en caso de incendio

La composición del cerramiento, incluido el aislante, debe ser conforme con el CTE, Documento Básico de Seguridad frente a Incendios (DB-SI), en lo que se refiere a la estabilidad al fuego, así como en la reacción al fuego de los materiales que lo integran.

6.3 Seguridad de utilización

En las zonas inferiores de la fachada, p.ej. plantas bajas junto a zonas accesibles a público y siempre que el riesgo de impacto sea escaso o nulo, se recomienda que las placas se fijen mediante mortero o bien lleven un perfil travesaño intermedio complementario (no computable a efectos de cálculo frente al viento) o bien de una malla adherido por su trasdós.

6.4 Salubridad

El muro soporte del sistema de fachada ventilada debe garantizar el grado de impermeabilidad mínimo exigido para el edificio al que se incorpore, según se describe en el Código Técnico de la Edificación CTE-DB-HS, relativo a Salubridad con objeto de satisfacer el requisito básico de protección frente a la humedad (HS 1). Tal y como queda descrito el Sistema en el Informe Técnico, la cámara de aire ventilada podrá tener consideración de "barrera de resistencia muy alta a la filtración" (B3) según se describe en el CTE-DB-HS, HS 1, apartado 2.3.2.
En cualquier caso, deberá prestarse especial atención, en el diseño de las fachadas, a la incorporación de las ventanas y de los elementos de iluminación, así como la correcta solución de los puntos singulares, fijaciones exteriores, etc., para lograr una adecuada estanquidad en dichos puntos, evitando la acumulación y la filtración de agua.

6.5 Protección frente al ruido

La solución completa de cerramiento, y fundamentalmente el muro soporte más el aislamiento, debe ser conforme con las exigencias del CTE-DB-HR relativo a Protección frente al ruido. Se estudiará la solución constructiva del encuentro de la fachada con los elementos de separación vertical, de manera que se evite la transmisión del ruido por flancos.

6.6 Ahorro energético

La solución constructiva completa de cerramiento debe satisfacer las exigencias del Código Técnico de la Edificación CTE-DB-HE, relativo a Ahorro Energético, en cuanto a comportamiento higrotérmico.
A efectos de cálculo de la transmitancia térmica, del cerramiento, según se describe en el Apéndice E del CTE-DB-HE, la cámara de aire tendrá consideración de "cámara de aire muy ventilada", y la resistencia térmica total del cerramiento se obtendrá despreciando la resistencia térmica de la cámara de aire y de las demás capas entre la cámara de aire y el ambiente exterior, e incluyendo una resistencia superficial exterior correspondiente al aire en calma, igual a la resistencia superficial interior del mismo elemento (HE-1, Apéndice E).

AI.7. SOLUÇÃO DE FACHADA VENTILADA 8 (FV8): PLACA CERÂMICA - BUTECH®®

No catálogo seguinte apresenta-se as características e informações relativas às placas em cerâmica **Butech**® para a execução de fachadas ventiladas.

Sistemas constructivos
de fachada técnica.
Sistema FV. Fachadas ventiladas
FV System. Ventilated facades
Sistema FP. Fachadas pegadas
FP System. Conventional facades installation
PORCELANOSA Grupo
butech.

PORCELANOSA Grupo

butech.

Ya en la antigüedad, las culturas de Próximo Oriente utilizaron baldosas vidriadas para la decoración de sus edificios y monumentos. Sin embargo, no fue hasta el siglo XIX cuando la aplicación de técnicas industriales en la fabricación de azulejos y la aparición de nuevas corrientes artísticas como el Modernismo, hicieron de las baldosas cerámicas el elemento decorativo por excelencia, ampliamente utilizado tanto en interiores como en exteriores.

La cerámica, tanto por sus características técnicas como estéticas se convirtió en un material habitual en las fachadas. Por eso, el cromatismo, textura y modularidad de los diseños cerámicos son los elementos decorativos característicos de toda una época. Sin embargo, el desarrollo de la arquitectura del hormigón, la aparición de materiales de agarre basados en el cemento Pórtland, la colocación sobre soportes rígidos y la falta de información

sobre las características de la cerámica a utilizar, produjeron una serie de problemas constructivos, que desaconsejaron la utilización de baldosas en fachadas.

La experiencia de PORCELANOSA Grupo en la fabricación de cerámica y la búsqueda de butech de nuevas soluciones constructivas ha llevado al desarrollo de los Sistemas FV y FP en fachadas.

As far back as antiquity, the cultures of the Near East used glazed tiles to decorate their buildings and monuments. Nevertheless, it was not until the 19th century when the application of industrial techniques in ceramic tile manufacture and the appearance of new artistic movements such as Modernism turned ceramic tiles into the quintessential decorative element, widely used in both interiors and exteriors.

Ceramic tiles, with their technical and aesthetic characteristics, grew to be a common siding material for facades. For this reason, the colour schemes, textures and modularity of ceramic tile designs became characteristic of an entire era. However, the development of architecture rendered with concrete, the advent of Portland cement-based bonding materials, the installation on rigid surfaces and the lack of information about the ceramic tiles best suited for this

purpose, gave rise to a great many building flaws that dissuaded the use of ceramic tiles on facades.

The PORCELANOSA Group's experience in ceramic tile manufacturing and butech's search for new building techniques has led to the development of the FV and FP Systems for facades.

6 STON-KER Fachadas Nieve 60,5 x 60,5 cm.

STON-KER Fachadas Assur Pulpis 44,2 x 66,3 cm.

Sistema FV de fachadas ventiladas.
La aparición de sistemas mecánicos de fijación junto con STON-KER ha transformado totalmente el concepto de revestimientos cerámicos en exteriores. La fachada ventilada se considera hoy en día como el sistema más eficaz y seguro de colocación cerámica en fachada, aportando al edificio múltiples ventajas tanto estéticas como técnicas. Ahora, las baldosas cerámicas se pueden colocar de forma independiente respecto del soporte y resto de baldosas, evitando la acumulación de esfuerzos y por tanto el riesgo de roturas y desprendimientos.

Ventilated facades FV system.
The advent of mechanical fastening systems along with STON-KER has completely transformed the concept of ceramic coverings on exteriors. Ventilated façades are currently regarded as the most effective, safest system for installing ceramic tiles on façades, providing the building with numerous aesthetic as well as technical advantages. Ceramic tiles can now be installed independently from the substrate and from the rest of tiles, thereby avoiding the build-up of stresses and the resultant risk of breakage and detachments.

El recubrimiento cerámico ejecutado por el Sistema FV presenta un excelente comportamiento frente a los agentes atmosféricos. La inclusión de sistemas aislantes en la fachada ventilada aporta un importante confort térmico. Así, el ahorro en climatización de un edificio puede cifrarse entre un 20 y 30% sobre otros acabados convencionales.

Comportamiento de las fachadas ante los agentes atmosféricos.
En **verano** el sol incide directamente sobre el aplacado cerámico y no sobre el edificio, calienta el aire de la cámara, disminuye su densidad y por convección asciende, ocupando su lugar aire fresco. Este es el fenómeno denominado "efecto chimenea", que evita la acumulación de calor en la fachada. El aislante térmico proporciona una protección adicional contra los agentes atmosféricos.

En **invierno** entran en juego otros factores, ya que la radiación solar no es suficiente para conseguir estos movimientos de aire. En este caso la fachada actúa como un acumulador de calor, ayudando la cámara de aire a la estabilidad térmica del sistema. El aislante térmico impide la pérdida de calor del edificio.

STON-KER Fachadas Technic Antracita, Technic Acero y Technic Nieve 110 x 54,6 cm.

Facades covered with ceramic tiles using the FV system offer superb performance against atmospheric agents. The inclusion of insulating systems in ventilated facades helps to considerably raise the level of comfort inside the building, enabling a savings in heating/air- conditioning costs of between 20 and 30% as opposed to other conventional siding materials.

Performance of facades against atmospheric agents.
In **summer**, sunlight beats down directly on the tiled surface and not on the front of the building itself; this heats up the air in the chamber, lessening its density and causing it to rise via convection, with cool air taking its place. This "chimney effect" avoids the accumulation of heat on the facade. Moreover, the thermal insulation protects the building from outside heat.

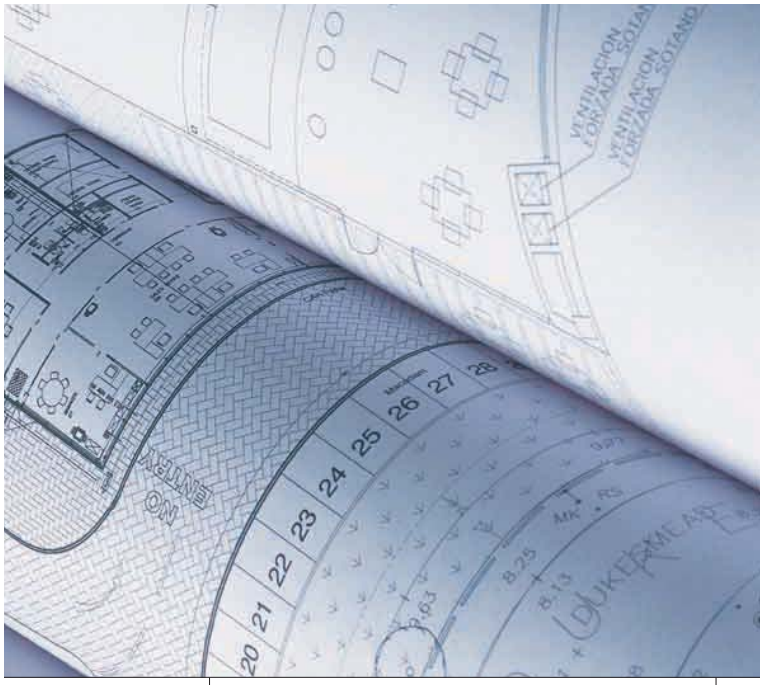
In **winter**, other factors come into play, since the sun's rays are no longer able to produce movements of air. In this case, the system acts as an accumulator of heat, with the thermal insulation hindering heat loss from the building.

Realización del proyecto.
El Sistema FV libera al proyecto de la fachada las limitaciones que imponen los tradicionales sistemas de colocación de baldosas cerámicas. La sencillez en la colocación de las baldosas facilita el diseño de fachadas en las que formatos, dimensiones, colores y texturas pueden combinarse hasta el infinito.

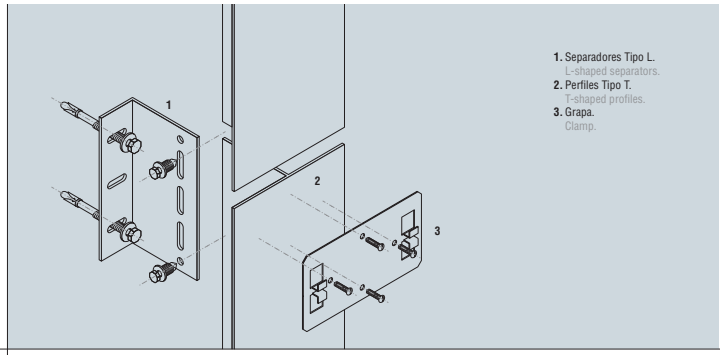
En esta fase del proyecto cobra especial importancia el concepto de modularidad; el diseño de la fachada con sus cotas y medidas ha de estar ajustado a la forma y formato de la baldosa. Así, no sólo se consigue mejorar el diseño de la fachada, si no que también aumenta la calidad de la ejecución de obra y reduce el coste económico del proyecto.

Designing the project.
The FV System enables facade siding projects to overcome the limitations of traditional ceramic tile installation systems. The ease of tile installation facilitates facade design, since formats, dimensions, colours and textures can be combined in an infinite number of ways.

In this phase of the project, the concept of modularity takes on special importance; the design of the facade with its measurements must be adapted to the shape and format of tiles. Thus, this not only allows for an enhanced facade design, but it also increases the quality of the installation and reduces the economic cost of the project its lightness, planarity and squareness, make it a product that is easy to install.



STON-KER Fachadas Durango Arena 110 x 54,6 cm. 11



1. Separadores Tipo L.
L-shaped separators.
2. Perfiles Tipo T.
T-shaped profiles.
3. Grapa.
Clamp.

12

Medición, modulación y colocación de la perfilería.
El proyecto de colocación debe establecer la posición exacta de cada baldosa cerámica y por tanto la disposición de todos los perfiles del sistema de la fachada ventilada. La primera fase de la colocación de la fachada consiste en la traslación de las medidas detalladas en el proyecto, a la superficie a recubrir y marcar la posición de cada perfil vertical.

