



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Engenharia

**O binómio construção / desconstrução na  
concepção de projetos de edifícios sustentáveis  
Proposta de anteprojecto**

**Ivo Alves Soares**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Arquitetura**  
(Ciclo de Estudos Integrado)

Orientador: Prof. Doutor Luiz António Pereira de Oliveira

**Covilhã, abril de 2015**



## Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Doutor Luiz António Pereira de Oliveira, pela disponibilidade sempre demonstrada.

À Câmara Municipal de Valpaços pela documentação fornecida.

Aos colegas de curso pelo “companheirismo” sempre demonstrado.

Aos familiares por tudo.



## Resumo

A atividade de construção civil é responsável por grande parte dos resíduos produzidos, nomeadamente em obras de construção, demolições de edifícios ou derrocadas, operações de manutenção, restauro, remodelação e reabilitação de construções.

Esta dissertação apresenta o estudo de desenvolvimento a nível de anteprojecto de um edifício habitacional utilizando para a sua concepção os conceitos atuais do binómio construção / desconstrução.

Numa primeira fase desta dissertação realizou-se uma pesquisa bibliográfica centrada nos conceitos de Construção e Desconstrução. Procurou-se também informações sobre parâmetros que possam orientar a escolha dos materiais e o sistema construtivo, tendo em conta a localização e a concepção espacial e formal do edifício proposto neste estudo. Nesta fase procurou-se estabelecer as ideias para o desenvolvimento de um sistema construtivo compatível com o binómio construção / desconstrução.

Por fim apresentou-se uma proposta de anteprojecto com base em toda a informação teórica adquirida, na qual o conceito construção/desconstrução é utilizado como indutor de soluções sustentáveis em um projeto de carisma habitacional.

## Palavras-chave

Sustentabilidade; Construção; Habitação; Flexibilidade; Desconstrução.



## **Abstract**

The construction activities are responsible by an important waste production, particularly in construction, demolition of buildings or landslides, maintenance, restoration, remodeling and rehabilitation of construction operations.

This dissertation presents the study of a draft project of building housing development using the current design concepts of the construction/deconstruction binomial.

In the first phase of this dissertation took place one centered on the concepts of Construction and Deconstruction literature. Also sought information on parameters that can guide the choice of materials and construction system, taking into account the location and the spatial and formal design of the building proposed in this study. This phase was to establish the ideas for the development of a compatible binomial construction/deconstruction building system.

Finally it is presented a preliminary project proposal based on the technical information acquired, which concern to the application of construction/deconstruction concepts in housing building projects.

## **Keywords**

Sustainability; Construction; Building housing; Flexibility; Deconstruction.



# Índice

<b>1 Introdução.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Metodologia / estrutura / resultados esperados.....	4
<b>2 Construção/Desconstrução.....</b>	<b>5</b>
2.1 Desconstrução como componente essencial das construções.....	7
2.2 O conceito de projetar para desconstruir .....	10
2.3 O desenho para desconstruir e para materiais reutilizáveis nos edifícios.....	11
2.4 Algumas recomendações sobre a prática da construção e desconstrução de edifícios.....	18
2.5 Exemplos de edifícios.....	23
<b>3 Proposta de anteprojeto.....</b>	<b>27</b>
3.1 Memória / concepção arquitectónica .....	29
3.2 Sistema de construção proposto.....	31
3.2.1 Materiais .....	32
3.2.2 Componentes e conexões dos subsistemas construtivos.....	33
3.3 Desenhos.....	39
3.3.1 Planta de Localização.....	41
3.3.2 Planta de Implantação.....	43
3.3.3 Planta de Piso -1.....	45
3.3.4 Planta de Piso 0.....	47
3.3.5 Planta de Piso 1.....	49
3.3.6 Planta de Cobertura.....	51
3.3.7 Corte Transversal A/B.....	53
3.3.8 Corte Longitudinal C/D.....	55
3.3.9 Alçado Poente (frontal) .....	57
3.3.10 Alçado Nascente / Alçado Norte / Alçado Sul.....	59
3.3.11 Fotomontagem.....	61
<b>4 Conclusão .....</b>	<b>63</b>
Referências bibliográficas.....	67
Anexos.....	69



## Lista de Figuras

### **Figura 1. Hierarquia de Gestão de Resíduos;**

Fonte: Charles J. Kibert and Abdol R. Chini (2000). Overview of Deconstruction in Selected Countries. Publication 252. University of Florida, USA, 239p.

### **Figura 2. Desconstrução como mais um elemento do ciclo de vida das construções**

Fonte: Charles J. Kibert and Abdol R. Chini (2000). Overview of Deconstruction in Selected Countries. Publication 252. University of Florida, USA, 239p.

### **Figura 3. Simplificação de conectores (à esquerda) e ganchos flexíveis e inquebráveis (à direita)**

Fonte: [http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/sites/default/files/corepagefiles/autodesksustworkshp\\_designfor\\_disassemblyandrecycling.pdf](http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/sites/default/files/corepagefiles/autodesksustworkshp_designfor_disassemblyandrecycling.pdf)

### **Figura 4. Grelhas estruturais**

Fonte: <http://espacoartes-sdomingos.blogspot.pt/p/estrutura.html>

### **Figura 5. O processo de re-fabrição**

Fonte: [http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/sites/default/files/corepagefiles/autodesksustworkshp\\_designfor\\_disassemblyandrecycling.pdf](http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/sites/default/files/corepagefiles/autodesksustworkshp_designfor_disassemblyandrecycling.pdf)

### **Figura 6. Hierarquia dos níveis de uma obra**

Fonte: Elma Durmisevic, and Prof. Jan Brouwer (2002). DESIGN ASPECTS OF DECOMPOSABLEBUILDING STRUCTURES. OBOM De Vries van Heystplantsoen 2, 2628 RZ Delft , Netherlands

### **Figura 7. Organização hierárquica de componentes de construção.**

Fonte: Elma Durmisevic, and Prof. Jan Brouwer (2002). DESIGN ASPECTS OF DECOMPOSABLEBUILDING STRUCTURES. OBOM De Vries van Heystplantsoen 2, 2628 RZ Delft , Netherlands

### **Figura 8. configuração do sistema aberto**

Fonte: Elma Durmisevic, and Prof. Jan Brouwer (2002). DESIGN ASPECTS OF DECOMPOSABLEBUILDING STRUCTURES. OBOM De Vries van Heystplantsoen 2, 2628 RZ Delft , Netherlands

### **Figura 9. Aspetos da transformação estrutural**

Fonte: Elma Durmisevic, and Prof. Jan Brouwer (2002). DESIGN ASPECTS OF DECOMPOSABLEBUILDING STRUCTURES. OBOM De Vries van Heystplantsoen 2, 2628 RZ Delft , Netherlands

### **Figura 10. Hierarquia aberta**

Fonte: Elma Durmisevic, and Prof. Jan Brouwer (2002). DESIGN ASPECTS OF DECOMPOSABLE BUILDINGSTRUCTURES. OBOM De Vries van Heystplantsoen 2, 2628 RZ Delft , Netherlands

### **Figura 11. Quatro principais soluções para a especificação da base das fachadas**

Fonte: Elma Durmisevic, and Prof. Jan Brouwer (2002). DESIGN ASPECTS OF DECOMPOSABLEBUILDING STRUCTURES. OBOM De Vries van Heystplantsoen 2, 2628 RZ Delft , Netherlands

### **Figura 12. Tipos de montagem**

Fonte: Elma Durmisevic, and Prof. Jan Brouwer (2002). DESIGN ASPECTS OF DECOMPOSABLEBUILDING STRUCTURES. OBOM De Vries van Heystplantsoen 2, 2628 RZ Delft , Netherlands

### **Figura 13. Sete princípios de conexões**

Fonte: Elma Durmisevic, and Prof. Jan Brouwer (2002). DESIGN ASPECTS OF DECOMPOSABLEBUILDING STRUCTURES. OBOM De Vries van Heystplantsoen 2, 2628 RZ Delft , Netherlands

### **Figura 14. Geometria simples no projeto do edifício**

Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/08.085/2870>

### **Figura 15. Pórticos permitem soluções de vão livre**

Fonte: <http://www.portico.ind.br>

### **Figura 16. Inclinação do telhado e a sua desconstrução.**

Fonte: <http://adjectitempo.pt/pt/ms/ms/coberturas-2565-594-outeiro-da-cabeca/ms-90058925-p-3/>

**Figura 17. painéis de parede móvel**

Fonte: <http://www.castelhano-ferreira.pt/en/outros-produtos/movable-walls/>

**Figura 18. Sistema de teto aberto**

Fonte: <http://assimeugosto.com/tag/deck-de-madeira/>

**Figura 19. interiores com iluminação natural**

Fonte: <http://www.decoesfera.com/minimalismo/casas-con-nombre-the-farnsworth-house>

**Figura 20. Projeto da Casa Jean Prouvé "os melhores dias" 1956 (9 x 6,5 m)**

Fonte: [http://amisdiocesahara.free.fr/maisonjoursmeilleurs\\_fichiers/mdjmplans.jpg](http://amisdiocesahara.free.fr/maisonjoursmeilleurs_fichiers/mdjmplans.jpg)

**Figura 21. Casa Jean Prouvé "os melhores dias" 1956 (9 x 6,5 m)**

Fonte: <http://www.metalocus.es/content/es/blog/jean-prouvé-“les-jours-meilleurs”-house-1956>

**Figura 22. Casa Jean Prouvé "os melhores dias" 1956 (9 x 6,5 m)**

Fonte: [http://www.patrickseguin.com/fr/designers/jean-prouve-architecte/inventaire\\_maison-jean-prouve/maison-les-jours-meilleurs-1956/](http://www.patrickseguin.com/fr/designers/jean-prouve-architecte/inventaire_maison-jean-prouve/maison-les-jours-meilleurs-1956/)

**Figura 23. Edifício BIP computadores Santiago, Chile 2006-2007 arquiteto Alberto Mozó**

Fonte: <http://es.slideshare.net/marielamoya/casosmaderaejemplos>

**Figura 24. Edifício BIP computadores Santiago, Chile 2006-2007 arquiteto Alberto Mozó**

Fonte: <http://es.slideshare.net/marielamoya/casosmaderaejemplos>

**Figura 25. Edifício BIP Computadores Santiago, Chile 2006-2007 arquiteto Alberto Mozó**

Fonte: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/610130/bipcomputersalbertomozo/51271879b3fc4b11a7000c84>

**Figura 26. Edifício BIP Computadores Santiago, Chile 2006-2007 arquiteto Alberto Mozó (construção)**

Fonte: <http://www.archdaily.com/1230/bip-computers-alberto-mozo/2x/>

**Figura 27. Lugar**

**Figura 28. Terreno**

**Figura 29. Desenho do edifício**

**Figura 30. Decomposição do edifício**

**Figura 31. Materiais**

Fontes: <https://www.flickr.com/photos/36431080@N06/4501512479/in/photostream/>  
<http://www.tallfusta.com/es/productos/vigas/kerto-s/>  
<http://www.scheiffeleschmiederer.de/geschaeftsbereiche/grosshandel/konstruktiveholzwerkstoffe/fjitraeger.html>  
<http://www.madlimoeiro.com.br/produtos/osb-painel-estrutural-tapume-forma-concreto-tabua-masisa-madeira.html>  
<http://www.dsconto.com/chapa-galvanizada-182426-em-bobina-e-muito-mais-em-promocao/>  
<http://www.amorim.com/unidades-de-negocio/isolamentos/gallery=1&Imid=127>  
[http://www.africastone.com/alpha/index.php?option=com\\_morfeoshow&task=view&gallery=1&Imid=127](http://www.africastone.com/alpha/index.php?option=com_morfeoshow&task=view&gallery=1&Imid=127)  
<http://www.somapil.com/pt/placas/mdf/mdf-standard-20120829-104343>

**Figura 32. Fundações e paredes de contenção.**

**Figura 33. Subsistema estrutural em módulos (representação em planta)**

**Figura 34. Subsistema estrutural em módulos (representação em corte)**

**Figura 35 Módulo parede**

## Lista de Tabelas

**Tabela 1. Percentagem de resíduos e reciclagem de materiais de construção e desconstrução nos países da UE**

Fonte: Charles J. Kibert and Abdol R. Chini (2000). Overview of Deconstruction in Selected Countries. Publication 252. University of Florida, USA, 239p.



## Lista de Acrónimos

<b>CD</b>	<b>Construção e Desconstrução</b>
<b>RCD</b>	<b>Resíduos de Construção e Desconstrução</b>
<b>CS</b>	<b>Construção Sustentável</b>
<b>UE</b>	<b>União Europeia</b>
<b>EUA</b>	<b>Estados Unidos Da América</b>



# **Capítulo 1**

## **Introdução**



# 1 Introdução

“As indústrias de construção e demolição produzem grandes quantidades de resíduos e materiais que, por razões ambientais, económicas e sociais são cada vez menos aceitáveis. Para combater eficazmente o problema dos resíduos, os governos dos países e as indústrias estão a procurar métodos que permitam a solução correta desses materiais. A abordagem é a circularização dos recursos, a redução de resíduos, e a adequação dos materiais para serem prontamente reutilizáveis e recicláveis a fim de responder às novas exigências colocadas sobre eles.” (Chini, 2002).

Este problema leva-nos a pensar que construir com ênfase em desconstruir deve ser uma prática a ser privilegiada nos projetos de arquitetura. Pois a desconstrução em peças dos componentes dos edifícios contribui para a sua aplicação em outras edificações e reduz a procura de novas matérias-primas. Contribuindo assim para uma utilização mais racional do meio ambiente.

Segundo Kibert e Chini (2000), a desconstrução de edifícios tem várias vantagens em relação à demolição convencional e também se defronta com vários desafios. As vantagens são: um aumento da taxa de desvio de resíduos de demolição dos aterros, a reutilização de componentes de construção, o aumento da facilidade de reciclagem de materiais e maior proteção do ambiente, tanto local como global. Portanto, esta dissertação trata da ideia do projeto para construir e desconstruir, o que se pode conjecturar como sendo uma ideia quase inédita para muitos arquitetos, sobretudo para aqueles que acabam de finalizar a sua formação académica.

A escolha deste tema surgiu devida as razões aqui apresentadas e pelo interesse pessoal no tema construção e meio ambiente, o que motivou a identificação do estudo sobre esta vertente da construção.

## 1.1 Objetivos

Em compatibilidade com o tempo disponibilizado, esta dissertação tem como objetivo a elaboração de um anteprojecto com base no conceito do binómio construção/desconstrução.

Embora sendo um exercício académico, esta dissertação pretende apresentar uma proposta que possa condizer com uma situação real de uma localidade Portuguesa.

A dissertação pretende ainda ser um contributo para a escassa informação deste conceito em Portugal.

De uma maneira mais pormenorizada, objetiva-se com este trabalho:

- perceber o impacto ambiental que a construção tem sobre os recursos naturais;
- identificar a potencialidade da desconstrução em reduzir o impacto ambiental e no mesmo instante de orientar projetos de edifícios;
- elaborar a concepção de um edifício ao pormenor com base na pesquisa bibliográfica e na análise teórica.

## 1.2 Metodologia / estrutura / resultados esperados

A metodologia assenta na compilação bibliográfica sobre o tema de forma à constituir a base teórica para a elaboração de um anteprojecto de um edifício. Nesta metodologia se insere a escolha do local da intervenção, a definição do programa, e por fim a elaboração da proposta.

A dissertação está estruturada em duas partes. A primeira parte é constituída pelo enquadramento teórico “Capítulo 2 - Construção/Desconstrução”. E a segunda parte consiste no desenvolvimento prático de uma concepção arquitectónica e construtiva “Capítulo 3 - Proposta de anteprojecto”.

No Capítulo 2 definem-se a contextualização da desconstrução nas edificações, é feita uma pesquisa do tema em vários países, descreve-se obstáculos à prática da construção/desconstrução, a seguir define-se alguns conceitos básicos para desconstruir, e por fim é descrito o principal meio para a sua concretização, expondo também alguns exemplos reais.