En una segunda fase, se fijan los separadores Tipo L, que determinan las distancias entre las baldosas, y sobre estos, se disponen los perfiles Tipo T. La colocación de los perfiles de Tipo T es sumamente importante, puesto que de ellos dependerá la verticalidad y planitud de la fachada ventilada. Finalmente, sobre los perfiles de Tipo T se coloca el anclaje definitivo o grapa, que fijará cada baldosa cerámica. El tipo de grapa a utilizar dependerá del lugar de colocación de la baldosa.

Measurements, modulation and instalation of the framework.
The installation project must account for the exact position of each ceramic tile and therefore the arrangement of all of the profiles used in the ventilated facade system. The first phase of installation consists of transferring the measurements calculated in the project design phase to the surface to be covered and marking the position of each vertical profile.

In the second phase, the L-shaped separators are put into place, which determine the distances between tiles, and then T-shaped profiles are placed over them. The installation of T-shaped profiles is of the utmost importance, since they will determine the verticality and planarity of the ventilated facade. Lastly, clamps are attached to the T-shaped profiles which serve to definitively fasten each ceramic tile in place. The type of clamp used depends on the place where tiles are installed.

Tramo de fachada con los perfiles ya colocados. / Section of the facade with profiles. 13

Aislamiento térmico.
El sistema de fachada ventilada facilita la ejecución del aislamiento térmico y la impermeabilización del paramento. Así, en primer lugar se protegen todos los perfiles de Tipo T con cinta adhesiva, con el objetivo de evitar la adhesión del aislante a la zona de anclaje.

El material aislante a utilizar deberá ser higroscópico, impermeable, no putrescible y compatible con el aluminio y el acero inoxidable, por lo que el material que mejor se ajusta a esta función es el poliuretano proyectado. Este material se dispone fácilmente por proyección con pistola, por el método "airless". Además, el color amarillento del producto permite localizar fácilmente las áreas no tratadas y por lo tanto, conseguir una homogénea distribución del aislante.

Thermal insulation.
The ventilated facade system facilitates the installation of thermal insulation and the waterproofing of the building front. The first step consists of protecting all T-shaped profiles with adhesive tape in order to avoid the insulating material from bonding to the fastening area.

The insulating material used must be hygroscopic, waterproof, non-decaying and compatible with aluminium and stainless steel. The material that best serves this purpose is sprayed-on polyurethane. This material is easily sprayed on using the airless system. In addition, the yellow colour of the product enables the easy identification of untreated areas, thereby ensuring its homogeneous coverage.

14 Una fase del proyectado ya finalizado. / A section where the spraying process has been finished.

Proyección con pistola, por el método "airless". / Sprayed on using the airless system. **15**

16 Sistema FV con anclaje oculto. / FV System with hidden anchoring.

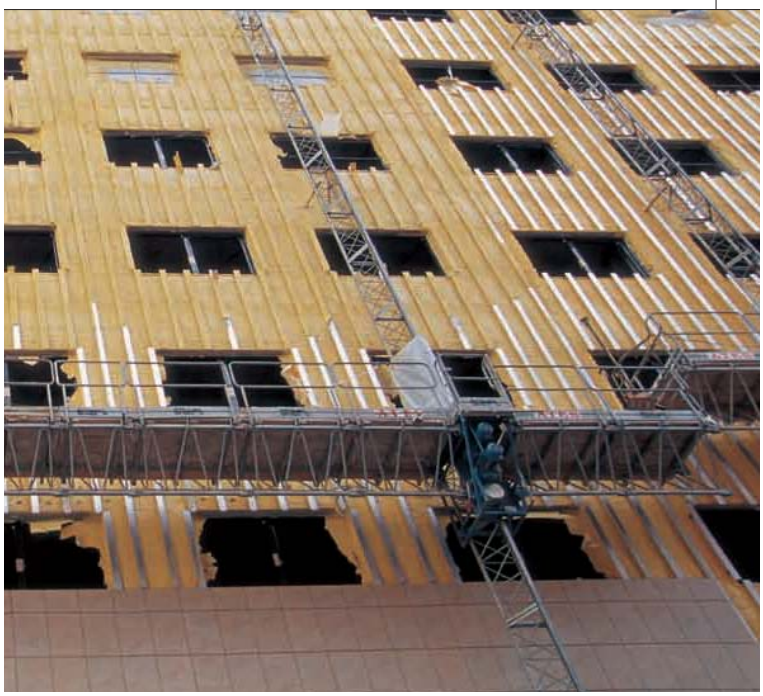
Instalación del STON-KER.
La instalación de las baldosas sobre el sistema de perfiles es realmente sencilla. Las grapas de sujeción unen las baldosas a la estructura y permiten la colocación de todo el recubrimiento cerámico como si se tratara de un puzzle.

Este sistema elimina el riesgo de desprendimiento de piezas enteras, pero no de fragmentos, en el caso que se rompiera alguna baldosa. Por eso, como elemento de seguridad adicional, contra la caída de fragmentos de baldosas, cada pieza cerámica, incorpora una malla de fibra de vidrio pegada con poliuretano, lo que aumenta la seguridad del sistema sin afectar a la estética de la fachada.

Instalation of STON-KER.
The installation of ceramic tiles on the system of profiles is extremely simple. The fastening clamps attach tiles to the framework and enable the entire tiled surface to be put in place as if it were a puzzle.

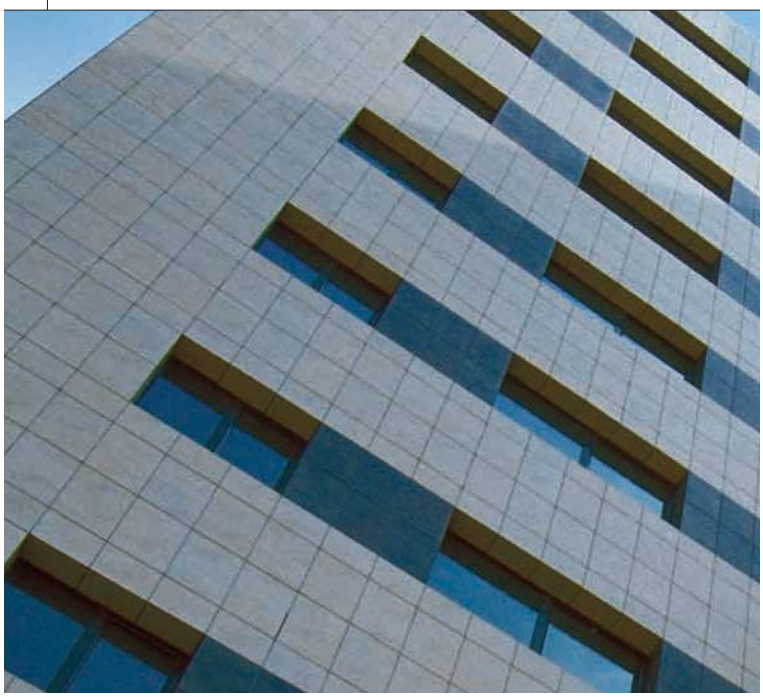
This system eliminates the risk of whole pieces from coming detached, but not of pieces if a tile were to break. For this reason, as an additional safety precaution against pieces of broken tile from coming loose, a fibreglass mesh has been attached to each tile with polyurethane, which increases the safety of the system without affecting facade aesthetics.

Tramo de fachada ya terminado. / Finished facade section.



Entrega final de obra.
Como resumen podemos indicar que el Sistema FV nos aporta numerosas ventajas de todo tipo, constructivas, técnicas y económicas:

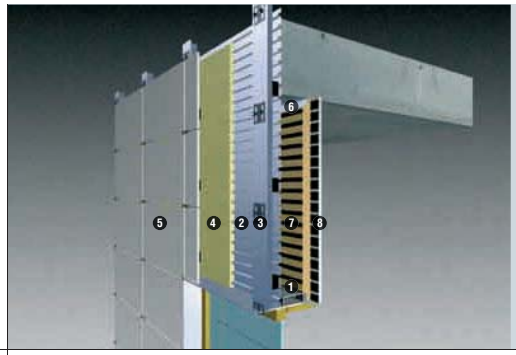
- Rapidez en la ejecución.
- Ligereza del sistema sobre el paramento, unos 35-40 kg/m².
- Facilidad de instalación y bajo mantenimiento.
- Sustitución de baldosas sin necesidad de obra.
- Mayor estabilidad del recubrimiento cerámico, sin riesgo de fisuras y desprendimientos.
- Excelente aislamiento térmico, el Sistema FV mantiene estable la temperatura interior del edificio.
- Ahorro energético entre 20-30%.
- Reducción del ruido aéreo en torno a un 10-20%.
- Eliminación de condensaciones de humedad.
- Procesos industrializados en el sistema mecánico y de producción de las baldosas, garantía de tonos, dimensiones y espesores de las partidas.



Project completion.
To sum up, we can point out the numerous constructive, technical and economic advantages that the FV System provides:

Rapid project design.
Lightweight framework attached to wall 35-40 kg/m².
Easy to install and low maintenance.
Tiles can be replaced without any construction work.
Increased stability of the ceramic tile surface, with no risk of breakage or detachments.
Excellent thermal insulation. The FV System maintains a stable temperature inside the building.
Reduction of outside noise by 10-20%.
Elimination of moisture condensation.
Industrialised manufacturing of the mechanical fastening system and tile production, guaranteeing the uniformity of shades, dimensions and thicknesses.

STON-KER Fachadas Cáucaso Beige y Cáucaso Negro 44,2 x 66,3 cm.



1. Subestructura de acero.
   Steel substructure.
2. Chapa grecada.
   Corrugated sheet.
3. Estructura de duraluminio.
   Duralumin structure.
4. Aislamiento térmico.
   Thermal insulation.
5. STON-KER.
   STON-KER.
6. Subestructura de acero galvanizado.
   Galvanised steel substructure.
7. Aislante de lana de roca.
   Rock wool insulation.
8. Acabado interior.
   Interior finish.

Sistema FV sobre chapa grecada.
Sistema eficaz, versátil y de rápido montaje que resuelve las exigencias de un cerramiento convencional agilizando el proceso constructivo. Cumple con las necesidades térmicas y acústicas del edificio y permite la elección de diferentes acabados tanto interiores como exteriores.

Ventajas del sistema sobre chapa grecada: Tiempos de ejecución; Mano de obra; Mejores rendimientos; Corrección de desplomes de fachada; Perfecta alineación de los huecos; La estructura del cerramiento hace además de premarco de las ventanas; Permite el trabajo simultaneo de los demás oficios mientras se ejecuta el cerramiento; Gestión única de los oficios implicados; Ligereza (menor peso propio de los cerramientos exteriores); Limpieza en obra, se evita retirada de escombros; Abaratamiento de costes; Evita puentes térmicos.

FV System on top of corrugated sheet.
An effective, versatile, quick-to-assemble system that meets conventional walling requirements, speeding up the building process. It complies with the thermal and acoustic needs of the building and enables the application of different interior and exterior finishes.

Advantages of the system on top of corrugated sheet: reduced installation times; reduced labour; improved performance; the correction of out-of-plumb façades; the perfect alignment of openings; the walling structure also serves as window pre-framing; enables the other building trades to work while the walling is rendered; unified management of the building trades involved; lightweight (less weight of the exterior siding itself); on-site cleaning, making the removal of debris unnecessary; cost savings; acts as a thermal break.

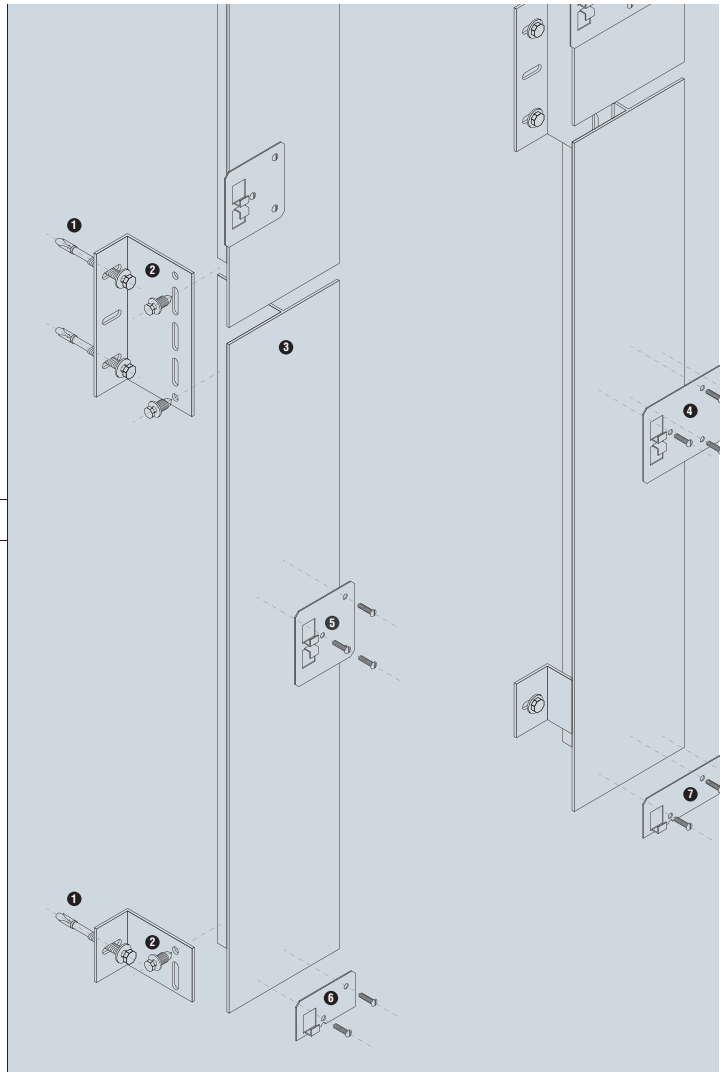
Tramo de fachada con la perfilería fijada sobre la chapa grecada. / Section of the facade with profiles on top of corrugated sheet.

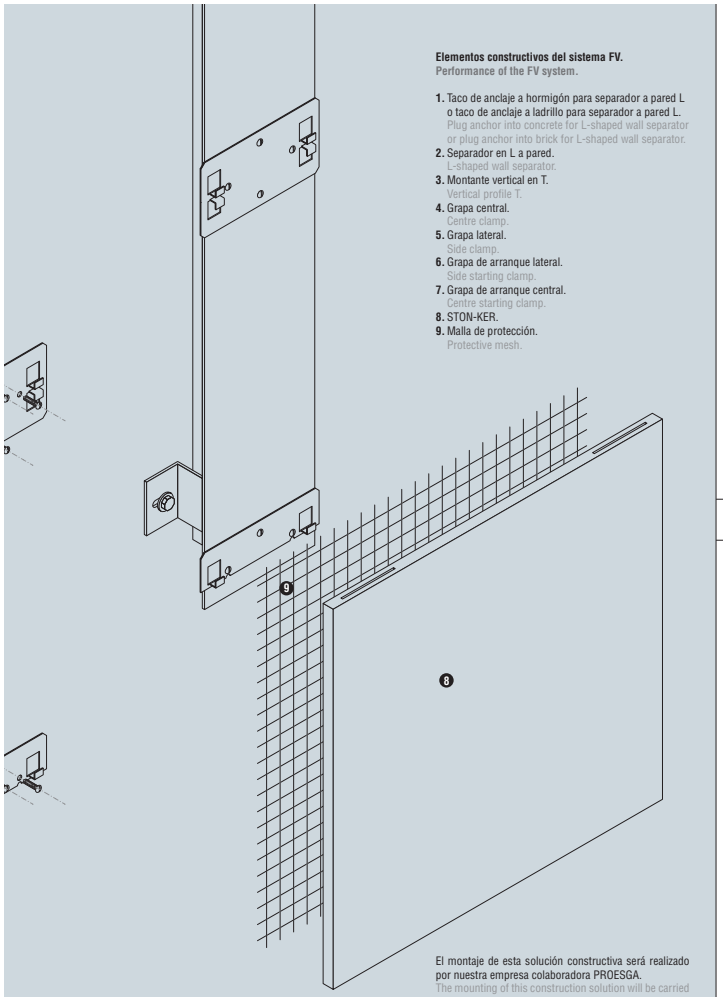
Sistema FV. Detalles constructivos.
La amplia experiencia desarrollada a lo largo de estos años nos permite abordar con solvencia cualquier exigencia requerida en el proyecto. La variedad de soluciones en esquinas, recercados de ventanas y demás puntos singulares de la fachada hacen un sistema completo y con recursos.

La sencillez y versatilidad de la subestructura metálica admite diferentes tipos de colocaciones, fachadas curvas, variedad de anchos y disposición de juntas entre baldosas, distintos espesores de la cámara ventilada, todo esto, junto a la diversidad de formatos y modelos de las baldosas STON-KER de PORCELANOSA-VENIS permite, plasmar a la realidad el ingenio del arquitecto.

FV System. Construction details.
Our broad-based experience developed over the years enables us to effectively deal with any and all project requirements. This is a complete system that provides a variety of solutions for corners, window enclosures and other structural elements on the façade.

The simplicity and versatility of the metallic substructure can accommodate different types of installations, curved façades, a variety of joint arrangements and widths between tiles, and different thicknesses of the ventilation chamber. All of this plus the diverse range of formats and models of STON-KER tiles by PORCELANOSA-VENIS gives architects the freedom they need to render their genius.





Elementos constructivos del sistema FV.
Performance of the FV system.

1. Taco de anclaje a hormigón para separador a pared L o taco de anclaje a ladrillo para separador a pared L.
Plug anchor into concrete for L-shaped wall separator or plug anchor into brick for L-shaped wall separator.
2. Separador en L a pared.
L-shaped wall separator.
3. Montante vertical en T.
Vertical profile T.
4. Grapa central.
Centre clamp.
5. Grapa lateral.
Side clamp.
6. Grapa de arranque lateral.
Side starting clamp.
7. Grapa de arranque central.
Centre starting clamp.
8. STON-KER.
9. Malla de protección.
Protective mesh.

El montaje de esta solución constructiva será realizado por nuestra empresa colaboradora PROESGA.
The mounting of this construction solution will be carried out by our partner company PROESGA.

PORCELANOSA Grupo

butech.

La cerámica es un material de recubrimiento, que desde antiguo ha sido ampliamente utilizado en la decoración de fachadas: la Alhambra de Granada o la Arquitectura Modernista de Antoni Gaudi o Domènech i Muntaner, ponen de manifiesto las enormes posibilidades que ofrece la cerámica.

Este material presenta muchas ventajas técnicas frente a otros tipos de recubrimiento, como el mármol u otro tipo de piedra natural, así como un gran número de acabados. El bajo coste de mantenimiento, la elevada durabilidad y la inmejorable resistencia a los agentes atmosféricos hacen de la cerámica el producto ideal para las fachadas exteriores.

Sin embargo, la rápida evolución que ha experimentado la industria azulejera durante los últimos años, ha obligado a la industria química ha desarrollar tanto nuevos materiales, como técnicas de colocación que garanticen un correcta puesta en obra de las baldosas cerámicas en exteriores.

Las baldosas cerámicas que revisten hoy en día en las fachadas, sobretodo el gres porcelánico, presentan unas características técnicas muy superiores a las empleadas antiguamente, sobre todo en lo relativo a la baja absorción de las mismas, por lo que determina una colocación con técnicas y materiales de prestaciones superiores a los empleados hasta la fecha.

Butech, empresa perteneciente a PORCELANOSA Grupo estudia la evolución de las baldosas cerámicas y desarrolla materiales de agarre, especialmente indicados a las nuevas exigencias de los actuales recubrimientos cerámicos. butech selecciona aquellas tecnologías de colocación que garantizan una correcta puesta en obra y las adapta a los materiales de PORCELANOSA Grupo, para asegurar a todos sus clientes el correcto acabado y conservación de sus fachadas cerámicas.

Ceramic tiles have been used since ancient times as a covering for the decoration of façades: the Alhambra in Granada and the modernist architecture of Antoni Gaudi or Domènech i Muntaner are expressions of the enormous possibilities offered by this material.

Ceramic tiles provide many technical advantages over other kinds of coverings such as marble and other types of natural stone, in addition to featuring a wide array of finishes. Their low maintenance costs, high degree of durability and unbeatable weather resistance make ceramic tiles the ideal product for exterior façades.

Nevertheless, the rapid developments in the tile manufacturing sector in recent years have forced the chemical industry to develop new materials and installation techniques that ensure the proper installation of ceramic tiles in exteriors.

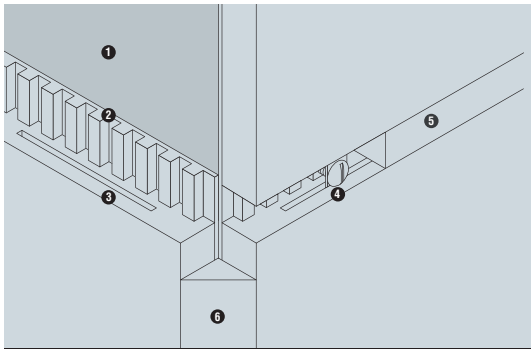
The ceramic tiles that cover façades nowadays, especially porcelain tiles, have significantly better technical characteristics than those used in the past, particularly insofar as their low water absorption is concerned, which has given rise to the need for installation techniques and materials that outperform those used up to now.

Butech, a company that belongs to PORCELANOSA Grupo, keeps abreast of ceramic tile developments and designs bonding materials that are ideally suited for today's ceramic tile requirements. butech chooses those installation technologies that guarantee proper installation and adapts them to the materials manufactured by PORCELANOSA Grupo, so as to ensure the proper finish and conservation of its ceramic-tiled façades.

Sistema FP de fachadas pegadas
La fachada constituye la piel del edificio. La adherencia directa de las piezas cerámicas implica que las posibles tensiones que se puedan generar se trasladen finalmente a las baldosas. Por lo que el diseño de la misma, el sistema de encolado y los productos empleados tienen que ofrecer la seguridad y garantía adecuadas para absorber estos movimientos.

The FP bonded façade system
The façade is the building's outermost surface. The direct bonding of ceramic tiles means that possible stresses are in the end transferred to tiles. Thus, façade design, the bonding system and the products used must provide the proper levels of safety by guaranteeing that these movements are properly absorbed.

STON-KER Fachadas Cáucaso Beige - Cáucaso Negro 44,2 x 66,3 cm.



Fases de ejecución:
Project phases:
1. Preparación del soporte.
Substrate preparation.
2. Aplicación del adhesivo.
Adhesive application.
3. Colocación de las baldosas.
Tile installation.
4. Anclajes metálicos.
Metallic fasteners.
5. Juntas de colocación.
Installation joints.
6. Juntas de movimiento.
Expansion joints.

Realización del soporte, revoco o enfoscado.
Son dos las posibilidades de colocación habituales, directamente sobre elementos de hormigón o bien sobre un enfoscado realizado sobre paramento de fabrica de ladrillo. Si la colocación se efectua directamente sobre hormigón pre-fabricado o ejecutado in situ, es necesario esperar varios meses para asegurar que la maduración propia de los cementos se haya completado, generalmente se aconseja esperar unos 6 meses. Cuando el revestimiento se ejecuta sobre un enfoscado, el tiempo de espera es de una semana por centímetro de espesor, de forma que la mayor parte de los movimientos por retracción se hayan completado.

Para la elaboración del enfoscado se recomienda el uso de **unicem**, látex de resinas sintéticas que añadido al agua de amasado consigue reducir la absorción del agua del mortero y mejora su cohesión y deformabilidad.

Características esenciales del revoco o enfoscado: debe presentar una buena **planitud** con desviaciones inferiores a 2 mm medidos con regla de 2 m y una **textura rugosa** para obtener una buena adherencia mecánica del adhesivo; es indispensable contar con un soporte **firme y consistente**, reparando o eliminando toda superficie deteriorada o mal cohesionada; debe estar **limpio** de suciedad o residuos. En el caso de aplicaciones directas sobre hormigón hay que prestar un cuidado especial a las lechadas de cemento endurecidas o desencofrantes; el soporte debe tener una **absorción de agua** adecuada, ya que un soporte muy absorbente puede dar lugar a una rápida deshidratación del adhesivo, provocando un fraguado incorrecto. Es imprescincible que no esté saturado de agua, helado o a temperatura elevada.

Realización del soporte, revoco o enfoscado. / Rendering the substrate with a parge coat.