O “Capítulo 3 - Proposta de anteprojecto”, apresenta a aplicação de toda a informação teórica em uma proposta ao nível de anteprojecto de um edifício habitacional, contendo textos descritivos e peças desenhadas. Na primeira fase, é feita a identificação da área de intervenção, e é definido o programa, a memória descritiva e a concepção arquitectónica. Na segunda fase descreve-se o sistema construtivo e os materiais. E por fim apresenta-se o projecto de arquitectura detalhado, onde são expostas as opções construtivas com base na informação teórica.

Por último, encontra-se o capítulo 4, que contém uma conclusão dos capítulos anteriores.

Espera-se com este trabalho, em primeiro lugar adquirir conhecimentos sobre o conceito de construção/desconstrução possibilitando assim a sua aplicação na concepção de edifícios. Em segundo lugar, espera-se contribuir através de uma proposta de um anteprojecto de um edifício habitacional como exercício de aplicação dos ditos conceitos.

## **Capítulo 2**

# **Construção/ Desconstrução**



## 2.1 Desconstrução como componente essencial das construções

Segundo Chini (2002), desconstrução é o nome que se dá ao processo de desmantelamento ou desmontagem de um edifício para que os seus componentes sejam reutilizados ou reciclados. É uma alternativa à demolição. E existem inúmeros benefícios económicos e sociais com a implementação de práticas de recuperação de materiais na construção civil. Ao reaproveitar a matéria-prima existente no edifício, preserva-se a energia aprisionada no material e evita-se o uso de mais energia para reprocessá-lo e reciclá-lo.

O conceito de projeto para a desmontagem foi criado em 1976 pelo professor H.W. Reinhardt, da Technical University of Delft, na Holanda, mas só começou a ter relevância no começo da década de 1990.

As vantagens da aplicação deste conceito são: a diminuição da taxa de resíduos nos aterros; potencial de reutilização para os componentes dos edifícios; maior facilidade de reciclagem dos materiais; melhora da proteção ambiental local e global.

E as desvantagens da sua aplicação no contexto atual são as seguintes: os edifícios existentes não foram projetados para a desmontagem; ferramentas para a desconstrução de edifícios existentes geralmente não existem; os custos para eliminação dos resíduos da demolição são baixos; desmontar edifícios requer tempo maior; a recertificação de componentes usados não é frequentemente possível; os códigos de obra não abordam a reutilização de componentes de construção e os benefícios económicos e sociais não foram bem estabelecidos.

A desconstrução possibilita um alto nível de recuperação dos materiais, com a finalidade de reintroduzi-los nas novas construções, favorecendo desta maneira a sustentabilidade na indústria da construção. É dentro desta perspectiva que aparecem as chamadas edificações sustentáveis, concebidas para fazer o uso racional de recursos naturais, utilizar materiais ecologicamente corretos e alterar o mínimo possível o ambiente no qual estão inseridas. E a desconstrução deve ser tomada em conta no projeto, pois é a base para a reutilização dos materiais no fim de vida da edificação. Contribuindo assim para a redução de recursos naturais.

Kibert e Chini (2000) dizem que em geral, é necessário uma análise cuidadosa das prioridades para a reciclagem de materiais provenientes de operações de demolição e construção e minimizar a extração de materiais virgens e a energia necessária para processar materiais utilizados para uso posterior.

A figura 1 explica o processo que deve ser tomado, para que o uso de materiais esteja em harmonia entre o ambiente e as novas edificações.

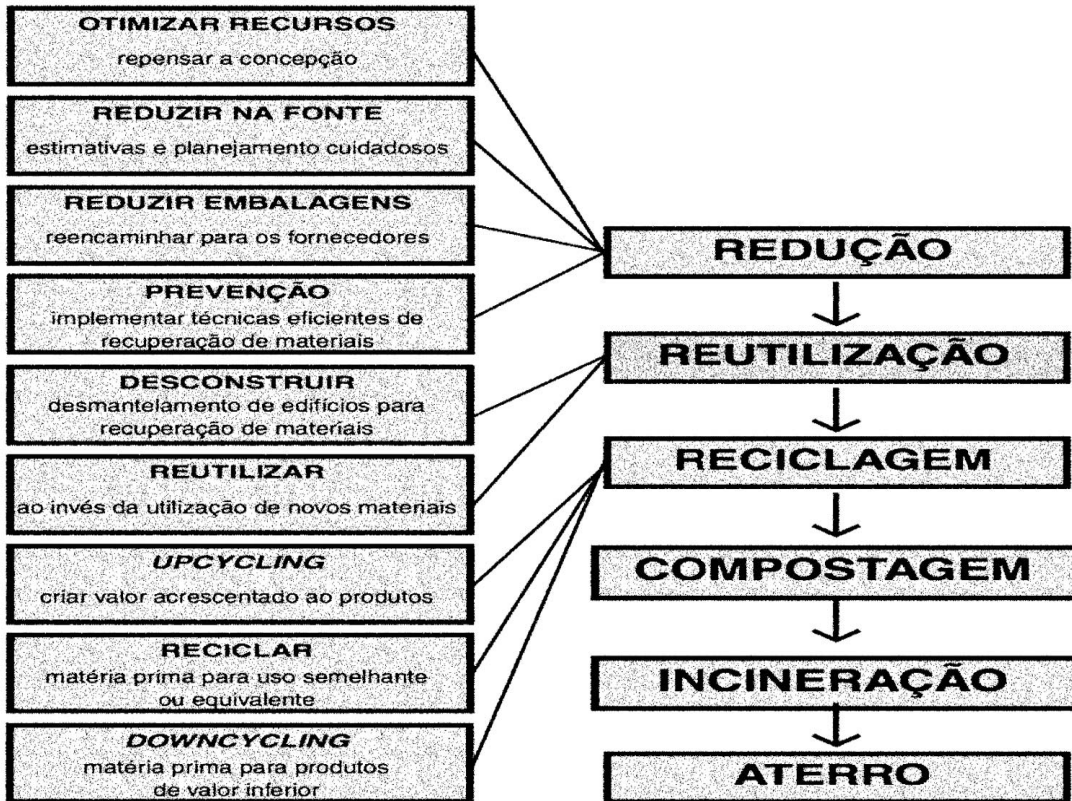


Figura 1. Hierarquia de Gestão de Resíduos  
Fonte: Kibert and Chini (2000).

A figura 2 explica o processo de ciclo de vida das construções, na qual a desconstrução ou desmontagem (em vermelho na figura 2) é incorporada.

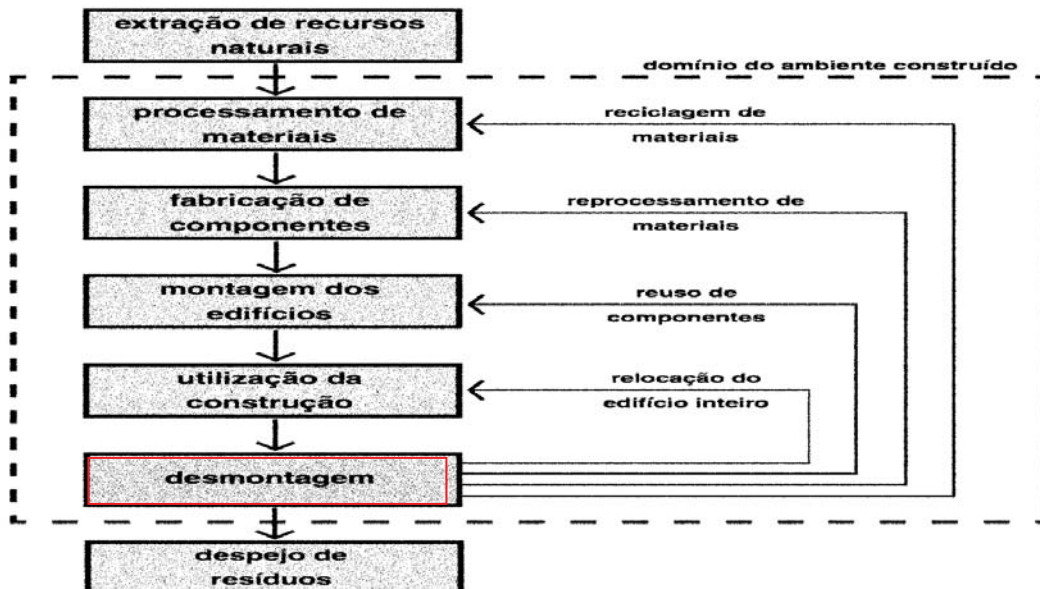


Figura 2. Desconstrução como mais um elemento do ciclo de vida das construções  
Fonte: Kibert and Chini (2000).

Para Kibert e Chini (2000), a desconstrução preserva a energia incorporada investida nos materiais, e reduz a entrada de novos materiais no mercado. Uma redução significativa no espaço de aterro é uma consequência do que foi referido, contribuindo assim para uma menor extração da matérias-primas, com a reutilização de material já introduzido no

mercado. Segundo esses autores, os desafios enfrentados pela desconstrução são inúmeros, mas são facilmente superados se ocorrerem mudanças no projeto e nos regulamentos vigentes em cada país.

A prática da desconstrução é diferente nos vários países da UE a seguir referidos (Kibert e Chini, 2000):

País	Milhões de toneladas de resíduos de C/D	Percentagem de reutilização e reciclagem
Alemanha	59	17
Inglaterra	30	45
França	24	50
Itália	20	9
Espanha	13	< 5
Holanda	11	90
Bélgica	7	87
Áustria	5	41
Portugal	3	< 5
Dinamarca	3	81
Grécia	2	< 5
Suécia	2	21
Finlândia	1	45
Irlanda	1	< 5
Luxemburgo	0	0

Tabela 1. Percentagem de resíduos e reciclagem de materiais de construção e desconstrução nos países da UE

Fonte: Kibert and Chini (2000)

Com base na tabela 1 pode-se afirmar que os países com mais toneladas de resíduos tem percentagens baixas de reciclagem, ou seja esses países estão a poluir em excesso o meio ambiente.

As barreiras globais da desconstrução assentam na pouca informação sobre as técnicas de construir para desconstruir edifícios e na mentalidade do homem em não aceitar materiais usados nas construções de obras novas. As estratégias globais para as barreiras de desconstrução direcionam-se para a educação, pois esta pode desempenhar um papel significativo na formação dos arquitetos e empreiteiros em projetar para a desconstrução e também incentivar a reutilização de materiais de edifícios demolidos .

Muitos países recomendam o desenvolvimento de programas, em que o fabricante do produto seja responsável por fornecer recursos de reciclagem para o produto no fim da sua vida útil. A legislação será fundamental para fazer com que esses programas sejam eficazes e para estabelecer a necessidade dentro da indústria duma maior participação no projeto de desconstrução e nos esforços de recuperação de resíduos de demolição.

## 2.2 O conceito de projetar para desconstruir

Projetar para desconstruir oferece aos proprietários maior benefício a nível ambiental e económico por um longo período de tempo (Chini, 2002).

Qualquer estratégia abrangente de projetar um edifício para sua futura desmontagem deve levar em conta a estrutura existente na indústria da construção e reciclagem. Pois assim haverá maior probabilidade de introduzir este conceito na prática. São várias as estratégias para a aplicação do conceito de projetar para desconstruir:

- usar materiais reciclados e recicláveis certificados;
- minimizar o número de diferentes tipos de materiais e evitar materiais tóxicos e perigosos; quanto menor os tipos de materiais, mais fácil será a sua classificação na reciclagem.
- agrupar subconjuntos de materiais ao material principal do elemento de construção;
- evitar acabamentos secundários para materiais e usar materiais com acabamento natural;
- identificar os tipos de materiais; minimizar o número de diferentes tipos de componentes construtivos, não construir com ligações químicas e se for o caso usar colas de calor reversivo ou a base de água;
- usar um sistema de construção aberta com partes substituíveis;
- usar ferramentas e equipamentos comuns na construção, pois facilita a construção e a desconstrução da obra;
- proporcionar o acesso a todas as partes e pontos de conexão e dimensionar componentes para facilitar os meios de manipulação dos materiais;
- fornecer tolerâncias para montagem e desmontagem;
- usar um número mínimo de conectores; nos conectores deve existir preferência pelos parafusos ao invés de porcas;
- usar ganchos ou parafusos que não requeiram quaisquer ferramentas e garantir que eles podem ser feitos e desfeitos muitas vezes sem quebrar (Figura 3, à esquerda);

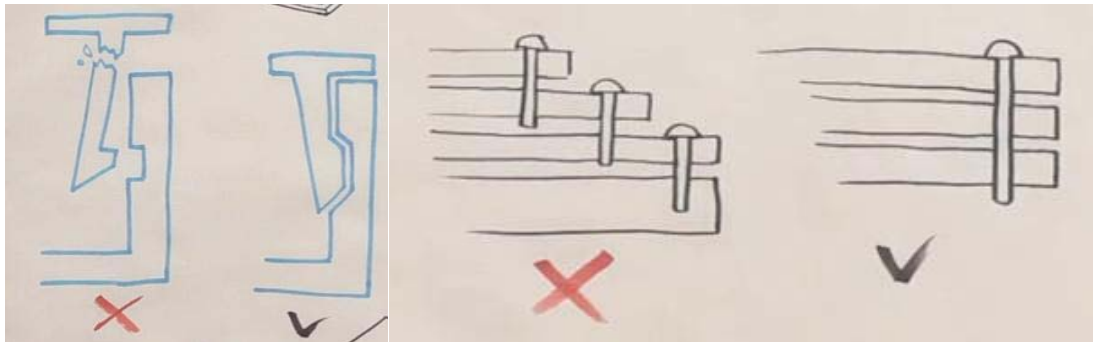


Figura 3. Simplificação de conectores (à esquerda) e ganchos flexíveis e inquebráveis (à direita)

Fonte: [http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/sites/default/files/corepagefiles/autodesksustworkshp\\_designfordisasassemblyandrecycling.pdf](http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/sites/default/files/corepagefiles/autodesksustworkshp_designfordisasassemblyandrecycling.pdf)

- minimizar conectores usando um único conjunto para prender várias camadas de peças (Figura 3, à direita);
- desenhar para permitir a desmontagem por etapas;
- usar uma grelha estrutural padrão (Figura 4);

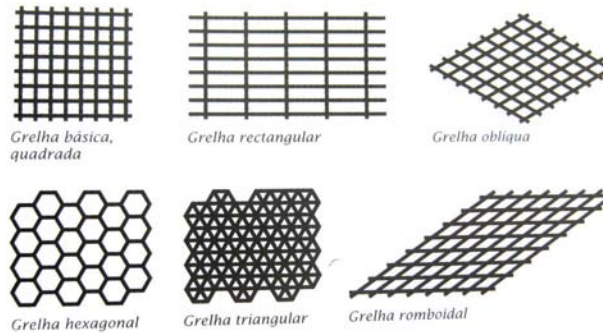


Figura 4. Grelhas estruturais

Fonte: <http://espacoartes-sdomingos.blogspot.pt/p/estrutura.html>

- usar pré-fabricação e produção em massa;
- usar materiais e componentes leves; identificar e elaborar planos e pontos de desmontagem no projeto;
- fornecer peças de reposição com armazenamento;
- durante a desmontagem guardar todas as informações dos componentes e materiais de construção e fazer melhor do que a reciclagem, com a reutilização de componentes ao invés de esses componentes irem logo para a reciclagem (re-fabricação, figura 5).