Rendering the substrate with a parge coat.
There are two common possibilities for installation: either directly on concrete elements or on a parge coat covering a brick wall. If installation is to be performed directly on pre-fab concrete or concrete poured on-site, it will be necessary to wait several months to ensure that the cement has cured fully. As a general rule, the waiting time is 6 months. If the coverings will be installed on a parge coat, then the waiting time will be one week for each centimetre of thickness of the parging, so as to ensure that the better part of the movements caused by contractions have been completed.

For the preparation of the parging, it is recommended to use **unicem**, a synthetic resin-based latex that, when added to the water in the mix, reduces the water absorption of the mortar and enhances its cohesion and deformability.

Essential characteristics of the parge coat: it should be perfectly **flat**, with deviations of less than 2 mm, checked using a 2-m. straightedge. It should have a **course texture** to ensure good mechanical adhesion of the adhesive. The substrate must be **firm and solid**, with any damaged or crumbly parts being repaired or removed; it **should be free** of dirt and residues. For applications directly on concrete, special care must be taken to remove any traces of hardened cement slurries or form-stripping agents; the substrate should have a proper degree of **water absorption**, since a highly absorbent substrate may cause the adhesive to dry out quickly, leading to faulty setting. It is absolutely necessary that it is not water-soaked, frozen or at a high temperature.

Adhesivos de fraguado normal.
Adhesives with normal setting times.

one-flex C2TE*

fr-one C2TE*

Adhesivo de fraguado rápido.
Fast-setting adhesive.

super-one C2FTE*

Aditivo de amasado.
Adhesive additive.

* Según EN-12004 / As per EN-12004

Elección y preparación del adhesivo.
Para la colocación es necesario emplear un adhesivo cementoso mejorado tipo C2, según EN-12004, que proporciona una adecuada adherencia y un cierto nivel de deformabilidad, permitiendo reducir las tensiones de tipo diferencial entre la baldosa y el soporte. La elección del mismo dependerá de las condiciones ambientales, optando por dos características adicionales, fraguado normal (**fr-one** o **one-flex**) o bien fraguado rápido (**super-one**), recomendando la utilización del adhesivo de fraguado rápido a temperaturas bajas (+ 5 ºC), elevada humedad o riesgo de lluvia.

Con el fin de garantizar una perfecta adhesión y buena deformabilidad, sobre todo para grandes formatos de baldosas, es imprescindible sustituir el agua de amasado por el aditivo **unilax**, látex de resinas en base acuosa, que mejora notablemente las caracterísicas del adhesivo, en cuanto a adherencia y flexibilidad.

Choosing and preparing the adhesive.
For installation, it is necessary to use an enhanced C2-type cement-based mortar, as per the EN-12004 standard, which provides good bonding strength and a certain degree of deformability, enabling the reduction of differential stresses between tiles and the substrate. The choice of the product will depend on ambient conditions. There are also two additional characteristics that must be considered: normal (fr-one o one-flex) or fast (super-one) setting times. We recommend the use of a fast-setting adhesive for low temperatures (+ 5 ºC), high humidity, or if there is a risk of rain.

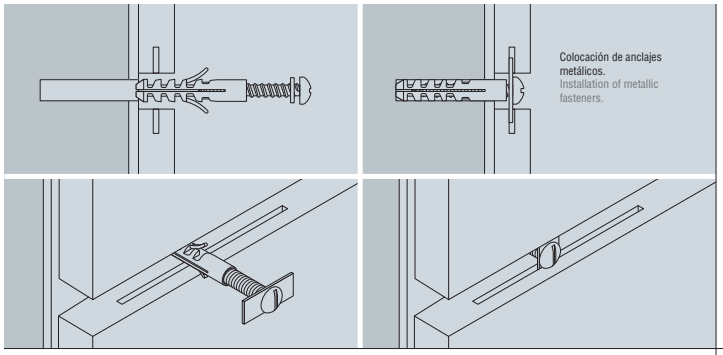
So as to ensure perfect adhesion and good deformability, especially with large-sized tiles, it is essential to replace the water in the mix with unilax additive, a resin-based latex in aqueous dispersion that adds a high degree of flexibility and enhances bonding strength.

Colocación de las baldosas.
La técnica de colocación es la de capa fina con doble encolado, que consiste en aplicar el adhesivo sobre el soporte y extenderlo con la llana dentada adecuada al formato de baldosa a colocar. Posteriormente aplicar una fina capa de adhesivo sobre el dorso de la baldosa con la parte lisa de la llana, de forma que se garantice una cobertura total de la baldosa con el adhesivo. Comprobar periódicamente la capacidad humectante (cobertura) del adhesivo que debe ser practicamente del 100%.

Como elemento adicional de seguridad en la Fachada Pegada se utilizan **anclajes metálicos** de sujeción en cada una de las piezas. Estos anclajes se atornillan directamente al soporte, quedando totalmente ocultos una vez rejuntada la fachada. Se solucionan así posibles errores de colocación y se garantiza completamente la seguridad del revestimiento.

Tile installation.
The floating and buttering method should always be used, which consists of spreading the adhesive over the substrate and combing it using a notched trowel. Trowel size should be suitable for the tile format being installed. Afterwards, a thin layer of adhesive is applied to the back of the tile with the flat side of the trowel, so as to ensure full coverage of the tile when it gets pressed down into the adhesive. The adhesive's wettability (coverage) should be checked on a regular basis and should be practically 100%.

As an additional safety measure in the Bonded Façade system, **metallic fasteners** are used to attach each one of the pieces. These fasteners are screwed directly into the substrate and are completely hidden once the façade is grouted. Thus, this effectively makes up for any installation errors and provides the façade covering with total safety.



Colocación de anclajes metálicos.
Installation of metallic fasteners.

Juntas de colocación.
La gran rigidez de las piezas cerámicas respecto a los movimientos y deformaciones que aparecen, obligan a contar con una separación entre pieza de tal forma que se puedan absorber mejor estos movimientos. Por ello, es necesario técnicamente realizar juntas de colocación entre baldosa, dejando como mínimo una anchura de 5 mm (colocación a junta abierta). Nunca debe colocar las baldosas sin junta (a testa).

El producto a utilizar para el sellado de estas juntas es **colorstuk**, línea profesional de morteros base cemento coloreados para el sellado de juntas de colocación (tipo CG2, según EN 13888). Sustituir totalmente el agua de amasado por **cl-stuk**, látex de resinas sintéticas. La inclusión de este aditivo favorece la impermeabilidad de la junta y mejora las características de flexibilidad y adhesión de la misma.

Installation joints.
The fact that ceramic pieces remain highly rigid when movements and deformations occur makes it necessary to leave spaces between pieces so that they are better able to absorb these stresses. Therefore, from a technical standpoint it is necessary to render installation joints between tiles, leaving a minimum width of 5 mm (open joint). Tiles should never be installed end-on-end (butt-jointed).

The product that should be used to grout these joints is **colorstuk**, from the professional line of cement-based coloured mortars for grouting installation joints (type CG2, as per EN 13888). The water in the mix should be totally replaced with **cl-stuk**, a synthetic resin-based latex. This additive helps to increase the imperviousness of joints, while enhancing the grout's flexibility and bonding strength.

Fases de aplicación del material de rejuntado. / Phases in the application of grouting materials.

Morteros base cemento coloreados.
Cement-based coloured mortars.

colorstuk 4-20*

colorstuk 2-12*

Aditivo de amasado.
Additive.

* Tipo CG2 según EN 13888 / Type CG2 as per EN 13888

39

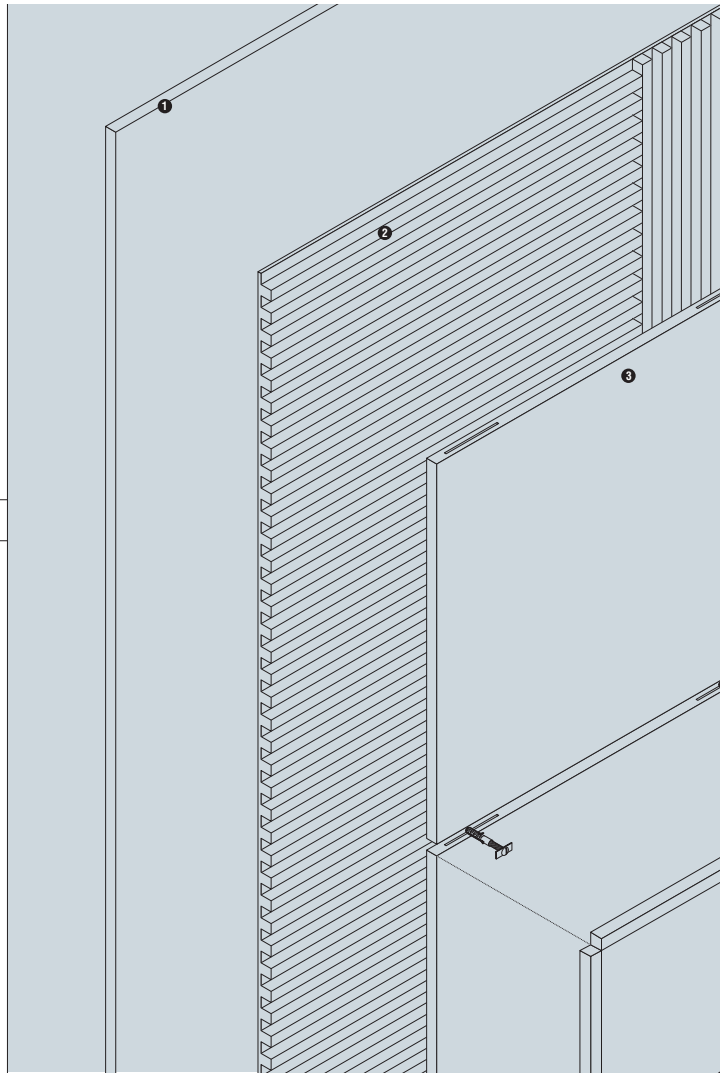
40 Aplicación del sellante **s-502**. / Application of **s-502** sealant.

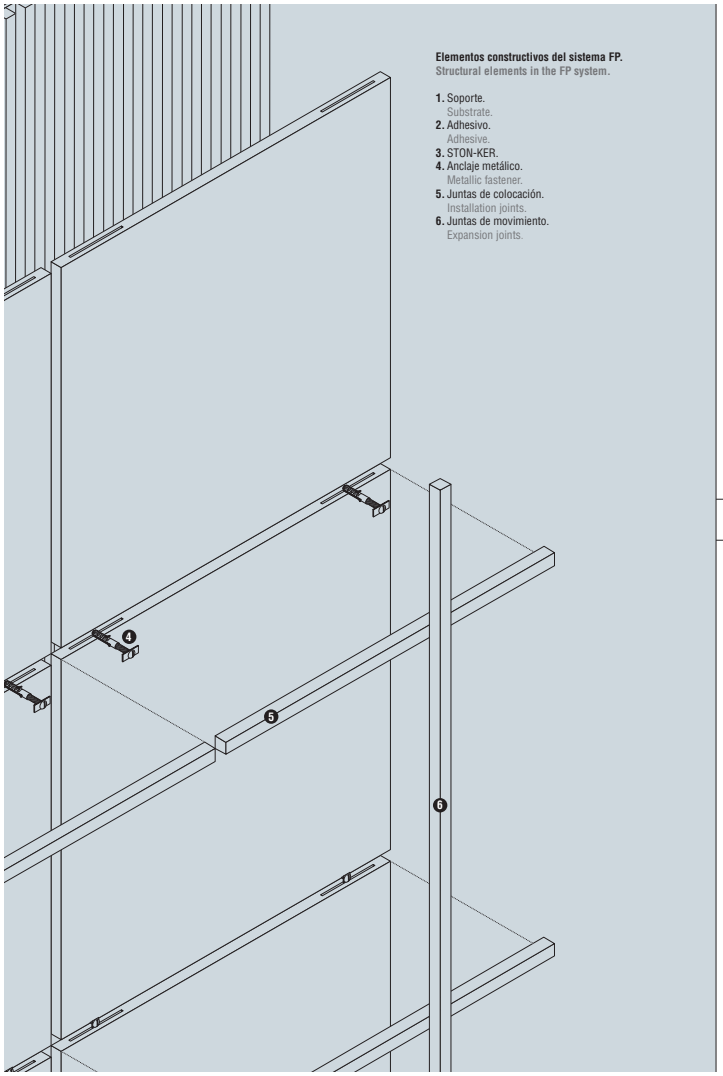
Juntas de movimiento.
Representan el factor fundamental en la conservación del revestimiento cerámico ante todos los movimientos, tanto propios del edificio como los inducidos que pueden tener lugar en la fachada. Contribuirán a la reducción de tensiones que puedan trasmitirse a las baldosas y provocar su rotura o desprendimiento.

Se ejecutarán en aquellas zonas donde cambie la naturaleza del soporte, ventanas, esquinas o cambios de plano del cerramiento. Además se contemplarán otros elementos estructurales como son las uniones entre los forjados o elementos fijos. Las juntas de dilatación deben formar paños de tamaño máximo 12-16 m^2, siendo estos lo más cuadrados posible, el ancho de junta aconsejable será de 8-10 mm. Para el sellado, utilizaremos **s-502** sellante silicónico acético de gran elasticidad y resistencia a los agentes atmosféricos.

Expansion joints.
These joints are of fundamental importance in conserving the ceramic-tiled covering against the building's own structural movements as well as those brought on by external factors which may affect the façade. They help to reduce the stresses that may be transmitted to tiles and cause breakage or detachments.

These joints should be rendered in those areas where the nature of the substrate changes, as in the case of windows, corners and shifts in plane along the façade. They should also be used in the presence of other structural elements, as with the union between floor slabs or fixed elements. Expansion joints should form sections no larger than 12-16 m^2, with these being as square as possible; recommended joint width is 8-10 mm. To seal these joints, use **s-502** acetic silicone-based sealant, which offers a high degree of elasticity and weather resistance.





Elementos constructivos del sistema FP.
Structural elements in the FP system.

1. Soporte.
Substrate.
2. Adhesivo.
Adhesive.
3. STON-KER.
4. Anclaje metálico.
Metallic fastener.
5. Juntas de colocación.
Installation joints.
6. Juntas de movimiento.
Expansion joints.

STON-KER es un producto cerámico diferente. Su singularidad consiste básicamente en "distribuir" todas y cada una de las características físicas y estéticas del material, a lo largo, lo ancho y en todo el espesor de las piezas. Este proceso, que sucede de forma espontánea en la naturaleza para conformar las piedras y mármoles naturales, es el que, de manera controlada, se utiliza en la fabricación del STON-KER.

Cada pieza se elabora con la mezcla de diferentes elementos minerales: tierras, óxidos, colores... A cada modelo se le aplica una combinación diferente, perfectamente estudiada. Sucesivos prensados y una cocción elevada amalgaman los distintos componentes, siguiendo un proceso similar al que las fuerzas geológicas utilizan en la naturaleza.

Características técnicas.
La serie STON-KER, está concebida para responder a las necesidades más exigentes de uso. Preparado para soportar con garantías condiciones de tránsito intenso y uso en exteriores, conjuga de manera óptima todas las prestaciones técnicas que ese tipo de uso exige con un diseño muy cuidado y gran sentido decorativo.

STON-KER es un nuevo concepto. Un producto con una estructura única y homogénea en el que la integración entre el soporte y la decoración es lineal, dotando así al material de unas características técnicas y estéticas sutilmente extendidas en toda su masa.

Gracias a la perfecta vitrificación no es posible la penetración de líquidos, ni la adherencia de la suciedad; también es resistente al ataque de ácidos. Las propiedades técnicas de vidriado superan ámpliamente los requisitos exigidos por las normas internacionales referentes al ataque químico y resistencia a las manchas.

A la par que resistente al rayado, la perfecta gresificación le proporciona al STON-KER una bajísima absorción de agua (<0,02%) y una gran resistencia a la helada, superando los mínimos exigidos por la normativa internacional de resistencia a la helada.

Por este motivo el STON-KER de PORCELANOSA / VENIS es muy apropiado para exteriores.

STON-KER is a very different ceramic product. Its uniqueness basically lies in the "distribution" of each and every physical and aesthetic characteristic of the material throughout the entire tile body. PORCELANOSA / VENIS has harnessed the naturally occurring process whereby stones and natural marbles are formed and used it to manufacture STON-KER.

Each piece is manufactured using a mixture of different minerals: clays, oxides and colours in carefully thought-out combinations that are then applied to each model. Subsequent pressing and high-temperature firing binds the different components together in a process that is very similar to that which results from geological forces in nature.

Technical characteristics.
The STON-KER series has been conceived to respond to the most exacting specifications for use. Designed to provide guaranteed performance in withstanding conditions of heavy traffic and exterior use, it optimally combines all of the technical characteristics that this type of use requires along with artful design and outstanding decorative flair.

STON-KER is a new concept. A product with an integral, homogeneous structure in which the integration between the biscuit and the decoration is linear, thus giving the material technical and aesthetic characteristics that subtly extend throughout the tile body.

Thanks to the its perfect vitrification, liquids are unable to penetrate into it, and dirt does not adhere to it. It is also resistant to acids. The technical properties of the glaze more than adequately exceed the demands required by the corresponding International Standards governing chemical attack and stain resistance.

In addition to being scratch resistant, STON-KER's perfect vitrification provides it with a low rate of water absorption (<0.02%) and excellent frost resistance, well exceeding the minimum requirements of the International Frost Resistance Standard.

For this reason, STON-KER by PORCELANOSA / VENIS is well-suited for exteriors.

Grupo absorción agua BIa
Water absorption group BIa

Características técnicas **Technical characteristics**		**Normas de ensayo** **Testing standards**	**Valores prescritos** **Set values**	**Nuestros valores** **Our values**
Características dimensionales Dimensional characteristics	Longitud y anchura Length and width	ISO 10545-2	±0,6%	±0,1%
	Espesor Thickness		±5,0%	±2,0%
	Rectitud de lados Straightness of sides		±0,5%	±0,3%
	Ortogonalidad Squareness		±0,6%	±0,4%
	Desviación de la planitud Deviation of planarity		±0,5%	±0,3%
Absorción de agua Water absorption		ISO 10545-3	<0,5%	≤0,02%
Resistencia a la flexión Bending strength	Módulo de rotura Modulus of rupture	ISO 10545-4	≥35 N/mm²	≥47 N/mm² (h=9,5mm)
	Carga de rotura Breakage load		>1.300 N	≥2.500 N
Resistencia a la abrasión profunda (mm^3) Deep abrasion resistance (mm^3)		ISO 10545-6	Máx. 175 mm^3 Mqx.	≤150 mm^3
Dilatación térmica lineal Linear thermal expansion		ISO 10545-8	Método de ensayo disponible Available test method	$<6.6x10^{-6}$ K^{-1}
Resistencia al choque térmico Thermal shock resistance		ISO 10545-9	Exigido Required	Resiste Resists
Resistencia al cuarteo Resistance to crazing		ISO 10545-11	Exigido Required	Resiste Resists
Resistencia a la helada Frost resistance		ISO 10545-12	Exigido Required	Resiste Resists
Dureza Mohs Hardness on Mohs' scale		EN 101	No se contempla Not considered	≥6
Resistencia al ataque químico Resistance to chemical attack	Ácidos y Bases Acids and Bases	ISO 10545-13	Según valores del fabricante As per manufacturer's values	Sin ataque Resists attack
	Productos de limpieza y reactivos de piscina Cleaning products and swimming pool additives		Mín. UB	UA
Resistencia a las manchas Resistance to staining		ISO 10545-14	Min. 3	5
Resistencia al deslizamiento Slip resistance		DIN 51130	R9	R≥9
Resistencia del color a la luz solar Colour fastness to sunlight		DIN 51094	Sin variación de color No variation in colour	Cumple Complies

Diseño
bbmStudio.com

Impresión
Presval

© 2004 butech
El contenido de este catálogo está protegido por la Ley de Propiedad Intelectual. Real Decreto Legislativo 1/1996. Cualquier reproducción del mismo, en parte o en su totalidad, sin autorización expresa de Porcelanosa Grupo puede ser sancionada conforme el Código Penal.

La experiencia de PORCELANOSA Grupo en la fabricación de cerámica y la búsqueda de butech de nuevas soluciones constructivas ha llevado al desarrollo de los Sistemas FV y FP en fachadas.

Nuevos ámbitos de vida y trabajo.

butech.
Camino les Voltes s/n. 12540 Villarreal, Castellón, España.
Teléfono: (+34) 964 53 62 00 Fax: (+34) 964 53 00 34 e-Mail: butech@butech.es
Apartado de Correos: 297

www.butech.es

ANEXO II

BASE DE DADOS DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Nas tabelas seguintes apresentam-se os resultados obtidos na quantificação dos custos de manutenção de oito tecnologias de construção de fachadas ventiladas.

Anexo II.2

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV1	Alucobond	100,00 €

i	0,00169

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
0	- €	- €	- €	1,00	- €
1	- €	- €	- €	1,00	- €
2	- €	- €	- €	1,00	- €
3	- €	- €	- €	1,01	- €
4	- €	- €	- €	1,01	- €
5	- €	- €	- €	1,01	- €
6	- €	- €	- €	1,01	- €
7	- €	- €	- €	1,01	- €
8	- €	- €	- €	1,01	- €
9	- €	- €	- €	1,02	- €
10	- €	18,20 €	- €	1,02	18,51 €
11	- €	- €	- €	1,02	- €
12	- €	- €	- €	1,02	- €
13	- €	- €	- €	1,02	- €
14	- €	- €	- €	1,02	- €
15	- €	- €	- €	1,03	- €
16	- €	- €	- €	1,03	- €
17	- €	- €	- €	1,03	- €
18	- €	- €	- €	1,03	- €
19	- €	- €	- €	1,03	- €
20	- €	18,20 €	- €	1,03	18,83 €
21	- €	- €	- €	1,04	- €
22	- €	- €	- €	1,04	- €
23	- €	- €	- €	1,04	- €
24	- €	- €	- €	1,04	- €
25	- €	- €	- €	1,04	- €
26	- €	- €	- €	1,04	- €
27	- €	- €	- €	1,05	- €
28	- €	- €	- €	1,05	- €
29	- €	- €	- €	1,05	- €
30	- €	18,20 €	- €	1,05	19,15 €
31	- €	- €	- €	1,05	- €
32	- €	- €	- €	1,06	- €
33	- €	- €	- €	1,06	- €
34	- €	- €	- €	1,06	- €
35	- €	- €	- €	1,06	- €
36	- €	- €	- €	1,06	- €
37	- €	- €	- €	1,06	- €
38	- €	- €	- €	1,07	- €

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
39	- €	- €	- €	1,07	- €
40	- €	18,20 €	- €	1,07	19,47 €
41	- €	- €	- €	1,07	- €
42	- €	- €	- €	1,07	- €
43	- €	- €	- €	1,08	- €
44	- €	- €	- €	1,08	- €
45	- €	- €	- €	1,08	- €
46	- €	- €	- €	1,08	- €
47	- €	- €	- €	1,08	- €
48	- €	- €	- €	1,08	- €
49	- €	- €	- €	1,09	- €
50	- €	18,20 €	- €	1,09	19,80 €
					95,76 €

Resumo:

n	FV1
0	- €
10	18,51 €
20	18,83 €
30	19,15 €
40	19,47 €
50	19,80 €

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV2	Reynobond	100,00 €

i	0,00169

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
0	- €	- €	- €	1,00	- €
1	- €	- €	- €	1,00	- €
2	- €	- €	- €	1,00	- €
3	- €	- €	- €	1,01	- €
4	- €	- €	- €	1,01	- €
5	- €	- €	- €	1,01	- €
6	- €	- €	- €	1,01	- €
7	- €	- €	- €	1,01	- €
8	- €	- €	- €	1,01	- €
9	- €	- €	- €	1,02	- €
10	- €	18,20 €	- €	1,02	18,51 €
11	- €	- €	- €	1,02	- €
12	- €	- €	- €	1,02	- €
13	- €	- €	- €	1,02	- €
14	- €	- €	- €	1,02	- €
15	- €	- €	- €	1,03	- €
16	- €	- €	- €	1,03	- €
17	- €	- €	- €	1,03	- €
18	- €	- €	- €	1,03	- €
19	- €	- €	- €	1,03	- €
20	- €	18,20 €	- €	1,03	18,83 €
21	- €	- €	- €	1,04	- €
22	- €	- €	- €	1,04	- €
23	- €	- €	- €	1,04	- €
24	- €	- €	- €	1,04	- €
25	- €	- €	- €	1,04	- €
26	- €	- €	- €	1,04	- €
27	- €	- €	- €	1,05	- €
28	- €	- €	- €	1,05	- €
29	- €	- €	- €	1,05	- €
30	- €	18,20 €	- €	1,05	19,15 €
31	- €	- €	- €	1,05	- €
32	- €	- €	- €	1,06	- €
33	- €	- €	- €	1,06	- €
34	- €	- €	- €	1,06	- €
35	- €	- €	- €	1,06	- €
36	- €	- €	- €	1,06	- €
37	- €	- €	- €	1,06	- €
38	- €	- €	- €	1,07	- €