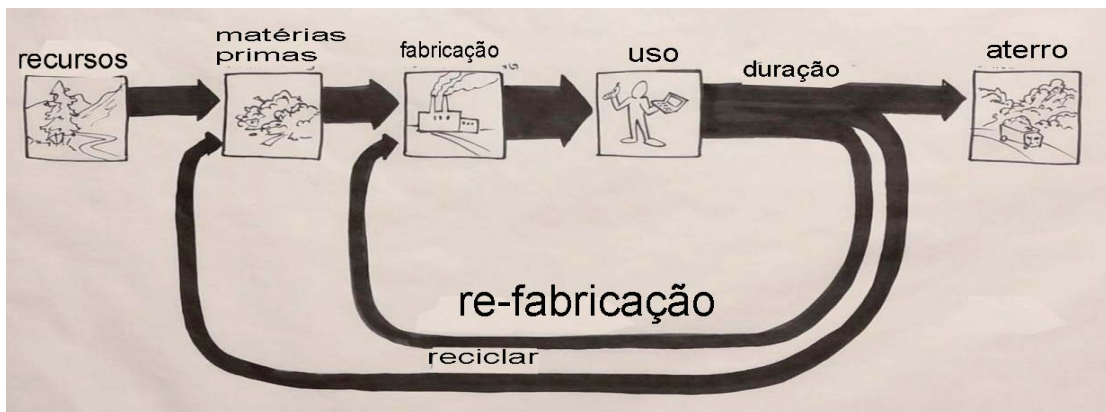


Figura 5. O processo de re-fabricação

Fonte: [http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/sites/default/files/corepagefiles/autodesksustworkshp\\_designfordisassemblyandrecycling.pdf](http://sustainabilityworkshop.autodesk.com/sites/default/files/corepagefiles/autodesksustworkshp_designfordisassemblyandrecycling.pdf)

Conclui-se que para aumentar o reforço das capacidades de construção e desconstrução de um edifício deve haver um aumento de sistematização e desenvolvimento de métodos inovadores de construção que irão proporcionar estruturas flexíveis, cuja peças podem ser facilmente substituídas, ou reutilizadas ou mesmo recicladas.

## 2.3 O desenho para desconstruir e para materiais reutilizáveis em edifícios

“O objetivo do desenho para a desconstrução é aumentar recursos, eficiência econômica e reduzir os impactos da poluição na remoção de edifícios.” Chini (2002)

Os clientes, fornecedores, projetistas e fabricantes irão desempenhar um papel importante na obtenção de uma abordagem mais sustentável, estendendo o ciclo de vida dos materiais, produtos e recursos. Da mesma forma, será prioritário a reutilização de materiais reciclados

e recuperados em edificações novas. A integração do trabalho do arquiteto e do engenheiro será imprescindível para o sucesso do projeto de desconstrução. Isso exigirá a concepção e desenvolvimento de ferramentas, técnicas, instalações e equipamentos que possam funcionar com as estruturas atuais e futuras. Para isso, é importante avaliar e categorizar os nossos fluxos de resíduos de demolição, para que possamos planejar e investir de forma inteligente e eficiente. O projeto para desconstrução envolve a concepção de edifícios flexíveis e adaptáveis construídos com materiais e componentes de qualidade adequada para a desmontagem.

Com o aumento dos mercados de materiais reciclados e recuperados, haverá menos necessidade de extração de recursos primários, transporte reduzido e menor ruído, vibração, poeira e aterro. A recuperação e reutilização de componentes de CD acabará por diminuir a carga de gerenciamento de resíduos sólidos e reduzir a degradação ambiental.

Segundo Durmisevic e Brouwer (2002), a chave para o sucesso da desconstrução é a de um edifício ser desmontável em todos os seus componentes. A fácil desmontagem de todos os componentes permitirá alargar a vida útil do edifício, facilitando a reparação, substituição e a sua modificação.

Para uma melhor abordagem da ideia da desconstrução, um edifício deve ser dividido em subconjuntos, em que estes devem ser constituídos por elementos. Os elementos devem ser ligados para formar uma sub-montagem (componente) e os componentes também devem ser ligados, de maneira a formarem um sistema na construção. O sistema deve ser visto como uma hierarquia de subconjuntos.

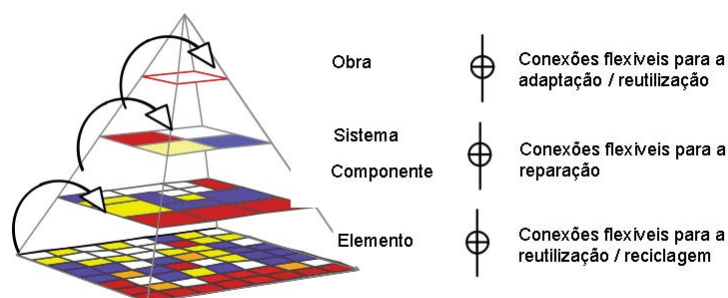


Figura 6. Hierarquia dos níveis de uma obra

Fonte: Durmisevic e Brouwer (2002)

Tendo em conta a figura 6, o edifício representa a composição de sistemas que são portadores de funções principais de construção; o sistema representa a composição dos componentes que são portadores das funções do sistema e o componente representa o conjunto de camadas que são representadas por elementos e materiais. A especificação de níveis hierárquicos independentes está relacionada com a flexibilidade desejada. Esta vai indicar a hierarquia dos componentes (figura 7) onde os elementos são os pontos de partida do projeto para a desmontagem.

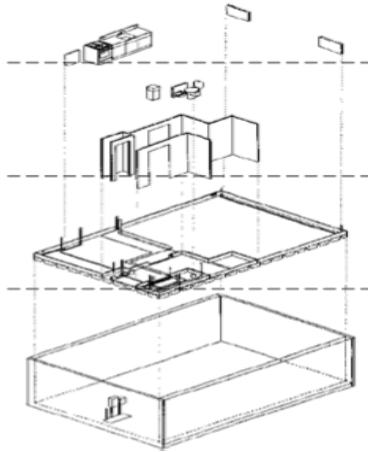


Figura 7. Organização hierárquica de componentes de construção.  
Fonte: Durmisevic e Brouwer (2002)

Um edifício decomposto não apresenta necessariamente uma estrutura, mas esconde na sua estrutura os componentes e sistemas de vários princípios estruturantes.

Criar um conjunto de peças é importante no projeto para a desmontagem e quanto mais peças de construção são integradas num componente, mais fácil é a construção e desconstrução no lugar da obra. Tal estratégia seria o primeiro passo para um maior controlo da eficiência do uso de materiais.

A forma de montar o edifício reflecte o seu processo de desmontagem. Portanto, as decisões de projeto em relação à montagem, que são feitas, no início do processo de projeto podem ter consequências para toda a vida do edifício .

Deve-se criar um sistema aberto de construção, para que os componentes possam ser substituídos no final do seu ciclo de vida. (Figura 8)

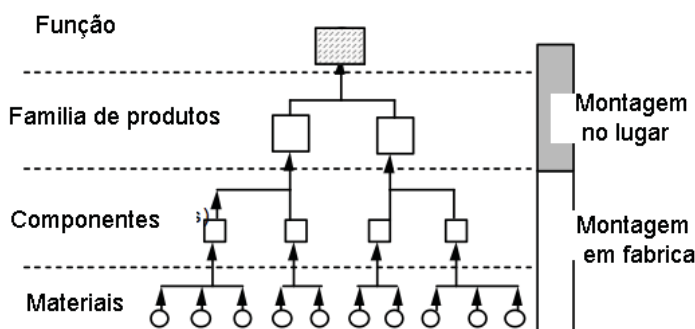


Figura 8. Configuração do sistema aberto  
Fonte: Durmisevic e Brouwer (2002)

O aspeto específico dos edifícios deve dirigir-se para estruturas totalmente decompostas, caracterizadas por estruturas transformáveis. A Figura 9 ilustra os sete aspetos à serem considerados no projeto para desconstrução, iniciando pela preocupação com a decomposição funcional até os detalhes de conexões.

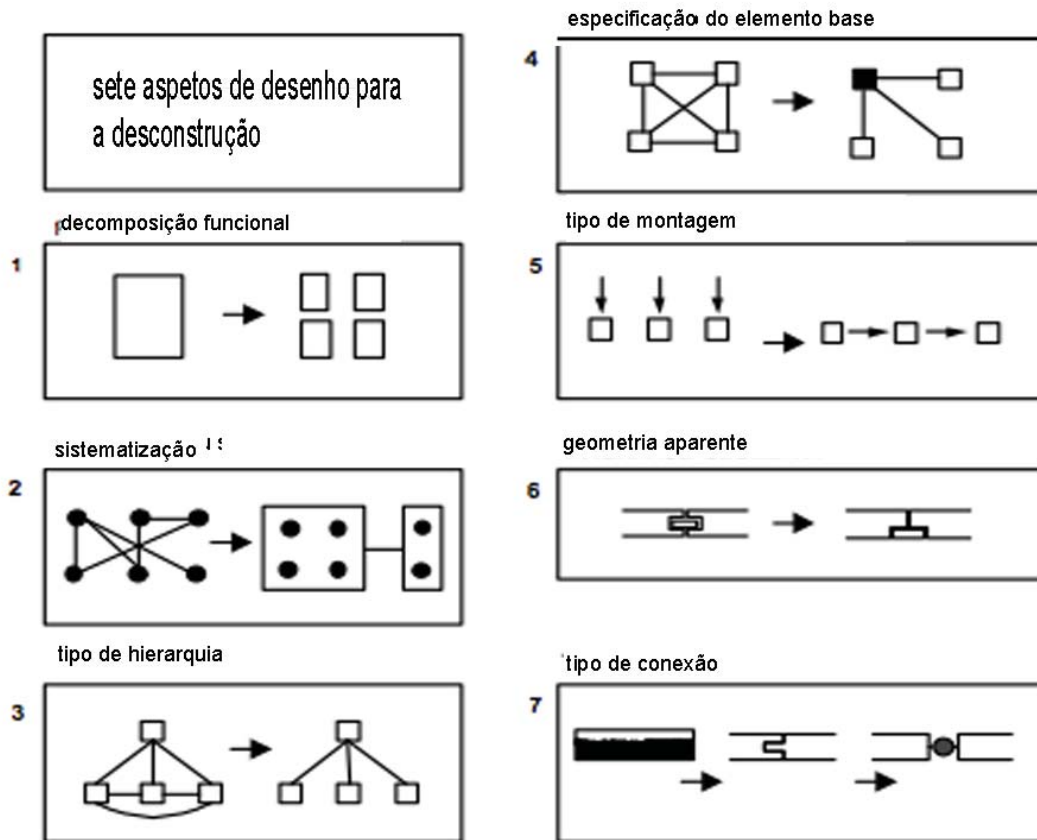


Figura 9. Aspetos da transformação estrutural  
 Fonte: Durmisevic e Brouwer (2002)

Em pormenores esses aspetos dizem respeito a:

**Decomposição funcional**

O passo importante para decompor um edifício a nível funcional é separar todas as funções de um edifício como por exemplo: separar as fundações da estrutura e separar a estrutura dos restantes elementos construtivos como as paredes, cobertura, revestimentos e instalações de água e eletricidade.

**Sistematização**

Na sistematização, o primeiro passo é subdividir o edifício em seções diferentes. Um subsistema é um conjunto que representa os elementos de construção que funcionam como uma seção independente na produção do edifício. O princípio estruturante para um subsistema tem como objetivo, a criação de projetos modulares e padronizados num componente.

**Tipo de hierarquia**

A hierarquia dentro da estrutura define a ordem e apresenta o suporte para a carga do edifício. Isto significa que a hierarquia implica dependência, tal como se exemplifica na figura 10, e baseia-se no processo de montagem.

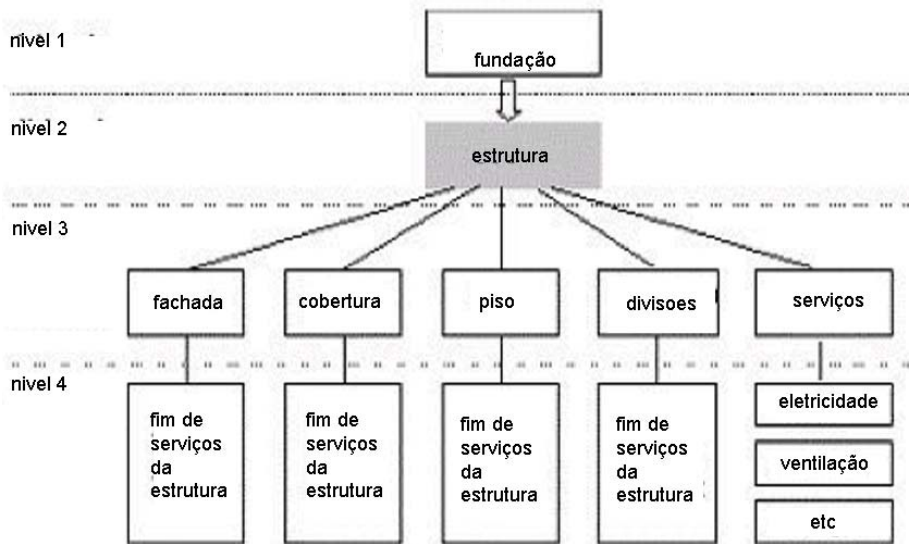


Figura 10. Hierarquia aberta  
 Fonte: Durmisevic e Brouwer (2002)

**Especificação do elemento base**

Para o princípio fundamental do projeto desmontável, deve existir separação das camadas de construção da estrutura do edifício. Isto significa que o processo de concepção deve começar com a decomposição do edifício em módulos independentes da estrutura de base.

A figura 11 ilustra, como exemplo, quatro princípios que podem ser aplicados na definição da fachada e a especificação que o elemento de estrutura base pode ter sobre a decomposição do elemento de fachada.

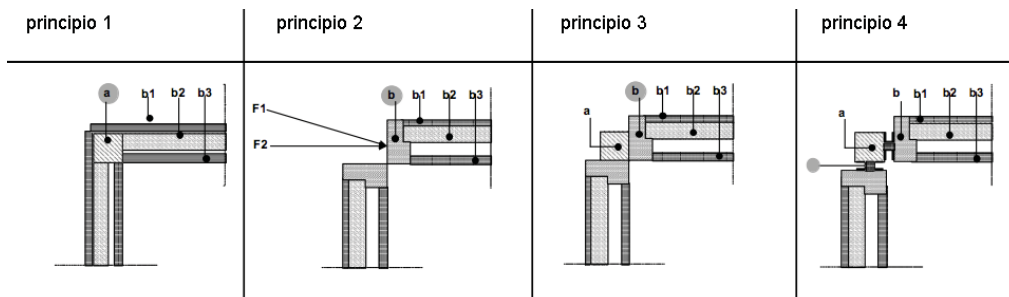


Figura 11. Quatro principais soluções para a especificação da base das fachadas  
 Fonte: Durmisevic e Brouwer (2002)

O princípio 1 da figura 11 é baseado na sobreposição de peças de construção montadas no local. Neste princípio, os elementos tem relações diretas com o conjunto da estrutura base e existe varias conexões.

No princípio 2, os elementos são agrupados num componente, em que a estrutura de madeira é o elemento de base para o conjunto de montagem e ao mesmo tempo, tem a função de suporte de carga no edifício. Isso torna o processo de construção mais simples, mas na mudança de um painel de fachada terá consequências negativas para a estabilidade da estrutura do edifício.

O princípio 3 mostra um elemento independente de dois componentes independentes. Os elementos que são montados como fachada são agrupados num elemento em que a base estrutural de madeira é executada numa montagem independente. Neste principio a carga

do edifício fica distribuída por todos os elementos e componentes, tornando esta solução com alguma complicação na desmontagem.

No princípio 4, a conexão tem a função de intermediário entre os dois conjuntos independentes. Neste caso a reparação dum elemento de fachada não têm qualquer influência sobre o outro conjunto. Com várias sequências de desmontagem, o conjunto pode ser afetado e existir pontes térmicas.

### Tipo de montagem

A hierarquia na montagem de edifícios mostra a repartição do edifício a partir do ponto de vista da montagem, classificando a montagem em duas tipos: a montagem paralela e a montagem sequencial.

A montagem paralela pode tornar o processo de construção mais rápido. Enquanto a montagem sequencial cria dependência entre cada elemento montado e torna a substituição mais complicada.

Podem ser definidas três relações de montagem com base nos princípios acima mencionados. Na figura 12, as setas do esquema 1 representa a montagem paralela e as restantes representam uma montagem sequencial.