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
39	- €	- €	- €	1,07	- €
40	- €	18,20 €	- €	1,07	19,47 €
41	- €	- €	- €	1,07	- €
42	- €	- €	- €	1,07	- €
43	- €	- €	- €	1,08	- €
44	- €	- €	- €	1,08	- €
45	- €	- €	- €	1,08	- €
46	- €	- €	- €	1,08	- €
47	- €	- €	- €	1,08	- €
48	- €	- €	- €	1,08	- €
49	- €	- €	- €	1,09	- €
50	- €	18,20 €	- €	1,09	19,80 €
					95,76 €

Resumo:

n	FV2
0	- €
10	18,51 €
20	18,83 €
30	19,15 €
40	19,47 €
50	19,80 €

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV3	Reynolux	48,00 €

i	0,00169

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
0	- €	- €	- €	1,00	- €
1	- €	- €	- €	1,00	- €
2	- €	- €	- €	1,00	- €
3	- €	- €	- €	1,01	- €
4	- €	- €	- €	1,01	- €
5	- €	- €	- €	1,01	- €
6	- €	- €	- €	1,01	- €
7	- €	- €	- €	1,01	- €
8	- €	- €	- €	1,01	- €
9	- €	- €	- €	1,02	- €
10	- €	22,88 €	- €	1,02	23,27 €
11	- €	- €	- €	1,02	- €
12	- €	- €	- €	1,02	- €
13	- €	- €	- €	1,02	- €
14	- €	- €	- €	1,02	- €
15	- €	- €	- €	1,03	- €
16	- €	- €	- €	1,03	- €
17	- €	- €	- €	1,03	- €
18	- €	- €	- €	1,03	- €
19	- €	- €	- €	1,03	- €
20	- €	22,88 €	- €	1,03	23,67 €
21	- €	- €	- €	1,04	- €
22	- €	- €	- €	1,04	- €
23	- €	- €	- €	1,04	- €
24	- €	- €	- €	1,04	- €
25	- €	- €	- €	1,04	- €
26	- €	- €	- €	1,04	- €
27	- €	- €	- €	1,05	- €
28	- €	- €	- €	1,05	- €
29	- €	- €	- €	1,05	- €
30	- €	22,88 €	- €	1,05	24,07 €
31	- €	- €	- €	1,05	- €
32	- €	- €	- €	1,06	- €
33	- €	- €	- €	1,06	- €
34	- €	- €	- €	1,06	- €
35	- €	- €	- €	1,06	- €
36	- €	- €	- €	1,06	- €
37	- €	- €	- €	1,06	- €
38	- €	- €	- €	1,07	- €

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
39	- €	- €	- €	1,07	- €
40	- €	22,88 €	- €	1,07	24,48 €
41	- €	- €	- €	1,07	- €
42	- €	- €	- €	1,07	- €
43	- €	- €	- €	1,08	- €
44	- €	- €	- €	1,08	- €
45	- €	- €	- €	1,08	- €
46	- €	- €	- €	1,08	- €
47	- €	- €	- €	1,08	- €
48	- €	- €	- €	1,08	- €
49	- €	- €	- €	1,09	- €
50	- €	22,88 €	- €	1,09	24,90 €
					120,38 €

Resumo:

n	FV3
0	- €
10	23,27 €
20	23,67 €
30	24,07 €
40	24,48 €
50	24,90 €

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV4	Trespa 8mm (FV)	92,50 €

i	0,00169

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
0	- €	- €	- €	1,00	- €
1	- €	- €	- €	1,00	- €
2	- €	- €	- €	1,00	- €
3	- €	- €	- €	1,01	- €
4	- €	- €	- €	1,01	- €
5	- €	- €	- €	1,01	- €
6	- €	- €	- €	1,01	- €
7	- €	- €	- €	1,01	- €
8	- €	- €	- €	1,01	- €
9	- €	- €	- €	1,02	- €
10	- €	22,80 €	- €	1,02	23,19 €
11	- €	- €	- €	1,02	- €
12	- €	- €	- €	1,02	- €
13	- €	- €	- €	1,02	- €
14	- €	- €	- €	1,02	- €
15	- €	- €	- €	1,03	- €
16	- €	- €	- €	1,03	- €
17	- €	- €	- €	1,03	- €
18	- €	- €	- €	1,03	- €
19	- €	- €	- €	1,03	- €
20	- €	22,80 €	- €	1,03	23,58 €
21	- €	- €	- €	1,04	- €
22	- €	- €	- €	1,04	- €
23	- €	- €	- €	1,04	- €
24	- €	- €	- €	1,04	- €
25	- €	- €	- €	1,04	- €
26	- €	- €	- €	1,04	- €
27	- €	- €	- €	1,05	- €
28	- €	- €	- €	1,05	- €
29	- €	- €	- €	1,05	- €
30	- €	22,80 €	- €	1,05	23,98 €
31	- €	- €	- €	1,05	- €
32	- €	- €	- €	1,06	- €
33	- €	- €	- €	1,06	- €
34	- €	- €	- €	1,06	- €
35	- €	- €	- €	1,06	- €
36	- €	- €	- €	1,06	- €
37	- €	- €	- €	1,06	- €
38	- €	- €	- €	1,07	- €

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
39	- €	- €	- €	1,07	- €
40	- €	22,80 €	- €	1,07	24,39 €
41	- €	- €	- €	1,07	- €
42	- €	- €	- €	1,07	- €
43	- €	- €	- €	1,08	- €
44	- €	- €	- €	1,08	- €
45	- €	- €	- €	1,08	- €
46	- €	- €	- €	1,08	- €
47	- €	- €	- €	1,08	- €
48	- €	- €	- €	1,08	- €
49	- €	- €	- €	1,09	- €
50	- €	22,80 €	- €	1,09	24,81 €
					119,96 €

Resumo:

n	FV4
0	- €
10	23,19 €
20	23,58 €
30	23,98 €
40	24,39 €
50	24,81 €

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV5	Trespa 8mm (FO)	140,00 €

i	0,00169

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
0	- €	- €	- €	1,00	- €
1	- €	- €	- €	1,00	- €
2	- €	- €	- €	1,00	- €
3	- €	- €	- €	1,01	- €
4	- €	- €	- €	1,01	- €
5	- €	- €	- €	1,01	- €
6	- €	- €	- €	1,01	- €
7	- €	- €	- €	1,01	- €
8	- €	- €	- €	1,01	- €
9	- €	- €	- €	1,02	- €
10	- €	24,75 €	- €	1,02	25,17 €
11	- €	- €	- €	1,02	- €
12	- €	- €	- €	1,02	- €
13	- €	- €	- €	1,02	- €
14	- €	- €	- €	1,02	- €
15	- €	- €	- €	1,03	- €
16	- €	- €	- €	1,03	- €
17	- €	- €	- €	1,03	- €
18	- €	- €	- €	1,03	- €
19	- €	- €	- €	1,03	- €
20	- €	24,75 €	- €	1,03	25,60 €
21	- €	- €	- €	1,04	- €
22	- €	- €	- €	1,04	- €
23	- €	- €	- €	1,04	- €
24	- €	- €	- €	1,04	- €
25	- €	- €	- €	1,04	- €
26	- €	- €	- €	1,04	- €
27	- €	- €	- €	1,05	- €
28	- €	- €	- €	1,05	- €
29	- €	- €	- €	1,05	- €
30	- €	24,75 €	- €	1,05	26,04 €
31	- €	- €	- €	1,05	- €
32	- €	- €	- €	1,06	- €
33	- €	- €	- €	1,06	- €
34	- €	- €	- €	1,06	- €
35	- €	- €	- €	1,06	- €
36	- €	- €	- €	1,06	- €
37	- €	- €	- €	1,06	- €
38	- €	- €	- €	1,07	- €

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
39	- €	- €	- €	1,07	- €
40	- €	24,75 €	- €	1,07	26,48 €
41	- €	- €	- €	1,07	- €
42	- €	- €	- €	1,07	- €
43	- €	- €	- €	1,08	- €
44	- €	- €	- €	1,08	- €
45	- €	- €	- €	1,08	- €
46	- €	- €	- €	1,08	- €
47	- €	- €	- €	1,08	- €
48	- €	- €	- €	1,08	- €
49	- €	- €	- €	1,09	- €
50	- €	24,75 €	- €	1,09	26,93 €
					130,22 €

Resumo:

n	FV5
0	- €
10	25,17 €
20	25,60 €
30	26,04 €
40	26,48 €
50	26,93 €

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV6	Eternit 8mm (FV)	122,50 €

i	0,00169

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
0	- €	- €	- €	1,00	- €
1	- €	- €	- €	1,00	- €
2	- €	- €	- €	1,00	- €
3	- €	- €	- €	1,01	- €
4	- €	- €	- €	1,01	- €
5	- €	- €	- €	1,01	- €
6	- €	- €	- €	1,01	- €
7	- €	- €	- €	1,01	- €
8	- €	- €	- €	1,01	- €
9	- €	- €	- €	1,02	- €
10	- €	16,28 €	- €	1,02	16,56 €
11	- €	- €	- €	1,02	- €
12	- €	- €	- €	1,02	- €
13	- €	- €	- €	1,02	- €
14	- €	- €	- €	1,02	- €
15	- €	- €	- €	1,03	- €
16	- €	- €	- €	1,03	- €
17	- €	- €	- €	1,03	- €
18	- €	- €	- €	1,03	- €
19	- €	- €	- €	1,03	- €
20	- €	16,28 €	- €	1,03	16,84 €
21	- €	- €	- €	1,04	- €
22	- €	- €	- €	1,04	- €
23	- €	- €	- €	1,04	- €
24	- €	- €	- €	1,04	- €
25	- €	- €	- €	1,04	- €
26	- €	- €	- €	1,04	- €
27	- €	- €	- €	1,05	- €
28	- €	- €	- €	1,05	- €
29	- €	- €	- €	1,05	- €
30	- €	16,28 €	- €	1,05	17,13 €
31	- €	- €	- €	1,05	- €
32	- €	- €	- €	1,06	- €
33	- €	- €	- €	1,06	- €
34	- €	- €	- €	1,06	- €
35	- €	- €	- €	1,06	- €
36	- €	- €	- €	1,06	- €
37	- €	- €	- €	1,06	- €
38	- €	- €	- €	1,07	- €

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
39	- €	- €	- €	1,07	- €
40	- €	16,28 €	- €	1,07	17,42 €
41	- €	- €	- €	1,07	- €
42	- €	- €	- €	1,07	- €
43	- €	- €	- €	1,08	- €
44	- €	- €	- €	1,08	- €
45	- €	- €	- €	1,08	- €
46	- €	- €	- €	1,08	- €
47	- €	- €	- €	1,08	- €
48	- €	- €	- €	1,08	- €
49	- €	- €	- €	1,09	- €
50	- €	16,28 €	- €	1,09	17,71 €
					85,65 €

Resumo:

n	FV6
0	- €
10	16,56 €
20	16,84 €
30	17,13 €
40	17,42 €
50	17,71 €

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV7	Levantina	173,45 €

i	0,00169

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
0	- €	- €	- €	1,00	- €
1	- €	- €	- €	1,00	- €
2	- €	- €	- €	1,00	- €
3	- €	- €	- €	1,01	- €
4	- €	- €	- €	1,01	- €
5	- €	- €	- €	1,01	- €
6	- €	- €	- €	1,01	- €
7	- €	- €	- €	1,01	- €
8	- €	- €	- €	1,01	- €
9	- €	- €	- €	1,02	- €
10	- €	15,61 €	- €	1,02	15,88 €
11	- €	- €	- €	1,02	- €
12	- €	- €	- €	1,02	- €
13	- €	- €	- €	1,02	- €
14	- €	- €	- €	1,02	- €
15	- €	- €	- €	1,03	- €
16	- €	- €	- €	1,03	- €
17	- €	- €	- €	1,03	- €
18	- €	- €	- €	1,03	- €
19	- €	- €	- €	1,03	- €
20	- €	15,61 €	- €	1,03	16,15 €
21	- €	- €	- €	1,04	- €
22	- €	- €	- €	1,04	- €
23	- €	- €	- €	1,04	- €
24	- €	- €	- €	1,04	- €
25	- €	- €	- €	1,04	- €
26	- €	- €	- €	1,04	- €
27	- €	- €	- €	1,05	- €
28	- €	- €	- €	1,05	- €
29	- €	- €	- €	1,05	- €
30	- €	15,61 €	- €	1,05	16,42 €
31	- €	- €	- €	1,05	- €
32	- €	- €	- €	1,06	- €
33	- €	- €	- €	1,06	- €
34	- €	- €	- €	1,06	- €
35	- €	- €	- €	1,06	- €
36	- €	- €	- €	1,06	- €
37	- €	- €	- €	1,06	- €
38	- €	- €	- €	1,07	- €

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
39	- €	- €	- €	1,07	- €
40	- €	15,61 €	- €	1,07	16,70 €
41	- €	- €	- €	1,07	- €
42	- €	- €	- €	1,07	- €
43	- €	- €	- €	1,08	- €
44	- €	- €	- €	1,08	- €
45	- €	- €	- €	1,08	- €
46	- €	- €	- €	1,08	- €
47	- €	- €	- €	1,08	- €
48	- €	- €	- €	1,08	- €
49	- €	- €	- €	1,09	- €
50	- €	15,61 €	- €	1,09	16,99 €
					82,13 €

Resumo:

n	FV7
0	- €
10	15,88 €
20	16,15 €
30	16,42 €
40	16,70 €
50	16,99 €

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV8	Butech	202,59 €

i	0,00169

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
0	- €	- €	- €	1,00	- €
1	- €	- €	- €	1,00	- €
2	- €	- €	- €	1,00	- €
3	- €	- €	- €	1,01	- €
4	- €	- €	- €	1,01	- €
5	- €	- €	- €	1,01	- €
6	- €	- €	- €	1,01	- €
7	- €	- €	- €	1,01	- €
8	- €	- €	- €	1,01	- €
9	- €	- €	- €	1,02	- €
10	- €	34,44 €	- €	1,02	35,03 €
11	- €	- €	- €	1,02	- €
12	- €	- €	- €	1,02	- €
13	- €	- €	- €	1,02	- €
14	- €	- €	- €	1,02	- €
15	- €	- €	- €	1,03	- €
16	- €	- €	- €	1,03	- €
17	- €	- €	- €	1,03	- €
18	- €	- €	- €	1,03	- €
19	- €	- €	- €	1,03	- €
20	- €	34,44 €	- €	1,03	35,62 €
21	- €	- €	- €	1,04	- €
22	- €	- €	- €	1,04	- €
23	- €	- €	- €	1,04	- €
24	- €	- €	- €	1,04	- €
25	- €	- €	- €	1,04	- €
26	- €	- €	- €	1,04	- €
27	- €	- €	- €	1,05	- €
28	- €	- €	- €	1,05	- €
29	- €	- €	- €	1,05	- €
30	- €	34,44 €	- €	1,05	36,23 €
31	- €	- €	- €	1,05	- €
32	- €	- €	- €	1,06	- €
33	- €	- €	- €	1,06	- €
34	- €	- €	- €	1,06	- €
35	- €	- €	- €	1,06	- €
36	- €	- €	- €	1,06	- €
37	- €	- €	- €	1,06	- €
38	- €	- €	- €	1,07	- €

n	C_R	C_{MC}	C_E	$(1+i)^n$	C_{MA}
39	- €	- €	- €	1,07	- €
40	- €	34,44 €	- €	1,07	36,85 €
41	- €	- €	- €	1,07	- €
42	- €	- €	- €	1,07	- €
43	- €	- €	- €	1,08	- €
44	- €	- €	- €	1,08	- €
45	- €	- €	- €	1,08	- €
46	- €	- €	- €	1,08	- €
47	- €	- €	- €	1,08	- €
48	- €	- €	- €	1,08	- €
49	- €	- €	- €	1,09	- €
50	- €	34,44 €	- €	1,09	37,47 €
					181,20 €

Resumo:

n	FV8
0	- €
10	35,03 €
20	35,62 €
30	36,23 €
40	36,85 €
50	37,47 €

ANEXO III

BASE DE DADOS DOS CUSTOS DE DESCONSTRUÇÃO

Nas tabelas seguintes apresentam-se os resultados obtidos na quantificação dos custos de desconstrução de oito tecnologias de construção de fachadas ventiladas.

Anexo III.2

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV1	Alucobond	100,00

i	0,00323

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
0	- €	- €	- €	1,000	- €
1	- €	- €	- €	1,003	- €
2	- €	- €	- €	1,006	- €
3	- €	- €	- €	1,010	- €
4	- €	- €	- €	1,013	- €
5	- €	- €	- €	1,016	- €
6	- €	- €	- €	1,020	- €
7	- €	- €	- €	1,023	- €
8	- €	- €	- €	1,026	- €
9	- €	- €	- €	1,029	- €
10	- €	- €	- €	1,033	- €
11	- €	- €	- €	1,036	- €
12	- €	- €	- €	1,039	- €
13	- €	- €	- €	1,043	- €
14	- €	- €	- €	1,046	- €
15	- €	- €	- €	1,050	- €
16	- €	- €	- €	1,053	- €
17	- €	- €	- €	1,056	- €
18	- €	- €	- €	1,060	- €
19	- €	- €	- €	1,063	- €
20	- €	- €	- €	1,067	- €
21	- €	- €	- €	1,070	- €
22	- €	- €	- €	1,074	- €
23	- €	- €	- €	1,077	- €
24	- €	- €	- €	1,080	- €
25	- €	- €	- €	1,084	- €
26	- €	- €	- €	1,087	- €
27	- €	- €	- €	1,091	- €
28	- €	- €	- €	1,094	- €
29	- €	- €	- €	1,098	- €
30	- €	- €	- €	1,102	- €
31	- €	- €	- €	1,105	- €
32	- €	- €	- €	1,109	- €
33	- €	- €	- €	1,112	- €
34	- €	- €	- €	1,116	- €
35	- €	- €	- €	1,119	- €
36	- €	- €	- €	1,123	- €

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
37	- €	- €	- €	1,127	- €
38	- €	- €	- €	1,130	- €
39	- €	- €	- €	1,134	- €
40	- €	- €	- €	1,138	- €
41	- €	- €	- €	1,141	- €
42	- €	- €	- €	1,145	- €
43	- €	- €	- €	1,149	- €
44	- €	- €	- €	1,152	- €
45	- €	- €	- €	1,156	- €
46	- €	- €	- €	1,160	- €
47	- €	- €	- €	1,164	- €
48	- €	- €	- €	1,167	- €
49	- €	- €	- €	1,171	- €
50	21,32 €	- €	- €	1,175	25,05 €
					25,05 €

Resumo:

n	FV1
0	- €
10	- €
20	- €
30	- €
40	- €
50	25,05 €

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV2	Reynobond	95,00

i	0,00323

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
0	- €	- €	- €	1,000	- €
1	- €	- €	- €	1,003	- €
2	- €	- €	- €	1,006	- €
3	- €	- €	- €	1,010	- €
4	- €	- €	- €	1,013	- €
5	- €	- €	- €	1,016	- €
6	- €	- €	- €	1,020	- €
7	- €	- €	- €	1,023	- €
8	- €	- €	- €	1,026	- €
9	- €	- €	- €	1,029	- €
10	- €	- €	- €	1,033	- €
11	- €	- €	- €	1,036	- €
12	- €	- €	- €	1,039	- €
13	- €	- €	- €	1,043	- €
14	- €	- €	- €	1,046	- €
15	- €	- €	- €	1,050	- €
16	- €	- €	- €	1,053	- €
17	- €	- €	- €	1,056	- €
18	- €	- €	- €	1,060	- €
19	- €	- €	- €	1,063	- €
20	- €	- €	- €	1,067	- €
21	- €	- €	- €	1,070	- €
22	- €	- €	- €	1,074	- €
23	- €	- €	- €	1,077	- €
24	- €	- €	- €	1,080	- €
25	- €	- €	- €	1,084	- €
26	- €	- €	- €	1,087	- €
27	- €	- €	- €	1,091	- €
28	- €	- €	- €	1,094	- €
29	- €	- €	- €	1,098	- €
30	- €	- €	- €	1,102	- €
31	- €	- €	- €	1,105	- €
32	- €	- €	- €	1,109	- €
33	- €	- €	- €	1,112	- €
34	- €	- €	- €	1,116	- €
35	- €	- €	- €	1,119	- €
36	- €	- €	- €	1,123	- €

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
37	- €	- €	- €	1,127	- €
38	- €	- €	- €	1,130	- €
39	- €	- €	- €	1,134	- €
40	- €	- €	- €	1,138	- €
41	- €	- €	- €	1,141	- €
42	- €	- €	- €	1,145	- €
43	- €	- €	- €	1,149	- €
44	- €	- €	- €	1,152	- €
45	- €	- €	- €	1,156	- €
46	- €	- €	- €	1,160	- €
47	- €	- €	- €	1,164	- €
48	- €	- €	- €	1,167	- €
49	- €	- €	- €	1,171	- €
50	21,32 €	- €	- €	1,175	25,05 €
					25,05 €

Resumo:

n	FV2
0	- €
10	- €
20	- €
30	- €
40	- €
50	25,05 €

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV3	Reynolux	48,00

i	0,00323

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
0	- €	- €	- €	1,000	- €
1	- €	- €	- €	1,003	- €
2	- €	- €	- €	1,006	- €
3	- €	- €	- €	1,010	- €
4	- €	- €	- €	1,013	- €
5	- €	- €	- €	1,016	- €
6	- €	- €	- €	1,020	- €
7	- €	- €	- €	1,023	- €
8	- €	- €	- €	1,026	- €
9	- €	- €	- €	1,029	- €
10	- €	- €	- €	1,033	- €
11	- €	- €	- €	1,036	- €
12	- €	- €	- €	1,039	- €
13	- €	- €	- €	1,043	- €
14	- €	- €	- €	1,046	- €
15	- €	- €	- €	1,050	- €
16	- €	- €	- €	1,053	- €
17	- €	- €	- €	1,056	- €
18	- €	- €	- €	1,060	- €
19	- €	- €	- €	1,063	- €
20	- €	- €	- €	1,067	- €
21	- €	- €	- €	1,070	- €
22	- €	- €	- €	1,074	- €
23	- €	- €	- €	1,077	- €
24	- €	- €	- €	1,080	- €
25	- €	- €	- €	1,084	- €
26	- €	- €	- €	1,087	- €
27	- €	- €	- €	1,091	- €
28	- €	- €	- €	1,094	- €
29	- €	- €	- €	1,098	- €
30	- €	- €	- €	1,102	- €
31	- €	- €	- €	1,105	- €
32	- €	- €	- €	1,109	- €
33	- €	- €	- €	1,112	- €
34	- €	- €	- €	1,116	- €
35	- €	- €	- €	1,119	- €
36	- €	- €	- €	1,123	- €

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
37	- €	- €	- €	1,127	- €
38	- €	- €	- €	1,130	- €
39	- €	- €	- €	1,134	- €
40	- €	- €	- €	1,138	- €
41	- €	- €	- €	1,141	- €
42	- €	- €	- €	1,145	- €
43	- €	- €	- €	1,149	- €
44	- €	- €	- €	1,152	- €
45	- €	- €	- €	1,156	- €
46	- €	- €	- €	1,160	- €
47	- €	- €	- €	1,164	- €
48	- €	- €	- €	1,167	- €
49	- €	- €	- €	1,171	- €
50	21,32 €	- €	- €	1,175	25,05 €
					25,05 €