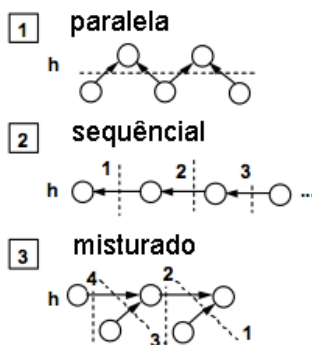


Figura 12. Tipos de montagem

Fonte: Durmisevic e Brouwer (2002)

A desmontagem paralela depende do tipo de conexões entre os elementos. Enquanto na montagem sequencial, cada elemento é fixado por um elemento recém-montado. Formando uma dependência linear proporcional ao número de elementos montados.

No esquema 2, cada elemento tem dependência do anterior.

O esquema 3 é um esquema de montagem de uma combinação do número 1 e 2. Esta é uma montagem em que um elemento tem a função de elemento de base para todos os outros.

O aspeto transformacional chave para as conexões é o tipo de ligação entre os elementos distintos.

### Geometria aparente

Com várias sequências de desmontagem, um elemento pode ser afetado, alterando a geometria da borda do componente. O desenho do tipo de conexão tem influência na durabilidade de um componente. Portanto deve-se conceber as conexões em harmonia com os materiais dos componentes.

### Tipo de conexões

As interfaces de construção na concepção das ligações do edifício são o último aspeto do desenho para desmontagem (figura 13). Em geral, é possível definir três principais tipos de conexões como: direta; indireta e preenchida. As conexões diretas são as ligações em que a geometria das extremidades do componente forma uma ligação completa. Podem ser descritas em dois tipos básicos de ligação como os princípios da figura 13: (I) sobrepostos e (II) interligados.

Na figura 13, o princípio II tem as conexões que são frequentemente utilizadas como ligações entre os componentes verticais fachada. O princípio IV é uma conexão interna em que as bordas dos componentes são de uma forma diferente.

As conexões indiretas são ligações em que uma parte adicional é usada para formar uma ligação. Com isto dois tipos de ligações poderiam ser distinguidas: interno e externo. O desmantelamento de tal ligação pode ser difícil, por causa das sequências de montagem sequenciais (figura 13, o princípio V). O princípio VI descreve uma desmontagem mais fácil, porque tem peças laterais aplicadas nos componentes.

E as conexões preenchidas são as conexões entre dois componentes que são executadas com material químico (figura 13, princípio III). Estas conexões demoram mais tempo a construir e por vezes são impossíveis de desmontar.

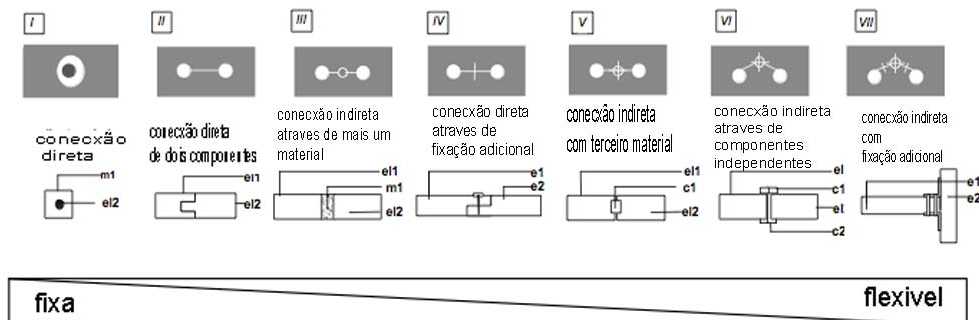


Figura 13. Sete princípios de conexões

Fonte: Durmisevic e Brouwer (2002)

Os dois critérios principais para o projeto de conexões ser decomposto compreendem a separação de todos os elementos e componentes e as técnicas de juntas secas que devem substituir as de juntas químicas. Assim, todos os sistemas reunidos para formar um edifício podem ser desmontáveis em cada componente e elemento. Além disso as características de desmontagem de uma conexão dependerão do número de dispositivos de conexão e do tipo do material usado na forma de conexão.

De acordo com os critérios acima referenciados, as ligações características podem ser agrupadas em ordem hierárquica flexível.

A figura 13 também apresenta uma visão hierárquica da solução do princípio mais comum. O princípio VII (conexão indireta) pode fornecer a solução técnica para todos os quatro critérios de transformação. Por outro lado, o princípio I representa a ligação entre dois materiais que apenas podem ser mudados quando demolidos. O princípio de conexão III apresenta dois elementos com ligação química. No princípio IV a conexão é parcial com

acessório de fixação adicional que cria uma condição para sua decomposição. Finalmente os princípios V, VI e VII representam conexões secas, onde a posição do acessório e suas fixações determinam a sua desmontagem total.

Por fim, pode-se dizer que as estruturas devem passar de fixas para decompostas, assim seria possível classificar as estruturas de edifícios, do ponto de vista da sua desmontabilidade, em três variedades: fixa; parcialmente decomposta e estruturas totalmente decomposta.

Nas estruturas fixas não existe a possibilidade de desconstrução, limitando-se à demolição.

Nas estruturas parcialmente decompostas existe a capacidade de se decompor e são dependentes de estratégias de desenho, para que a hierarquia dos elementos fixos e flexíveis estejam ajustados em conformidade. Os elementos fixos são materiais com alto nível de flexibilidade para mudanças espaciais e funcionais e de alta durabilidade. E os elementos flexíveis são materiais que são frequentemente aplicados para depois mudar. A flexibilidade destas estruturas é restrita à capacidade concebida dos elementos fixos e ao tipo de flexibilidade que foi estrategicamente escolhida.

As estruturas que se decompõem na totalidade podem ser totalmente desmontadas no final de vida útil. Isso significa que as suas partes podem ser deslocadas e reutilizadas noutras combinações ou podem ser recicladas. Estas estruturas proporcionam a separação clara entre todos os componentes de construção. Sendo estes compostos por sistemas de peças modulares que são facilmente transportáveis e geralmente montadas “a seco” no local. As estruturas decompostas definem um método de construção em que se faz uso de sistemas estruturais integrados, de forma que irão estimular a sua independência e permutabilidade.

As principais características das estruturas de decomposição são: a utilização de eficientes tipos de acessórios na conexão entre dois elementos; aplicação da montagem paralela; o uso de conexões mecânicas e a criação de hierarquia aberta de módulos. Os materiais e conexões são características estruturais de decomposição e são mutuamente dependentes. A desmontagem da estrutura não é possível se um desses recursos não for otimizado para a desmontagem. A decomposição de todo o edifício é finalmente o resultado da dependência de três variáveis: a decomposição estrutural; a decomposição do produto e a decomposição dos conectores.

## **2.4 Algumas recomendações sobre a prática da construção e desconstrução de edifícios**

Segundo Chini (2002), na prática da desconstrução exige investimentos para desenvolver tecnologias e metodologias adequadas para a desmontagem e recuperação de resíduos. Portanto, a desconstrução exigirá investimento de capital considerável, não só na concepção de edifícios com a desconstrução futura em mente, mas também no desenvolvimento de tecnologias, ferramentas, técnicas e habilidades para otimizar a recuperação de materiais de edifícios tradicionais.

De modo geral a construção de um edifício com ênfase na desconstrução poderá consistir nas seguintes estratégias para os seus elementos: estrutura, pisos, paredes, cobertura, etc.

Deste modo, discute-se à seguir algumas estratégias à serem tomadas em conta pelo arquiteto no que se refere a concepção construtiva e bem entendido os materiais escolhidos.

### **Estrutura**

Toda a carga do edifício, incluindo as cargas permanentes dos componentes e as sobrecargas dos ocupantes devem ser transferidas para a fundação que as dispersa uniformemente para a base do solo. A fim de facilitar a desconstrução as fundações têm de ser concebidas para receber cargas calculadas. Para atingir as metas do desenho para desconstrução, o proprietário deve ter uma visão clara da finalidade do edifício e quaisquer acréscimos futuros, para que as cargas estejam em coerência com as fundações projetadas. Uma boa maneira de pensar em termos de sistema estrutural para a desconstrução é identificar as partes do edifício que podem ser autossustentáveis. Outra maneira é usar uma grelha estrutural padrão. As dimensões das grelhas devem estar relacionados com os materiais utilizados, de tal forma que os vãos estruturais sejam projetados para fazer uso mais eficiente do tipo de material. Aconselha-se manter uma geometria de construção simples, tal como se exemplifica na Figura 14.



Figura 14. Geometria simples no projeto do edifício

Fonte: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/projetos/08.085/2870>

Pórticos, que são essencialmente uma combinação de elementos verticais e horizontais, podem ser usados na criação de sistemas estruturais. Estes, por sua vez, podem ser aparafusados a estrutura do pavimento, o que caracteriza uma conexão flexível do ponto de vista da sua decomposição futura (Figura 15).



Figura 15. Pórticos permitem soluções de vão livre

Fonte: <http://www.portico.ind.br>

Deve-se fazer uso de tecnologias de montagem da estrutura que são compatíveis com a prática da construção local. Tecnologias especializadas irão tornar a desmontagem difícil de ser executada e pode exigir trabalho e equipamento especializado, que torna a opção de reutilização dos componentes construtivos menos atraentes.

Ligações aparafusadas favorecem a desconstrução, em comparação com ligações soldadas. Quando as conexões soldadas são desmontadas, por exemplo, utilizando um maçarico de corte, alguns danos para as ligações irão ocorrer e há também perda de algum material. Além da possibilidade de causar perigo de incêndio, a desmontagem envolvendo o corte de ligações soldadas resulta num nível de incerteza.

Entre a estrutura e a sua envolvente, a opção por um projeto que privilegie a separação da estrutura e do revestimento das paredes internas, bem como das instalações de serviços que estes inserem irá facilitar a desmontagem onde algumas partes do edifício podem ser removidas sem afectar outras partes.

### **Pisos**

A construção deve ser projetada para dimensões de construção padrão, segundo uma coordenação dimensional e modular. Optar por pavimentos prefabricados, com os quais se torna mais prático a separação entre os planos da parte superior e inferior do piso. Isso facilita a separação mecânica e a estabilidade estrutural durante o processo de desconstrução. A colocação de sistemas de piso elevado facilita a desconstrução, pois o elemento piso pode ser prefabricado. Esta opção pode custar mais caro do que o da prática tradicional, mas facilita a adaptabilidade e ainda contribui para a eficiência energética.

### **Paredes**

Deve-se usar um sistema de construção aberta com sistemas de painéis de parede modular. Como uma grande inovação no desenho para desmontagem, os painéis de parede industrializados, substituem as paredes transformando os limites do espaço rígidos ao facilitar a reconfiguração do espaço utilizável por mera desmontagem e remontagem dos componentes. Alguns sistemas industrializados também permitem a simples substituição de todas as peças danificadas e também poupam tempo na instalação e renovação, o que resulta em economia substancial (Figura 16).



**Figura 16. Painéis de parede móvel**

Fonte: <http://www.castelhano-ferreira.pt/en/outros-produtos/movable-walls/>

A parede deve ser projetada sem função estrutural ou seja deve ser apenas uma membrana que interliga com o sistema estrutural, com benefícios significativos na redução da carga de peso próprio do edifício.

Proporcionar o acesso a todas as partes do edifício e a todos os componentes é essencial para facilitar a desmontagem. É também preferível que os componentes sejam recuperados a partir de dentro do edifício sem a utilização de equipamento especializado. Outros aspetos relevantes a flexibilidade das paredes é o cuidado em não incorporar sistemas de isolamento térmico e acústico que aderentes tal como os a base de espuma realizados em obra.

### **Cobertura**

As coberturas devem ser concebidas como composição de conjuntos, em que cada componente possa ser baixado para o solo individualmente por meio de uma grua, isto faria com que o processo de desmontagem final seja muito mais seguro uma vez que cada um destes componentes pode então ser desmontado ao nível do solo.

Os telhados de construção tradicional, inclinados ou não, representam um problema para a desconstrução, exigem trabalho em plataformas e são lentos (Figura 17).



Figura 17. Inclinação do telhado e a sua desconstrução.

Fonte: <http://adjectitempo.pt/pt/ms/ms/coberturas-2565-594-outeiro-da-cabeca/ms-90058925-p-3/>

A utilização de membranas, como a de vinil, é uma boa opção a ser utilizada em sistemas de cobertura. Essas membranas podem ser recicladas e transformadas em produtos de segunda geração. O aço e a madeira são normalmente necessários para suportar sistemas de cobertura mais pesados e sistemas de teto de vinil leve ajuda a reduzir a necessidade destes elementos de aço e de madeira. Isto por sua vez significa em menos elementos para desmontar, o que acabaria por resultar em economia de tempo na desconstrução de toda a estrutura.

### **Interiores**

A partição interior deve ser concebida com sistemas de divisórias facilmente removíveis. Especialmente nos casos em que o espaço ocupado é utilizado para a atividade empresarial, um planeamento de escritório aberto deve ser adotado.

Como barreira visual, o uso de mobiliário é uma opção bastante plausível e adequada reduzindo o número de paredes divisórias.

A criação de níveis no chão também podem diferenciar várias áreas de atividade.

Quando possível, o edifício pode ser projetado para incorporar sistemas de teto aberto no seu interior (Figura 18), minimizando assim os materiais utilizados e aumentando a facilidade de desconstrução.



Figura 18. Sistema de teto aberto

Fonte: <http://assimeugosto.com/tag/deck-de-madeira/>

### Portas e Janelas

As janelas e portas devem ser concebidas para padronização ou repetição máxima, o que facilitará o uso de técnicas de desmontagem padrão e também a prática de aprendizagem do trabalho de desconstrução.

As conexões mecânicas devem sempre ter preferência sobre os químicos. Isto irá facilitar a separação dos materiais.

### Instalações elétricas

A construção deve ser concebida de tal forma que admita a luz do dia o suficiente para iluminar naturalmente os interiores dos edifícios (Figura 19). Isto reduzirá o número de pontos de iluminação artificial e por consequência menos condutas.



Figura 19. Interiores com iluminação natural

Fonte: <http://www.decoesfera.com/minimalismo/casas-con-nombre-the-farnsworth-house>

Os sistemas elétricos devem ser projetados de tal forma que a energia para todo o edifício possa ser desligada durante o processo de desconstrução.

### Acabamentos

Deve-se usar materiais leves, isso irá tornar mais fácil o seu manuseamento. Os acabamentos secundários e revestimentos devem ser evitados ao máximo possível.

## 2.5 Exemplos de edifícios com ênfase na desconstrução

A preocupação de projetar com ênfase na desconstrução já se manifestou no passado. Os exemplos seguintes representam a evolução da construção das edificações com ênfase na desconstrução ao longo do tempo:

### - Casa Jean Prouvé "os melhores dias" 1956;

Em 1956 foi proposto à Jean Prouvé para projetar e construir uma casa que corresponde a um Apartamento standard (50 metros quadrados), com dois quartos, uma sala ampla, uma cozinha e uma instalação sanitária. Esta casa era para servir como demonstração e para incentivar a produção de habitação individual ou colectiva na sequência de processos industriais.

O projeto não foi aprovado pelo Ministério francês e apenas foram construídas cinco cópias. Uma das habitações originais está atualmente em exposição na Galerie Patrick Seguin.

A proposta de Jean Prouvé para a habitação resume a visão de uma habitação sustentável, industrializada, leve, económica, confortável e desmontável. A figura 20 demonstra o projeto da habitação e pode-se afirmar que a obra tem uma geometria simples (ideal para a desconstrução).