Resumo:

n	FV3
0	- €
10	- €
20	- €
30	- €
40	- €
50	25,05 €

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV4	Trespa 8mm (FV)	92,50

i	0,00323

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
0	- €	- €	- €	1,000	- €
1	- €	- €	- €	1,003	- €
2	- €	- €	- €	1,006	- €
3	- €	- €	- €	1,010	- €
4	- €	- €	- €	1,013	- €
5	- €	- €	- €	1,016	- €
6	- €	- €	- €	1,020	- €
7	- €	- €	- €	1,023	- €
8	- €	- €	- €	1,026	- €
9	- €	- €	- €	1,029	- €
10	- €	- €	- €	1,033	- €
11	- €	- €	- €	1,036	- €
12	- €	- €	- €	1,039	- €
13	- €	- €	- €	1,043	- €
14	- €	- €	- €	1,046	- €
15	- €	- €	- €	1,050	- €
16	- €	- €	- €	1,053	- €
17	- €	- €	- €	1,056	- €
18	- €	- €	- €	1,060	- €
19	- €	- €	- €	1,063	- €
20	- €	- €	- €	1,067	- €
21	- €	- €	- €	1,070	- €
22	- €	- €	- €	1,074	- €
23	- €	- €	- €	1,077	- €
24	- €	- €	- €	1,080	- €
25	- €	- €	- €	1,084	- €
26	- €	- €	- €	1,087	- €
27	- €	- €	- €	1,091	- €
28	- €	- €	- €	1,094	- €
29	- €	- €	- €	1,098	- €
30	- €	- €	- €	1,102	- €
31	- €	- €	- €	1,105	- €
32	- €	- €	- €	1,109	- €
33	- €	- €	- €	1,112	- €
34	- €	- €	- €	1,116	- €
35	- €	- €	- €	1,119	- €
36	- €	- €	- €	1,123	- €

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
37	- €	- €	- €	1,127	- €
38	- €	- €	- €	1,130	- €
39	- €	- €	- €	1,134	- €
40	- €	- €	- €	1,138	- €
41	- €	- €	- €	1,141	- €
42	- €	- €	- €	1,145	- €
43	- €	- €	- €	1,149	- €
44	- €	- €	- €	1,152	- €
45	- €	- €	- €	1,156	- €
46	- €	- €	- €	1,160	- €
47	- €	- €	- €	1,164	- €
48	- €	- €	- €	1,167	- €
49	- €	- €	- €	1,171	- €
50	21,32 €	- €	- €	1,175	25,05 €
					25,05 €

Resumo:

n	FV4
0	- €
10	- €
20	- €
30	- €
40	- €
50	25,05 €

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV5	Trespa 8mm (FO)	140,00

i	0,00323

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
0	- €	- €	- €	1,000	- €
1	- €	- €	- €	1,003	- €
2	- €	- €	- €	1,006	- €
3	- €	- €	- €	1,010	- €
4	- €	- €	- €	1,013	- €
5	- €	- €	- €	1,016	- €
6	- €	- €	- €	1,020	- €
7	- €	- €	- €	1,023	- €
8	- €	- €	- €	1,026	- €
9	- €	- €	- €	1,029	- €
10	- €	- €	- €	1,033	- €
11	- €	- €	- €	1,036	- €
12	- €	- €	- €	1,039	- €
13	- €	- €	- €	1,043	- €
14	- €	- €	- €	1,046	- €
15	- €	- €	- €	1,050	- €
16	- €	- €	- €	1,053	- €
17	- €	- €	- €	1,056	- €
18	- €	- €	- €	1,060	- €
19	- €	- €	- €	1,063	- €
20	- €	- €	- €	1,067	- €
21	- €	- €	- €	1,070	- €
22	- €	- €	- €	1,074	- €
23	- €	- €	- €	1,077	- €
24	- €	- €	- €	1,080	- €
25	- €	- €	- €	1,084	- €
26	- €	- €	- €	1,087	- €
27	- €	- €	- €	1,091	- €
28	- €	- €	- €	1,094	- €
29	- €	- €	- €	1,098	- €
30	- €	- €	- €	1,102	- €
31	- €	- €	- €	1,105	- €
32	- €	- €	- €	1,109	- €
33	- €	- €	- €	1,112	- €
34	- €	- €	- €	1,116	- €
35	- €	- €	- €	1,119	- €
36	- €	- €	- €	1,123	- €

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
37	- €	- €	- €	1,127	- €
38	- €	- €	- €	1,130	- €
39	- €	- €	- €	1,134	- €
40	- €	- €	- €	1,138	- €
41	- €	- €	- €	1,141	- €
42	- €	- €	- €	1,145	- €
43	- €	- €	- €	1,149	- €
44	- €	- €	- €	1,152	- €
45	- €	- €	- €	1,156	- €
46	- €	- €	- €	1,160	- €
47	- €	- €	- €	1,164	- €
48	- €	- €	- €	1,167	- €
49	- €	- €	- €	1,171	- €
50	21,32 €	- €	- €	1,175	25,05 €
					25,05 €

Resumo:

n	FV5
0	- €
10	- €
20	- €
30	- €
40	- €
50	25,05 €

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV6	Eternit 8mm (FV)	122,50

i	0,00323

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
0	- €	- €	- €	1,000	- €
1	- €	- €	- €	1,003	- €
2	- €	- €	- €	1,006	- €
3	- €	- €	- €	1,010	- €
4	- €	- €	- €	1,013	- €
5	- €	- €	- €	1,016	- €
6	- €	- €	- €	1,020	- €
7	- €	- €	- €	1,023	- €
8	- €	- €	- €	1,026	- €
9	- €	- €	- €	1,029	- €
10	- €	- €	- €	1,033	- €
11	- €	- €	- €	1,036	- €
12	- €	- €	- €	1,039	- €
13	- €	- €	- €	1,043	- €
14	- €	- €	- €	1,046	- €
15	- €	- €	- €	1,050	- €
16	- €	- €	- €	1,053	- €
17	- €	- €	- €	1,056	- €
18	- €	- €	- €	1,060	- €
19	- €	- €	- €	1,063	- €
20	- €	- €	- €	1,067	- €
21	- €	- €	- €	1,070	- €
22	- €	- €	- €	1,074	- €
23	- €	- €	- €	1,077	- €
24	- €	- €	- €	1,080	- €
25	- €	- €	- €	1,084	- €
26	- €	- €	- €	1,087	- €
27	- €	- €	- €	1,091	- €
28	- €	- €	- €	1,094	- €
29	- €	- €	- €	1,098	- €
30	- €	- €	- €	1,102	- €
31	- €	- €	- €	1,105	- €
32	- €	- €	- €	1,109	- €
33	- €	- €	- €	1,112	- €
34	- €	- €	- €	1,116	- €
35	- €	- €	- €	1,119	- €
36	- €	- €	- €	1,123	- €

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
37	- €	- €	- €	1,127	- €
38	- €	- €	- €	1,130	- €
39	- €	- €	- €	1,134	- €
40	- €	- €	- €	1,138	- €
41	- €	- €	- €	1,141	- €
42	- €	- €	- €	1,145	- €
43	- €	- €	- €	1,149	- €
44	- €	- €	- €	1,152	- €
45	- €	- €	- €	1,156	- €
46	- €	- €	- €	1,160	- €
47	- €	- €	- €	1,164	- €
48	- €	- €	- €	1,167	- €
49	- €	- €	- €	1,171	- €
50	21,32 €	- €	- €	1,175	25,05 €
					25,05 €

Resumo:

n	FV6
0	- €
10	- €
20	- €
30	- €
40	- €
50	25,05 €

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV7	Levantina	157,50

i	0,00323

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
0	- €	- €	- €	1,000	- €
1	- €	- €	- €	1,003	- €
2	- €	- €	- €	1,006	- €
3	- €	- €	- €	1,010	- €
4	- €	- €	- €	1,013	- €
5	- €	- €	- €	1,016	- €
6	- €	- €	- €	1,020	- €
7	- €	- €	- €	1,023	- €
8	- €	- €	- €	1,026	- €
9	- €	- €	- €	1,029	- €
10	- €	- €	- €	1,033	- €
11	- €	- €	- €	1,036	- €
12	- €	- €	- €	1,039	- €
13	- €	- €	- €	1,043	- €
14	- €	- €	- €	1,046	- €
15	- €	- €	- €	1,050	- €
16	- €	- €	- €	1,053	- €
17	- €	- €	- €	1,056	- €
18	- €	- €	- €	1,060	- €
19	- €	- €	- €	1,063	- €
20	- €	- €	- €	1,067	- €
21	- €	- €	- €	1,070	- €
22	- €	- €	- €	1,074	- €
23	- €	- €	- €	1,077	- €
24	- €	- €	- €	1,080	- €
25	- €	- €	- €	1,084	- €
26	- €	- €	- €	1,087	- €
27	- €	- €	- €	1,091	- €
28	- €	- €	- €	1,094	- €
29	- €	- €	- €	1,098	- €
30	- €	- €	- €	1,102	- €
31	- €	- €	- €	1,105	- €
32	- €	- €	- €	1,109	- €
33	- €	- €	- €	1,112	- €
34	- €	- €	- €	1,116	- €
35	- €	- €	- €	1,119	- €
36	- €	- €	- €	1,123	- €

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
37	- €	- €	- €	1,127	- €
38	- €	- €	- €	1,130	- €
39	- €	- €	- €	1,134	- €
40	- €	- €	- €	1,138	- €
41	- €	- €	- €	1,141	- €
42	- €	- €	- €	1,145	- €
43	- €	- €	- €	1,149	- €
44	- €	- €	- €	1,152	- €
45	- €	- €	- €	1,156	- €
46	- €	- €	- €	1,160	- €
47	- €	- €	- €	1,164	- €
48	- €	- €	- €	1,167	- €
49	- €	- €	- €	1,171	- €
50	21,95 €	- €	- €	1,175	25,79 €
					25,79 €

Resumo:

n	FV8
0	- €
10	- €
20	- €
30	- €
40	- €
50	25,79 €

ID	Marca/nome	I (€/m^2)
FV8	Butech	157,50

i	0,00323

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
0	- €	- €	- €	1,000	- €
1	- €	- €	- €	1,003	- €
2	- €	- €	- €	1,006	- €
3	- €	- €	- €	1,010	- €
4	- €	- €	- €	1,013	- €
5	- €	- €	- €	1,016	- €
6	- €	- €	- €	1,020	- €
7	- €	- €	- €	1,023	- €
8	- €	- €	- €	1,026	- €
9	- €	- €	- €	1,029	- €
10	- €	- €	- €	1,033	- €
11	- €	- €	- €	1,036	- €
12	- €	- €	- €	1,039	- €
13	- €	- €	- €	1,043	- €
14	- €	- €	- €	1,046	- €
15	- €	- €	- €	1,050	- €
16	- €	- €	- €	1,053	- €
17	- €	- €	- €	1,056	- €
18	- €	- €	- €	1,060	- €
19	- €	- €	- €	1,063	- €
20	- €	- €	- €	1,067	- €
21	- €	- €	- €	1,070	- €
22	- €	- €	- €	1,074	- €
23	- €	- €	- €	1,077	- €
24	- €	- €	- €	1,080	- €
25	- €	- €	- €	1,084	- €
26	- €	- €	- €	1,087	- €
27	- €	- €	- €	1,091	- €
28	- €	- €	- €	1,094	- €
29	- €	- €	- €	1,098	- €
30	- €	- €	- €	1,102	- €
31	- €	- €	- €	1,105	- €
32	- €	- €	- €	1,109	- €
33	- €	- €	- €	1,112	- €
34	- €	- €	- €	1,116	- €
35	- €	- €	- €	1,119	- €
36	- €	- €	- €	1,123	- €

n	C_D	C_{REU}	C_{RCL}	$(1+i)^n$	C_{DA}
37	- €	- €	- €	1,127	- €
38	- €	- €	- €	1,130	- €
39	- €	- €	- €	1,134	- €
40	- €	- €	- €	1,138	- €
41	- €	- €	- €	1,141	- €
42	- €	- €	- €	1,145	- €
43	- €	- €	- €	1,149	- €
44	- €	- €	- €	1,152	- €
45	- €	- €	- €	1,156	- €
46	- €	- €	- €	1,160	- €
47	- €	- €	- €	1,164	- €
48	- €	- €	- €	1,167	- €
49	- €	- €	- €	1,171	- €
50	20,91 €	- €	- €	1,175	24,57 €
					24,57 €

Resumo:

n	FV8
0	- €
10	- €
20	- €
30	- €
40	- €
50	24,57 €

A Nossa Universidade

Colégio dos Jesuítas
Rua dos Ferreiros - 9000-082, Funchal

Tel: +351 291 209400
Fax: +351 291 209410
Email: gabinetedareitoria@uma.pt