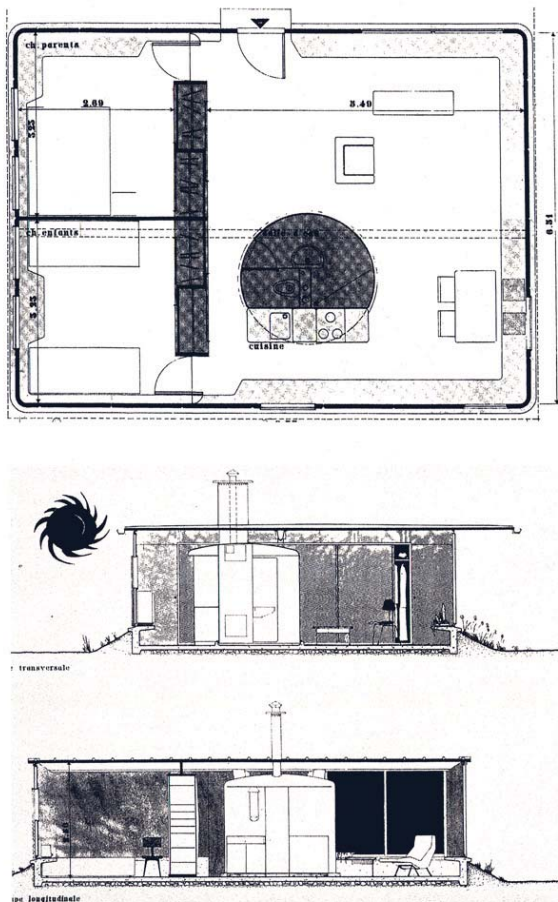


Figura 20. Projeto da Casa Jean Prouvé "os melhores dias" 1956 (9 x 6,5 m)

Fonte: [http://amisdioceseshahara.free.fr/maisonjoursmeilleurs\\_fichiers/mdjmplans.jpg](http://amisdioceseshahara.free.fr/maisonjoursmeilleurs_fichiers/mdjmplans.jpg)

A ideia construtiva do edifício é baseada num conceito criado em 1952 pelo arquiteto Maurício Silvy “na base de betão assenta um bloco central pré-fabricado de aço” e a construção consiste em painéis de sanduíche térmicos, em madeira e a cobertura em chapas de zinco térmicas ( Figuras 21 e 22).



Figura 21. Casa Jean Prouvé "os melhores dias" 1956 (9 x 6,5 m)

Fonte: <http://www.metalocus.es/content/es/blog/jean-prouvé-“les-jours-meilleurs”-house-1956>



Figura 22. Casa Jean Prouvé "os melhores dias" 1956 (9 x 6,5 m)

Fonte: <http://www.patrickseguin.com/fr/designers/jean-prouve-architecte/inventaire-maison-jean-prouve/maison-les-jours-meilleurs-1956/>

Pode-se concluir que este exemplo pode ser adotado na atualidade, pois os seus conceitos assentam na pesquisa dos subcapítulos anteriores.

#### - Edifício BIP Computadores Santiago, chile 2006-2007 arquiteto Alberto Mozó.

O edifício BIP Computadores Santiago (figuras 23 e 24) foi construído na capital chilena num terreno de elevado valor e grande potencial construtivo, este edifício de apenas três andares possui características de ser construído num local em que num futuro bem próximo pode abrigar mais andares ou maior taxa de ocupação. Isso porque ele é todo construído com materiais e técnicas que sistematizam a construção e tornam o edifício totalmente desmontável e passível de ser “remontado” em outro lugar.



Figura 23. Edifício BIP Computadores Santiago, Chile 2006-2007 arquiteto Alberto Mozó  
Fonte: <http://es.slideshare.net/marielamoya/casomaderaejemplos>

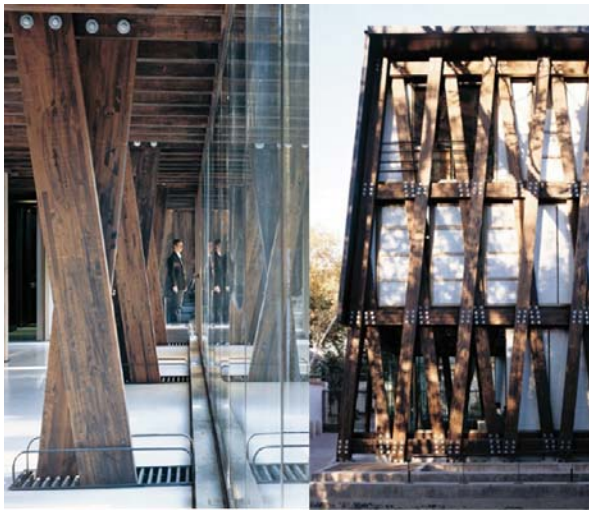


Figura 24. Edifício BIP Computadores Santiago, Chile 2006-2007 arquiteto Alberto Mozó  
Fonte: <http://es.slideshare.net/marielamoya/casomaderaejemplos>

A construção do edifício baseia-se em:

estrutura de madeira laminada; paredes internas de drywall; placas de cimento pré-moldado; mecanismos de fixação constituídos por parafusos aparentes; e cobertura de zinco galvanizado.

No projeto houve a preocupação com o uso racional dos materiais, levando em consideração as medidas para melhor aproveitamento da madeira bruta (figura 25), rapidez e facilidade na laminação da madeira e montagem do edifício.



Figura 25. Edifício BIP Computadores Santiago, Chile 2006-2007 arquiteto Alberto Mozó  
Fonte: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/610130/bip-computersalbertomozo/51271879b3fc4b11a7000c84>

A madeira foi utilizada com ênfase na desconstrução e na possibilidade de reconstruir noutro lugar. A escolha da seção da viga foi igual para todo o edifício, o que favorece também a sua reutilização.



Figura 26. Edifício BIP Computadores Santiago, Chile 2006-2007 arquiteto Alberto Mozó (construção)  
Fonte: <http://www.archdaily.com/1230/bip-computers-alberto-mozo/2x/>

## **Capítulo 3**

### **Proposta de anteprojeto**



### 3. Introdução

Com base na informação teórica, na atividade atual da construção em Portugal e na possível mutabilidade das pessoas tendo em conta a necessidade de maior flexibilidade do estilo de vida que a conjuntura económica nos obriga ou seja a mudança com maior frequência do local de moradia, propõem-se um anteprojecto de uma habitação flexível a estas condicionantes, pois presume-se que é neste tipo de edifício a desconstrução venha se justificar.

Na primeira fase, os materiais serão escolhidos com base na sua capacidade de construção, desconstrução e também pela sua característica de que sejam renováveis e recicláveis.

Na segunda fase, o sistema construtivo é definido tendo em vista os critérios de modulação e pré-fabricação dos componentes dos subsistemas que compõem o sistema de construção. Preocupa-se aqui, com a relação volume / massa para facilitar a montagem e desmontagem com o menor uso de máquinas e também com a tentativa de solucionar as conexões entre os componentes de modo a atingir a flexibilidade necessária para o construir e desconstruir.

E na última fase apresentam-se os desenhos, que contemplam os textos abordados.

#### 3.1 Memória/concepção arquitetónica

A Figura 27 apresenta uma vista geral do lugar escolhido para a proposta em estudo, situado na aldeia de Bouçoães no concelho de Valpaços (Vila Real). Esta opção teve em conta a necessidade de dar “vida ao projeto”, embora este estudo possa se adequar a várias outras situações.



Figura 27. Local de implantação

O terreno (figura 28) situa-se numa zona de habitações de construção corrente com infraestrutura adequada para um habitar urbano.



Figura 28. Terreno

A idealização do edifício surge de uma analogia das vinhas, onde os espaços se alinham num percurso estreito. Esta ideia revela-se na tentativa de minimizar ou mesmo otimizar os espaços a serem projetados. Esta ideia refletir-se-á nas seguintes descrições do edifício:

A implantação do edifício surgirá da forma e tamanho do terreno. localizar-se-á na parte não utilizada para produção agrícola. O seu assentamento alinha-se longitudinalmente com a orientação das vinhas e coincide com limites do terreno. Procurar-se-á manter na implantação a distância regulamentar com infraestrutura existente (estrada municipal). Conceptualmente, o edifício será idealizado numa forma compacta (figura 29) com as funções essenciais ao habitar com percursos concebidos de uma forma mínima, com acessos diretos e vãos disciplinados em relação a envolvente (um dos vãos terá em conta a paisagem de fundo).

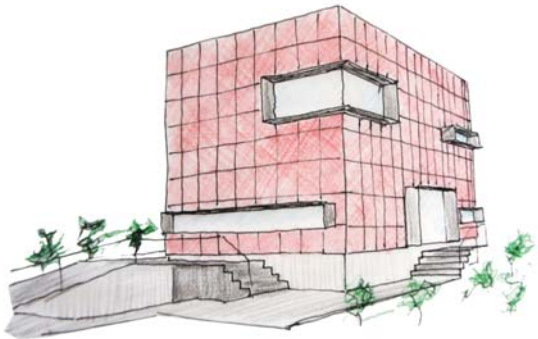


Figura 29. Desenho do edifício

A nível funcional, a edificação terá uma relação direta com a infraestrutura (estrada municipal) por onde se localizar-se-á a entrada principal. A composição formal do edifício será na vertical composta por uma sobreposição de pisos ligados por escadas. Os espaços interiores relacionar-se-ão quase diretamente, pois não existirá a ideia de corredor na edificação. Os espaços interiores relacionar-se-ão com o exterior através de vãos disciplinados e estes vãos também serão projetados em relação as medidas do humano. No piso do andar, também existe uma parede interior que se move na perpendicular a um vão de um painel em policarbonato translúcido à norte. Criando-se assim um espaço de multifuncionalidade com luz indireta.

Existirá na edificação uma atmosfera de neutralidade nas estações frias do ano e de vida nas quentes, devido a tonalidade do revestimento exterior. E uma boa sensação de conforto térmico através de palas nos vãos e também sendo estas de apoio funcional a habitação (portas de entrada ao edifício como um alpendre).

O uso de pedra mármore vermelha de alicante surge da tonalidade das edificações envolventes e como um contraste a vegetação local, visto a forma do edifício ser de carácter moderno em relação as edificações envolventes. O uso de madeira nas paredes e pisos de algumas divisões criará uma sensação agradável com a envolvente exterior. O uso de betão aparente nas paredes de fundação surge de ideia de este terreno ser de uso agrícola (solo mole e instável), dando uma sensação de bruto e robustez à edificação. O uso de zinco nos contornos dos vãos (pala) surge com o objetivo de dar arrojamento ao edifício, para direcionar as imagens de fundo de cada vão. Na proposta os vãos ao sul servirão de pala de sombreamento no verão, reduzindo o efeito de radiação solar.

### 3.2 Sistema de construção proposto

O sistema construtivo tem referências na construção tradicional norte-americana em madeira (sistema plataforma) em outras ideias mais contemporâneas e diria mesmo em alguns conceitos permeados pelo sistema de “gaiolas pombalinas”. É baseado em estruturas de madeira leves, com o objetivo de tornar mais sustentável a edificação. Apresenta-se neste estudo como uma criação alternativa à tradicional construção em betão armado e alvenarias, cujos desperdícios e energia envolvida são maiores.

Os materiais foram escolhidos tendo por base o seu grau de industrialização e a sua capacidade de adaptação ao sistema aqui proposto.

O princípio fundamental para o projeto ser desmontável será baseado na separação das camadas de construção da estrutura do edifício, através da decomposição do edifício em módulos (Figura 30).

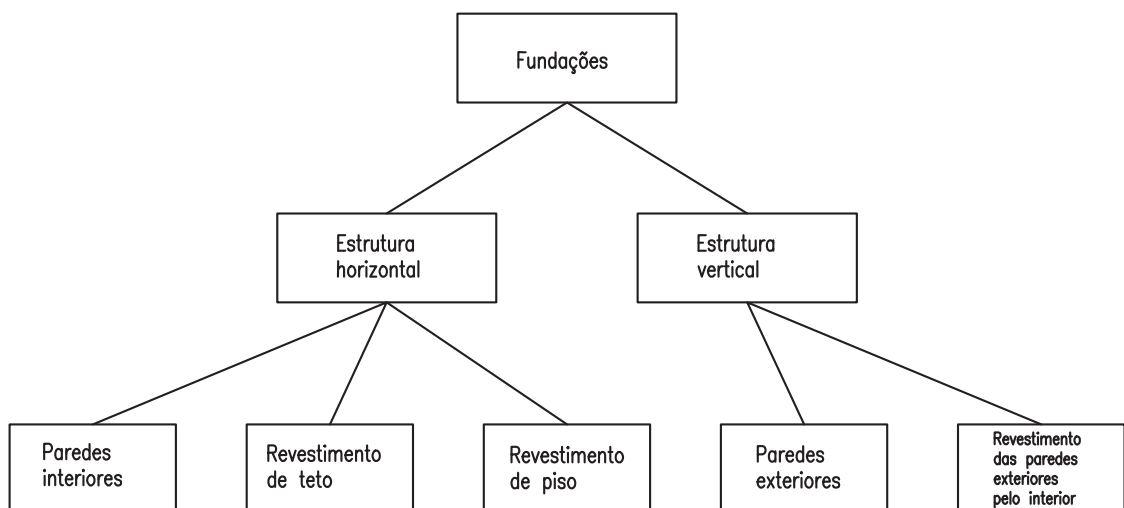


Figura 30. Decomposição do edifício

Na conceção e dimensionamento do edifício, os materiais serão aplicados com as medidas de fabrica, reduzindo assim os desperdícios dos materiais.

### 3.2.1 Materiais

Os materiais serão escolhidos com base no sistema construtivo e com base na sua possível reciclabilidade e desmontabilidade.

O uso de betão nas fundações surge da conceção arquitetónica como um componente de grande capacidade para suportar cargas, resistente a humidade do solo e como prediz o sistema de construção proposto, este componente é passível de ser desmontável.

Os componentes de madeira surgem por estes materiais serem “amigos do meio ambiente”, leves e por estes materiais com uma seção reduzida suportarem uma grande capacidade de carga (existindo uma redução de recursos).

Os painéis de cortiça foram escolhidos com base nas suas qualidades a nível térmico e acústico e por se tratar de um recurso renovável e proveniente da reciclagem dos rejeitos da indústria corticeira.

O material de pedra mármore foi escolhido com base na conceção arquitetónica, por ser um material natural resistente a erosão e por não precisar de manutenção.

O zinco surge das suas capacidades em relação a impermeabilizações e por ser um material que pode ser montado e desmontado varias vezes e possui muito boa durabilidade.

Todos os materiais em madeira são suscetíveis de reutilização em outra obra de edificação futura visto que estes elementos são conectados através de um sistema que permite flexibilidade das conexões.

O revestimento exterior (fachada ventilada) também pode ser reutilizado em futuras edificações e a pedra mármore até poderá ser aplicada de um modo diferente pois existem varias soluções para a aplicação deste material.

Todos os isolamentos térmicos e acústicos podem ser recuperados, pois encaixam-se no miolo da estrutura e no caso do aglomerado de cortiça é aparafusado a madeira micro laminada.

Também a cobertura em zinco pode ser recuperada pois o sistema construtivo é de encaixe.

As fundações podem ser desmontadas, pois todos os elementos tem conexões desmontáveis. Devido ao avanço tecnológico das maquinas de trituração de pedras (baldes britadores e peneiras para escavadoras), as armaduras da cave (se os elementos não tiverem outro destino) podem ser logo recuperadas para a reciclagem e o betão pode ser reciclado em obra, diminuindo assim o transporte e o custo desse material até as britadeiras podendo aplicar-se noutra obra perto da edificação demolida com menor custo de transporte.

E quanto a escavação pode receber terra de outra escavação, desde que seja o mesmo tipo de material.



Figura 31. Materiais

- Fontes: - <https://www.flickr.com/photos/36431080@N06/4501512479/in/photostream/>  
- <http://www.tallfusta.com/es/productos/vigas/kerto-s/>  
- [http://www.scheiffeleschmiederer.de/geschaeftsbereiche/grosshandel/konstruktiveholzwerkstoff e/fji- traeger.html](http://www.scheiffeleschmiederer.de/geschaeftsbereiche/grosshandel/konstruktiveholzwerkstoff-e/fji- traeger.html)  
- <http://www.madlimoeiro.com.br/produtos/osb-painel-estrutural-tapume-forma-concreto-tabua-masisa-madeira.html>  
- <http://www.dsconto.com/chapa-galvanizada-182426-em-bobina-e-muito-mais-em-promocao/>  
- <http://www.amorim.com/unidades-de-negocio/isolamentos/>  
- [http://www.africastone.com/alpha/index.php?option=com\\_morfeoshow &task=view&gallery=1&Itemid=127](http://www.africastone.com/alpha/index.php?option=com_morfeoshow&task=view&gallery=1&Itemid=127)  
- <http://www.somapil.com/pt/placas/mdf/mdf-standard-20120829-104343>

### 3.2.2. Componentes e conexões dos subsistemas construtivos

Com referência na concepção arquitetónica do edifício e no tema da dissertação, o edifício assenta num subsistema de fundações de contenção periférica modulares construídas “in situ” com base nos pormenores construtivos do programa “CYPE”, conforme se apresenta na figura 32.

Os elementos da fundação são constituídos por materiais com bastante resistência à humidade, como é o caso do betão. E para concretizar a solução do conceito de desconstrução, os elementos serão prefabricados, em formato “L” com 110 centímetros de profundidade, em que a base do “L” será a sapata e o elemento vertical a parede. Para as obras de fundação, os elementos assentam-se por efeito de gravidade numa camada de betão de limpeza regulado. Estes elementos serão agrupados para dar forma a cave e para concretizar a ligação com os elementos da estrutura dos pisos superiores. A montagem em obra é organizada em tipo de montagem paralela. Estes elementos estão dependentes a nível estático do subsistema estrutural da laje do piso 0.

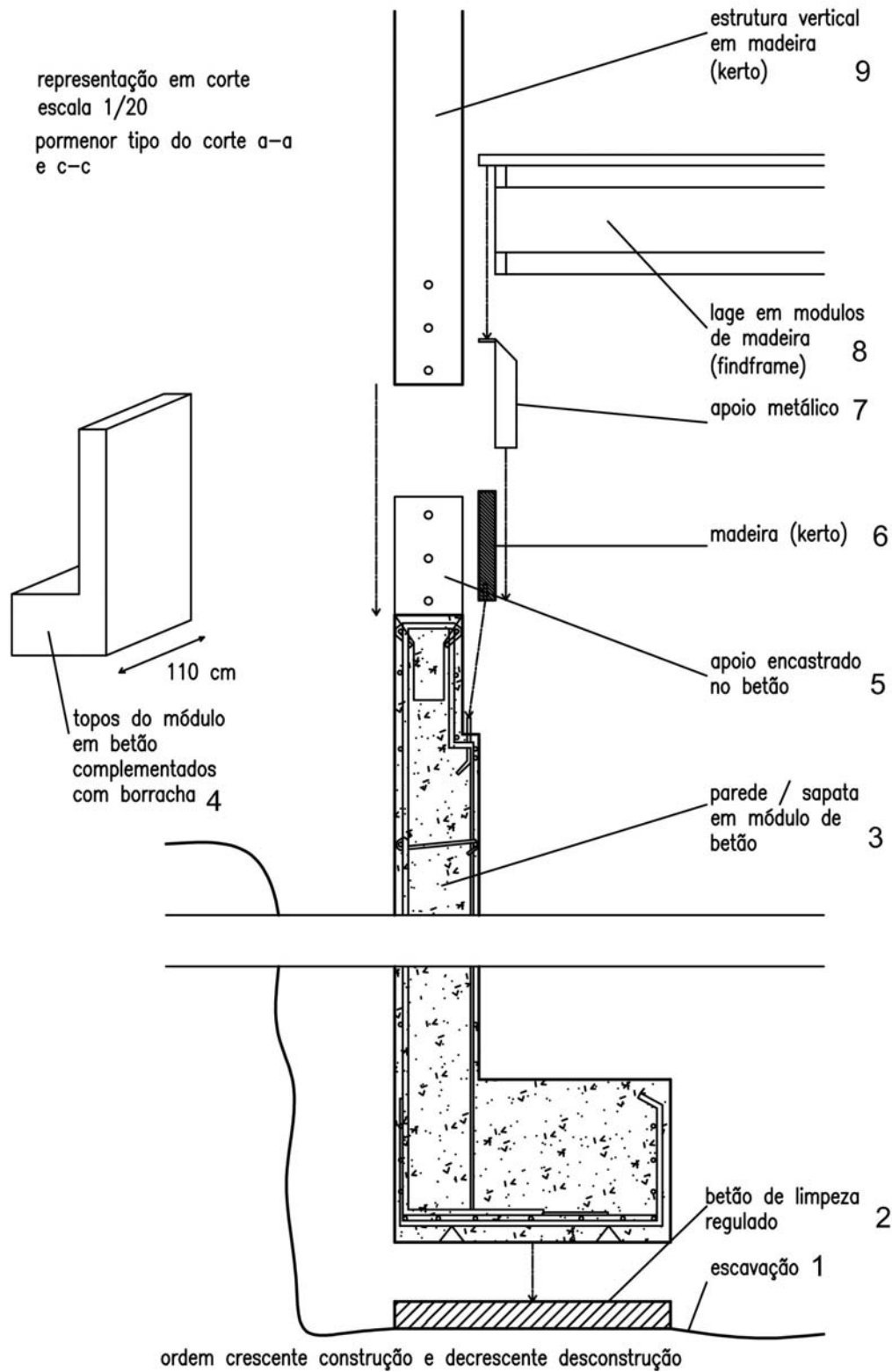
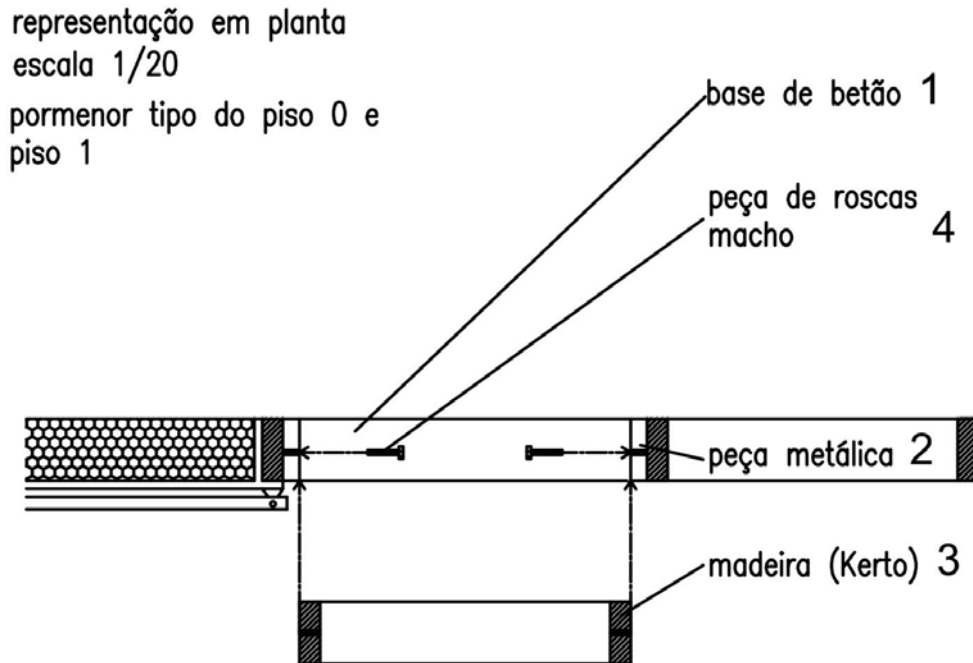


Figura 32. Fundações e paredes de contenção.

A composição do subsistema estrutural será definida por elementos modulares prefabricados constituídos por elementos verticais e horizontais.

O elemento vertical da estrutura será constituído por perfis modulares de madeira (Kerto Q), de maneira a que a carga dos pisos superiores seja distribuída na parede (Figura 33) e

encastrados na base de betão através de uma conexão aparafusada em peças metálicas (Figura 32).



### ordem crescente construção e decrescente desconstrução

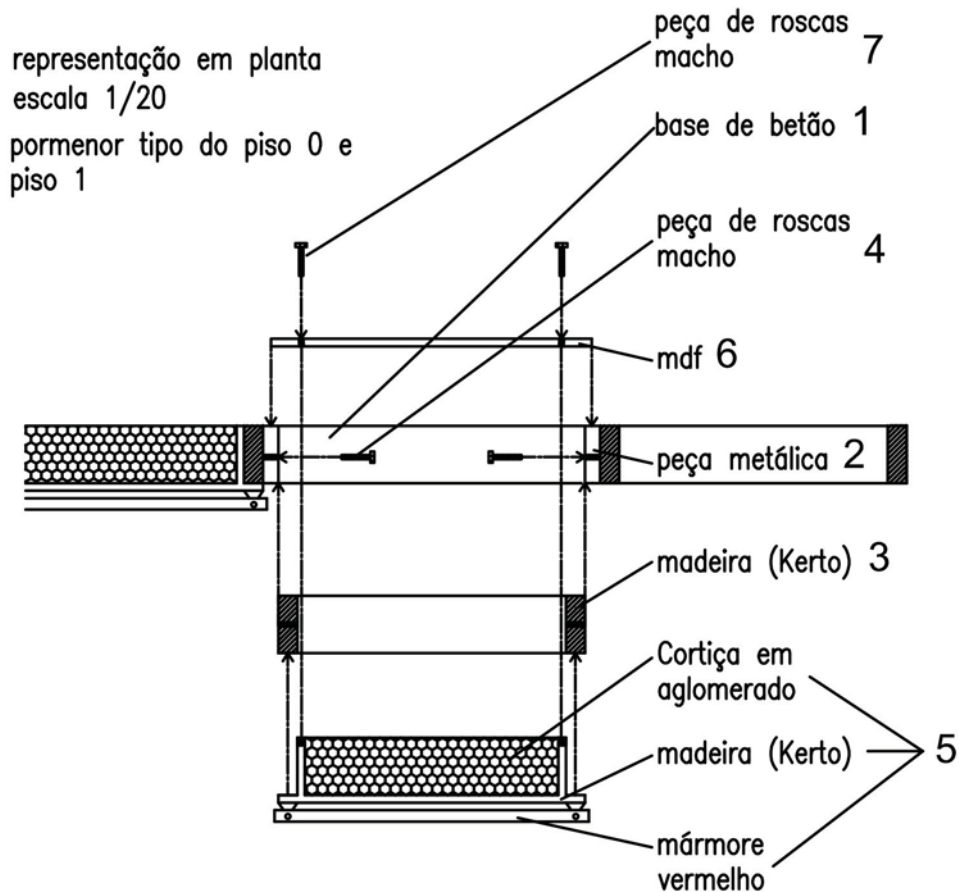
Figura 33 Subsistema estrutural em módulos (representação em planta)

Estes perfis serão estabilizados por vigas de cintamento em madeira industrializada (Kerto S). As conexões entre os elementos serão realizadas por componentes de rosca, com ligação aos apoios encastrados no betão, como demonstra a figura 33 e 32. Com base nas medidas dos materiais de acabamento, a distância entre os eixos de todos os perfis estruturais verticais (pilares) será de 55cm.

As forças horizontais serão contra ventadas pela estruturação dos módulos da parede, em forma de treliça.

Os elementos dos pisos serão estruturados por um módulo de vigas duplas em madeira, com secção em "I" (FinnFrame) e com um painel aglomerado de madeira. O módulo piso será apoiado nas vigas e cintamento através de apoios (estribos) encastráveis a viga de cintamento e desmontáveis em metal galvanizado (montagem paralela com conexão indireta, (Figura 34)). O acabamento inferior dos pisos é realizado através da distribuição de painéis (revestimento de teto) conectados as vigas por parafusos.





ordem crescente construção e decrescente desconstrução

Figura 35 Módulo parede

Os perfis modulares das paredes tem como base construtiva, do exterior para o interior: o revestimento exterior com base em sistemas de fachada ventilada com isolamento térmico de cortiça e uma barreira para-vapor em papel “Kraft”; base de revestimento exterior em painéis de madeira micro laminada (Kerto S); lâ mineral como isolante acústico e térmico, colocada entre a base do revestimento exterior e revestimento interior, neste espaço também haverá um componente em madeira (Kerto Q) de contraventamento colocado na diagonal do módulo e terá alternância de direção em cada módulo de parede. O revestimento interior será constituído por um painel de fibra de madeira com densidade media colorido (MDF) e nas zonas húmidas com um painel de cimento com fibra, colorido e hidrofugo (Equitone).

Para que possa existir alterações e substituições no futuro, a escada e as paredes interiores serão construídas com elementos aligeirados, também em módulo e independentes do subsistema estrutural. Os componentes das paredes interiores também serão em painéis de madeira com densidade media coloridos (MDF) e perfis galvanizados.

O subsistema de revestimentos dos pisos será em soalho flutuante nos quartos, em lajetas de betão na cave e em revestimento cerâmico nas restantes divisões. No subsistema de revestimento cerâmico, as juntas entre as peças cerâmicas serão por ligação química de fraca resistência, para que quando sejam desmontadas se torne mais fácil o processo.

Os subsistemas de eletricidades e canalizações serão pelo exterior dos revestimentos. Tornando mais fácil a reparação ou desmontagem dos elementos.

Os subsistemas de portas e janelas serão em alumínio e serão complementados com estores em madeira. Nos elementos de alumínio já existe o conceito de desconstrução, pois a ligação entre os componentes é aparafusada e de sistema mecânico.

Os módulos de estrutura, de parede e revestimento serão conformados com a medida dos vãos exteriores. Existirá um desvio do que foi estabelecido para o módulo estrutura, parede e revestimento, mas existirá o máximo possível de padronização e repetição dos módulos conformados pelo vão, com a repetição de vãos, medidas de parapeito e de padieira. Contribuindo assim para que no futuro os vãos possam ser reconstruídos de maneira igual ou com algumas diferenças a nível de tamanho em outra obra.

## 3.5 Desenhos



\_Planta de localização escala 1/2000\_



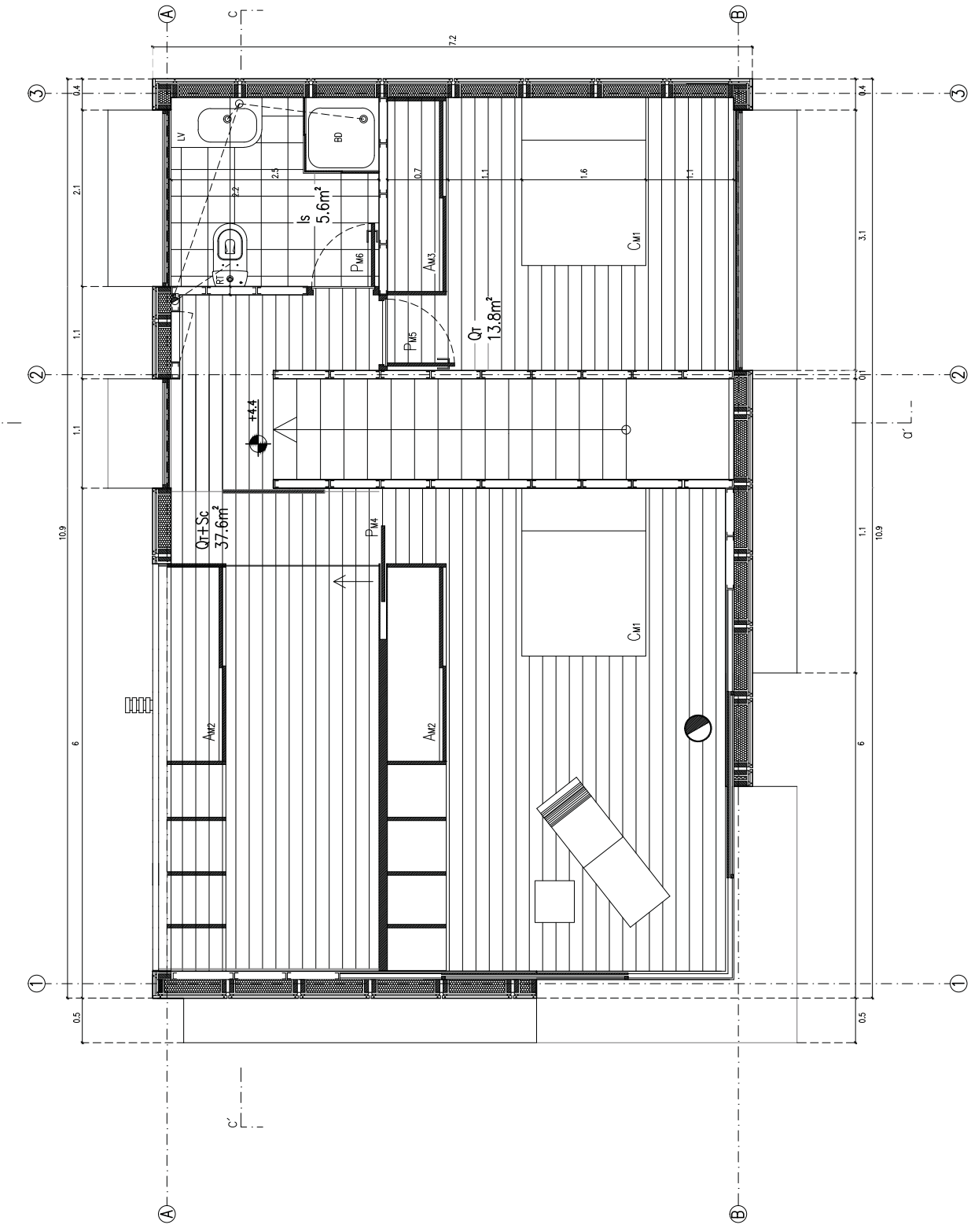
\_Planta de Implantação escala 1/500\_

O binômio construção / desconstrução na concepção de projetos de edifícios sustentáveis

O binômio construção / desconstrução na concepção de projetos de edifícios sustentáveis

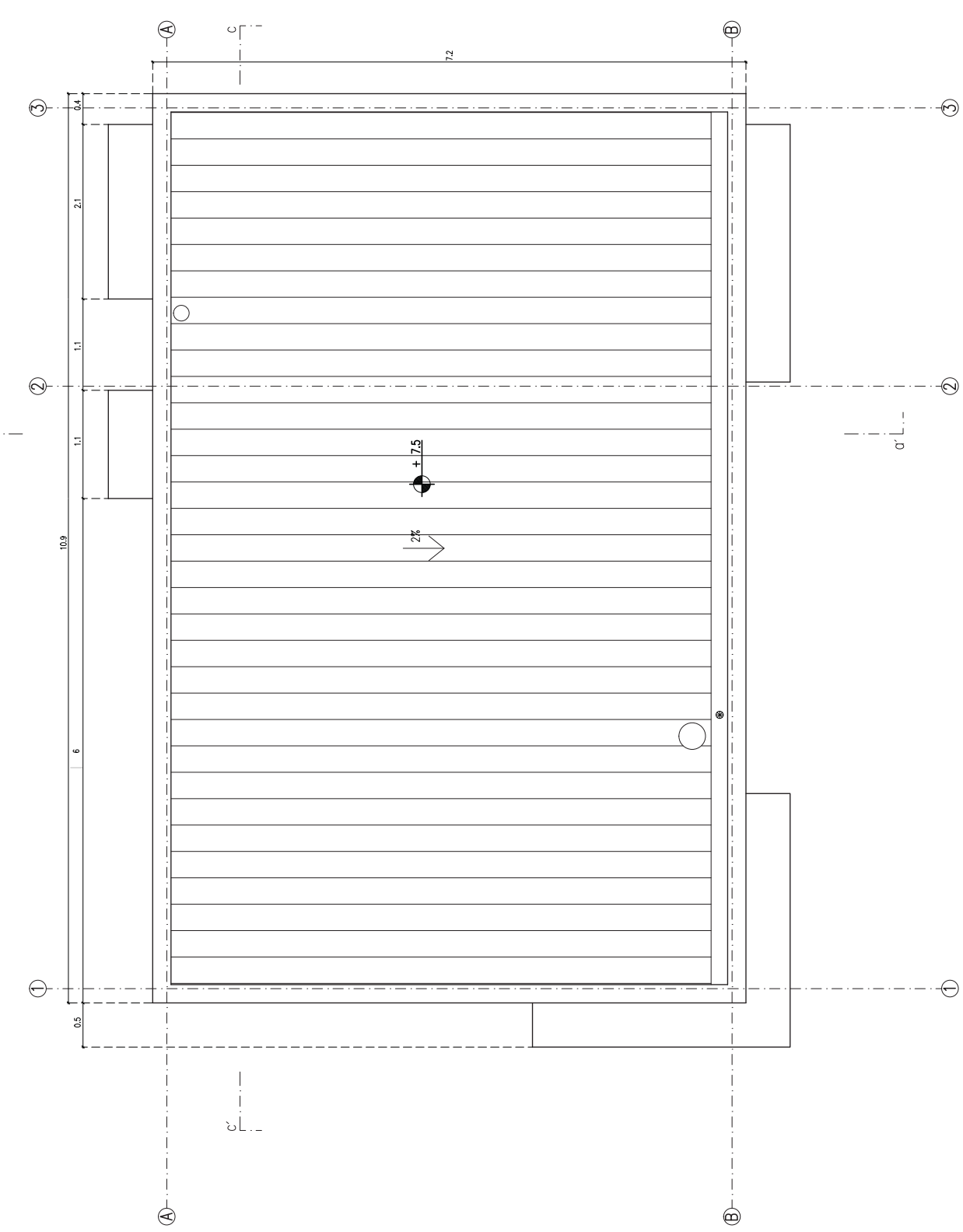






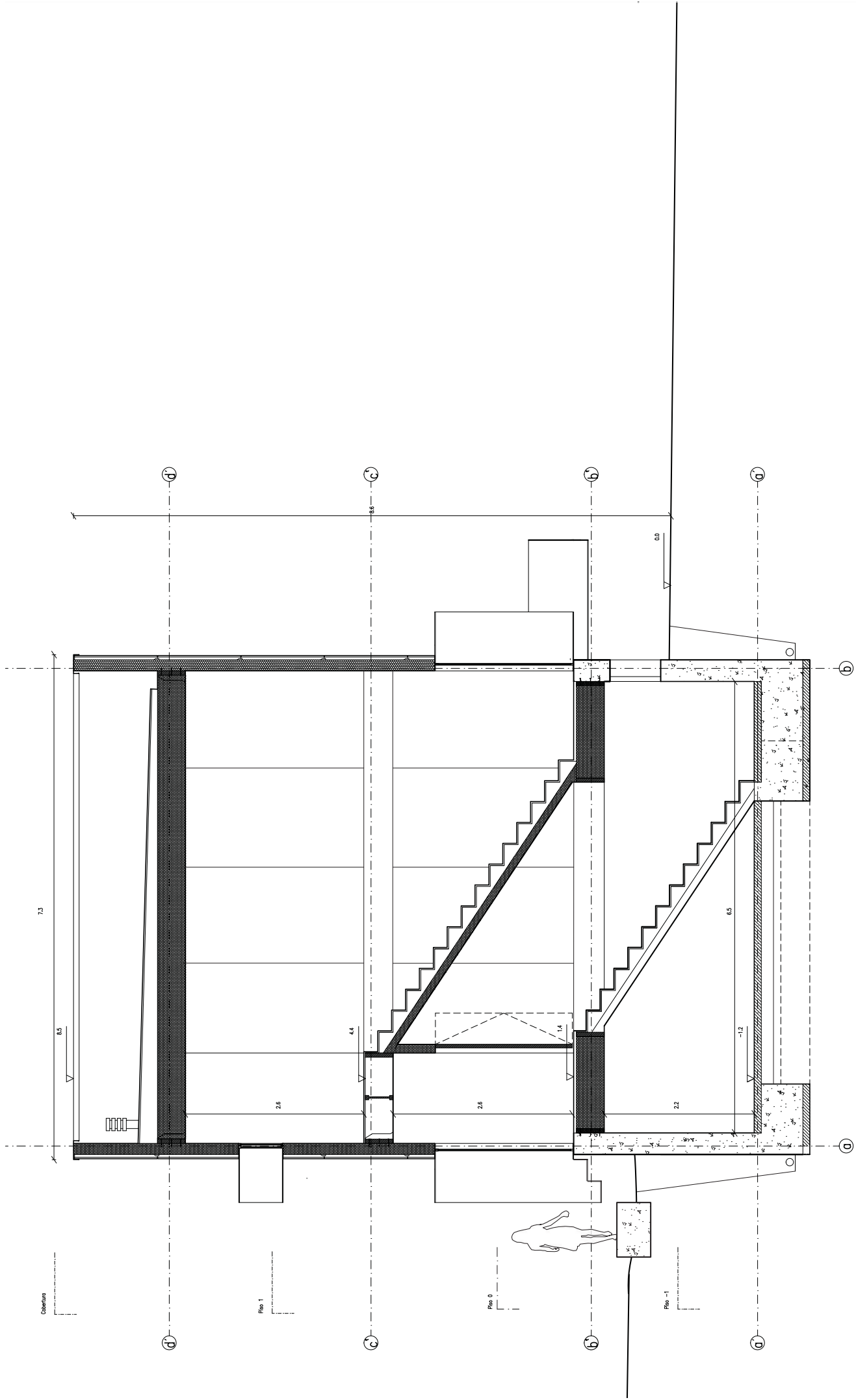
\_Planta piso 1 escala 1/50





\_Planta cobertura escala 1/50

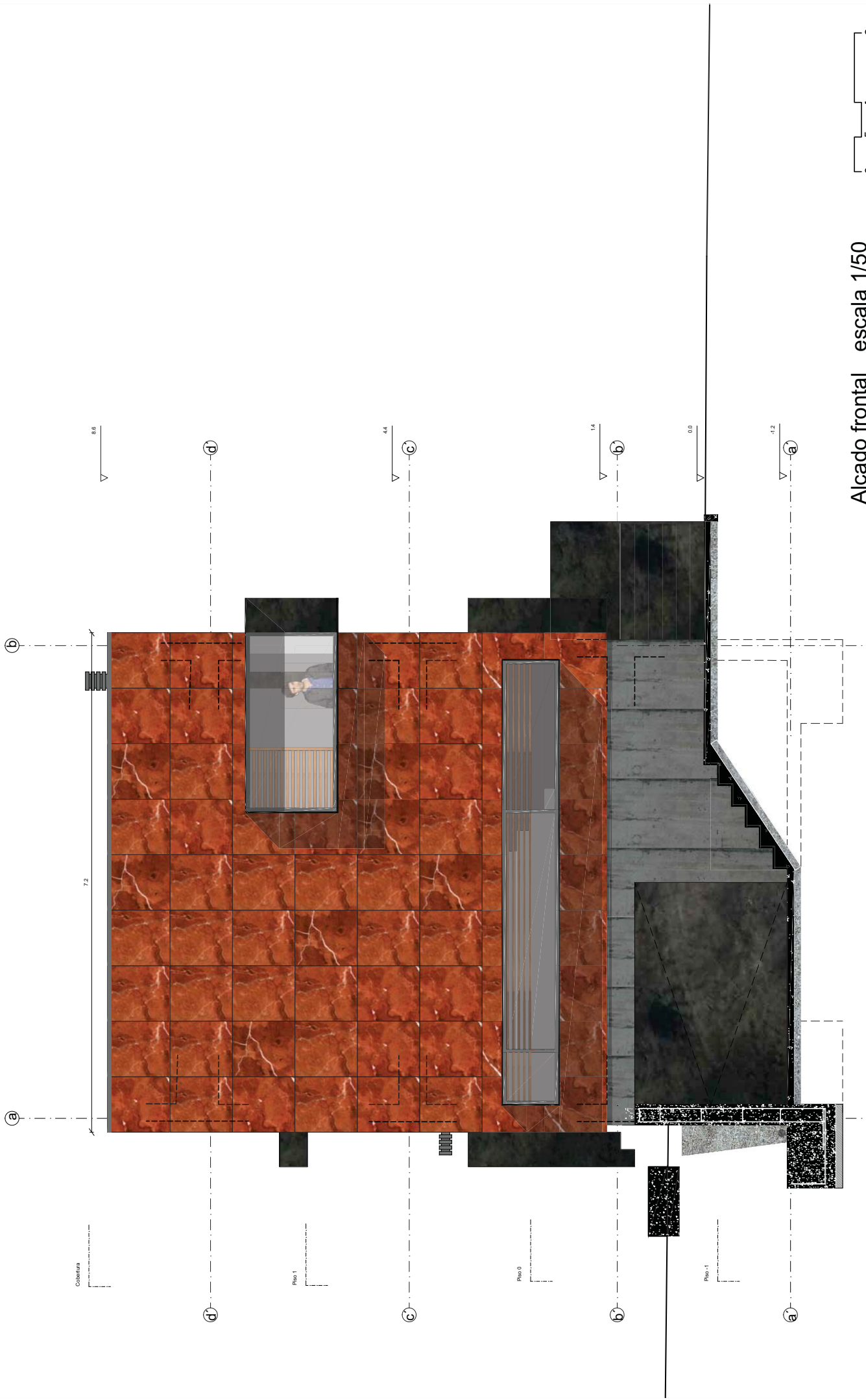




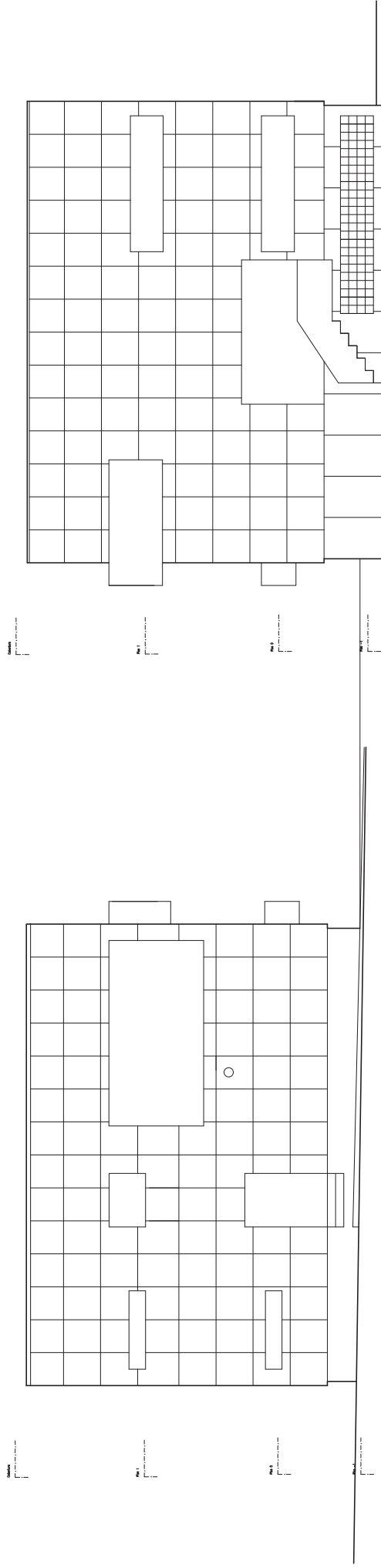
Corte transversal a-a' escala 1/50





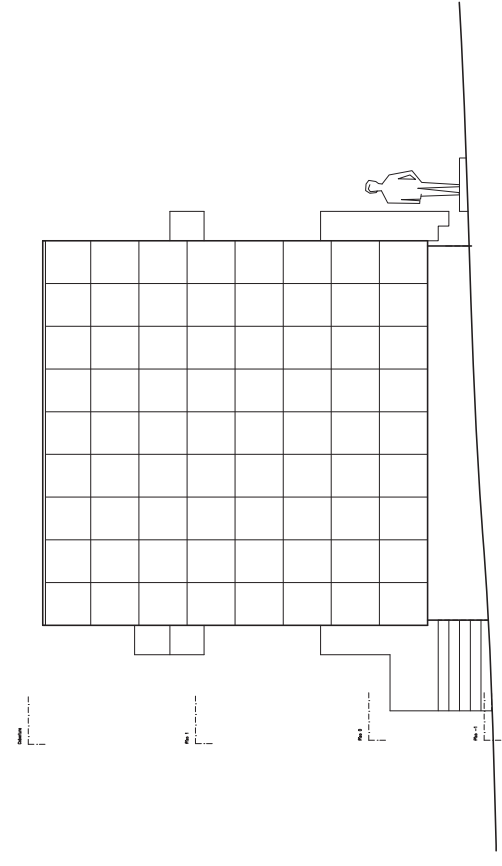


Alcado frontal escala 1/50



\_Alçado Norte

\_Alçado Sul



\_Alçado Nascente

Alçados escala 1/100





\_Fotomontagem\_ perspectiva frontal (imagens do autor)

## **Capítulo 4**

## **Conclusão**



## Conclusão

O mau uso dos recursos naturais que ameaçam o funcionamento correto do planeta, resultam na maioria das vezes, da maneira como construímos e como vivemos nos nossos meios urbanos, porque é neles que se criam os problemas ambientais. Na construção sustentável, a desconstrução é a solução viável para muitos desses problemas e deve ser a norma a considerar, porque protege os ecossistemas e também assegura uma utilização racional de todos os recursos ( na construção, utilização e fim de vida dos edifícios).

O objetivo principal da desconstrução é manter o maior valor possível de materiais em edifícios existentes, executar o desmantelamento de edifícios de uma forma que permitirá a reutilização ou reciclagem eficiente dos materiais que compõem a estrutura.

A desconstrução é uma alternativa à demolição que não apenas cria um ganho ambiental, mas também pode gerar ganhos sociais, como o aumento e a qualificação de empregos na área. Geralmente, o principal problema que enfrenta a desconstrução hoje é o fato de que os arquitetos e construtores do passado visualizavam as suas criações como sendo permanentes e não tomaram medidas para a sua desmontagem no futuro.

Consequentemente as técnicas e ferramentas para a desmontagem das estruturas existentes estão em desenvolvimento, a pesquisa para apoiar a desconstrução está em curso em instituições de todo o mundo e a política dos governos está a começar a abordar as vantagens da desconstrução, aumentando os custos de eliminação ou em alguns casos, promovendo o descarte de outra forma útil dos materiais.

O Projeto de edifícios a construir na facilidade de desconstrução futura está a começar a receber atenção de arquitetos e outros técnicos e pode ampliar a margem de aproveitamento dos materiais construtivos no fim da vida útil do edifício e ainda ampliar a própria vida útil do edifício, ao levar em consideração elementos como flexibilidade, conexões acessíveis e facilmente desmontáveis e materiais pré-fabricados.

Não apenas edifícios projetados para serem desconstruídos podem ter esse fim. Os edifícios construídos com técnicas e materiais tradicionais também podem ser desconstruídos ao fim de vida útil e ter grande parte de seus materiais reaproveitados ou reciclados, gerando, por exemplo, agregado para betão.

A concretização da proposta foi possível, pois existiu uma ideia inicial em escolher a maioria dos materiais em prefabricado, com as características adequadas aos elementos do edifício. Esta ideia foi a “chave” para a concepção do sistema construtivo do edifício.

A proposta de anteprojeto apresentada assenta em quase todos os conceitos do capítulo 2, pois todas as conexões deveriam ser indiretas, como por exemplo, em ganchos desmontáveis e inquebráveis. Mas este conceito de ligação entre elementos só é possível com materiais flexíveis como por exemplo o plástico e este material é poluente. E na maioria da aplicação da prática do tema abordado em outros objetos, é através de parafusos e porcas como é o caso dos automóveis, sendo estes no ponto de vista do autor, o melhor e maior exemplo prático da aplicação do tema construção / desconstrução.

Em Portugal mandamos para aterros a maior parte dos nossos resíduos construtivos, uma realidade que precisa ser rapidamente mudada se quisermos participar de forma ativa da busca por um planeta mais sustentável. Esta proposta é uma tentativa de demonstrar que é

possível corrigir a os hábitos de construção de edifícios com ênfase do fim de vida nos aterros e também é uma tentativa de demonstrar mais funcionalidade ao longo do ciclo de vida das edificações.

## Referências bibliográficas

- Charles J. Kibert and Chini A.R. (2000). Overview of Deconstruction in Selected Countries. Publication 252. University of Florida, USA, 239p.
- Chini A.R. (2001). Deconstruction and Materials Reuse: Technology, Economic, and Policy. CIB Publication 266. Proceedings of the CIB Task Group. Wellington, New Zealand, 166p.
- Chini A.R. (2002). Design for Deconstruction and Materials Reuse. CIB Publication 272. Proceedings of the CIB Task Group. Karlsruhe, Germany, 244p.
- Chini A.R. (2003). Deconstruction and Materials Reuse. CIB Publication 287. Proceedings of the 11th Rinker International Conference. Gainesville, Florida, USA, 419p.
- Chini A.R. (2005). Deconstruction and Materials Reuse - an International Overview. CIB Publication 300. Final Report of Task Group. Gainesville, Florida, USA, 415p.
- Livia Tirone (2010). Construção Sustentável. Tirone Nunes, SA. Sintra, Portugal, 231p.
- Elma Durmisevic, and Prof. Jan Brouwer (2002). DESIGN ASPECTS OF DECOMPOSABLE BUILDING STRUCTURES. OBOM De Vries van Heystplantsoen 2, 2628 RZ Delft , Netherlands
- Autodesk (2014). Academy Autodesk. library of sustainable products site: <http://academy.autodesk.com/library/sustainable-products/disassembly-and-recycling/>, consultado em Março de 2015



## Anexos

Planos de ordenamento municipal sobre o terreno

Descrição do material da estrutura de madeira - pilares; vigas de cintamento; vigas de distribuição de pisos e placas de madeira estrutural

Planos de ordenamento municipal sobre o terreno



# CÂMARA MUNICIPAL DE VALPAÇOS

Departamento de Urbanismo e Ambiente

## EXTRACTO DA PLANTA DE LOCALIZAÇÃO

Comunicação Prévia de Operações Urbanísticas



Requerente:	ivo soares	Telefone:	
Morada:		Nif:	226637638
Local Pretensão:	Av. Eng. Francisco Tavares	Data:	2013.12.28
Freguesia:	BOUÇOÃES	Escala:	1: 2.000

Datum 73

Projecção UTM





# CÂMARA MUNICIPAL DE VALPAÇOS

Departamento de Urbanismo e Ambiente

## EXTRACTO DA PLANTA DE CONDICIONANTES

Comunicação Prévia de Operações Urbanísticas



Requerente:	ivo soares	Telefone:	
Morada:		Nif:	226637638
Local Pretensão:	Av. Eng. Francisco Tavares	Data:	2013.12.28
Freguesia:	BOUÇOÃES	Escala:	1: 2.000

Datum 73

Projecção UTM





# CÂMARA MUNICIPAL DE VALPAÇOS

Departamento de Urbanismo e Ambiente

## LEGENDA DO EXTRACTO DA PLANTA DE CONDICIONANTES

Comunicação Prévia de Operações Urbanísticas



Requerente:	ivo soares	Telefone:	
Morada:		Nif:	226637638
Local Pretensão:	Av. Eng. Francisco Tavares	Data:	2013.12.28
Freguesia:	BOUÇOÃES	Escala:	

Datum 73

Projecção UTM

### LIMITE DO CONCELHO

--- LIMITE DO CONCELHO (CAOP V5)

### PATRIMÓNIO NATURAL:

RESERVA AGRÍCOLA NACIONAL

RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL:

DOMÍNIO HÍDRICO:  
Leitos e margens dos cursos de água

PERÍMETROS FLORESTAIS

### PATRIMÓNIO CULTURAL:

#### BENS CULTURAIS IMÓVEIS DE INTERESSE PATRIMONIAL

ÁREA DE PROTECÇÃO ( 50m )

Nº	Designação	Freguesia	Lugar	Protecção
1.1	Pelourinho de Água Revés	Água Revés e Crasto	Água revés-Íg.do pelourinho	IIP, Dec. nº 39175, DG77 de 17 Abr. 1953
1.10	Casa dos Sampaio Cunha e Capela de S. Caetano	Água Revés e Crasto	Água Revés e Crasto	Em Vias de Classificação
2.1	Castro de Lama de Ouriço / Cabço da Muralha	Alvarelhos	Alvarelhos	IIP, Dec. nº 1/86, DR 2 de 03 Jan.1986
3.1	Castro de Ribas / Alto da Cerca	Argeriz	Ribas	IIP, Dec. nº 29/84, DR 145 de 25 Jun. 1984
3.2	Santuário Rupestre de Argeriz / Pias de Mouras	Argeriz	Argeriz	IIP, Dec. nº 29/84, DR 145 de 25 Jun. 1984
4.1	Igreja de S. Nicolau, paróquia de Carrzedo Montenegro	Carrzedo de Montenegro	Carrzedo	IIP, Dec. nº 28/82, DR 47 de 26 Fev. 1982
5.1	Igreja de Possacos	Possacos	Possacos	IIP, Dec. nº 28/82, DR 47 de 26 Fev.1982
6.1	Igreja de Stª Valha	Santa Valha	Santa Valha	IIP, Dec. nº 45/93, DR 280 de 30 Nov.1993
7.1	Castro de Vila Nova / Alto da Cividade / Cerca	Santiago da Ribeira de Alhariz	Vila Nova	IIP, Dec. nº 1/86, DR 2 de 03 Jan. 1916
8.1	Ponte e Alminhas em Vale de Casas	Valpaços	Vale de Casas	IIP, Dec. nº1/86, DR 2 de 03 Jan. 1986
8.2	Casa do Arco	Valpaços	Valpaços	IIP, Dec. nº45/93, DR 280 de 30 Nov. 1993
10.1	Capela de S. Sebastião	Vilarandelo	Vilarandelo	IIP, Dec. nº 8/83, DR 19 de 24 Jan. 1983
10.2	Igreja de Vilarandelo,Igreja de S. Vicente	Vilarandelo	Vilarandelo	IIP, Dec. nº29/84, DR 145 de 25 Jun. 1984
10.3	Castro de Vilarandelo / Alto da Muradela / Alto da Cividade	Vilarandelo	Vilarandelo	IIP, Dec. nº1/86, DR 2 de 03 Jan. 1986

### INFRA-ESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS:

RODOVIAS:      Existentes      Projectadas

EN'S             
ER'S          

	Zona de Servidão	Classificação
EN 103	20m do eixo	Estrada Nacional
EN 206	20m do eixo	Estrada Regional
EN 213	20m do eixo	Estrada Nacional

### SERVIÇOS RADIOELÉCTRICAS:

FEIXES HERTZIANOS

ESTAÇÃO REMOTA DE SANTA COMBA:

- ESTAÇÃO REMOTA
- I - ZONA DE LIBERTAÇÃO PRIMÁRIA
- II - 1000m DA ZONA DE LIBERTAÇÃO SECUNDÁRIA
- III - ZONA DE LIBERTAÇÃO SECUNDÁRIA (2500m)

### ABASTECIMENTO DE ÁGUA:

ADUTORAS EXISTENTES E PREVISTAS

- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA
- CAPTAÇÃO
- RESERVATÓRIO
- ESTAÇÃO DE TRATAMENTO

DRENAGEM E TRATAMENTO DE ESGOTOS:

- EMISSÁRIOS EXISTENTES E PREVISTOS
- ESTAÇÃO ELEVATÓRIA
- ETAR

EDIFÍCIOS ESCOLARES

LIMITE DA ZONA DE PROTECÇÃO ( 12m )

### RUÍDO:

- ZONAS SENSÍVEIS
- ZONAS MISTAS

### CARTOGRAFIA:

- ▲ MARCOS GEODÉSICOS ( 15m )



# CÂMARA MUNICIPAL DE VALPAÇOS

Departamento de Urbanismo e Ambiente

## EXTRACTO DA PLANTA DE ORDENAMENTO

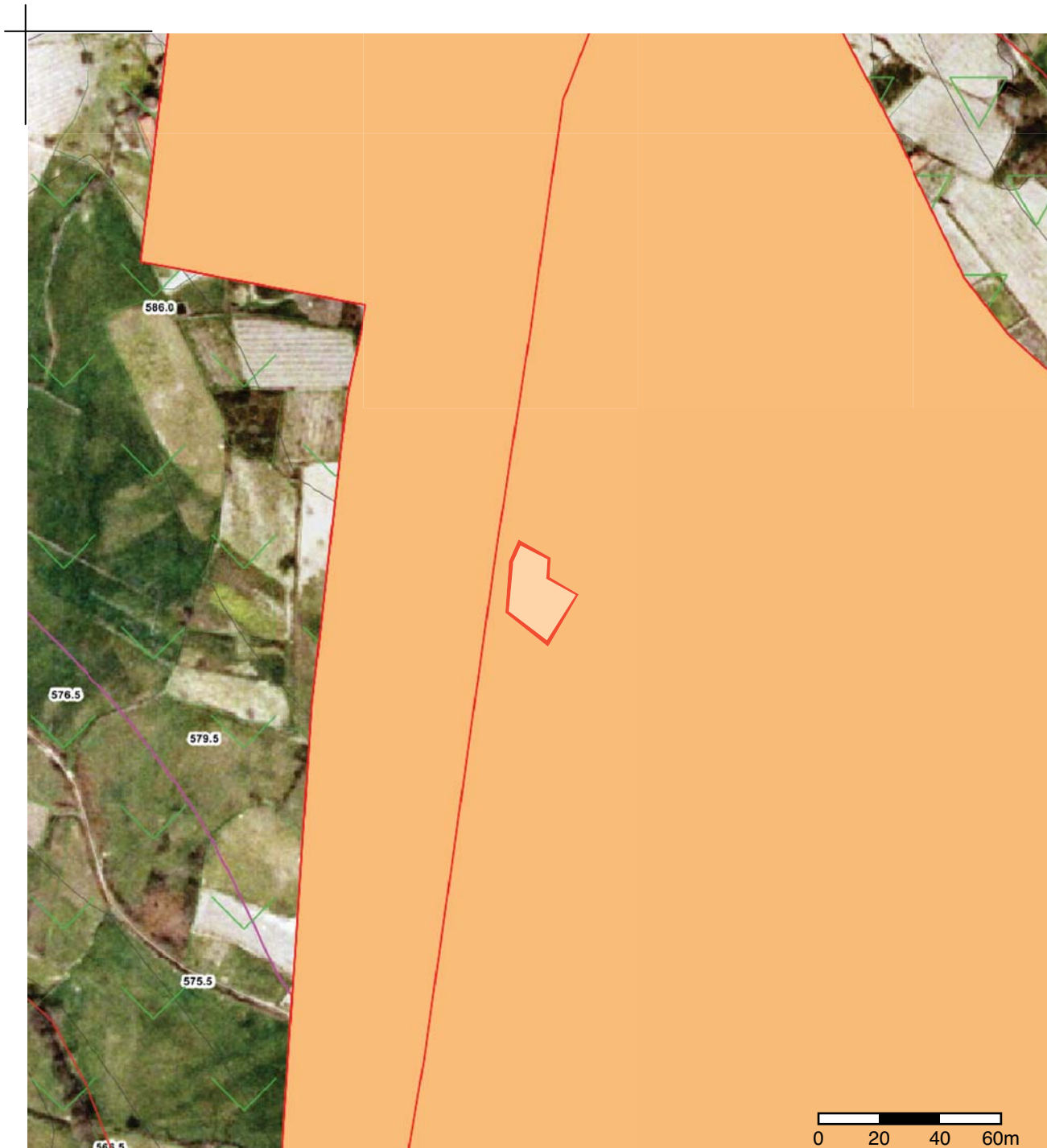
Comunicação Prévia de Operações Urbanísticas



Requerente:	ivo soares	Telefone:	
Morada:		Nif:	226637638
Local Pretensão:	Av. Eng. Francisco Tavares	Data:	2013.12.28
Freguesia:	BOUÇOÃES	Escala:	1: 2.000

Datum 73

Projecção UTM







# CÂMARA MUNICIPAL DE VALPAÇOS

Departamento de Urbanismo e Ambiente

EXTRACTO DA CARTA MILITAR

Comunicação Prévia de Operações Urbanísticas



Requerente:	ivo soares	Telefone:	
Morada:		Nif:	226637638
Local Pretensão:	Av. Eng. Francisco Tavares	Data:	2013.12.28
Freguesia:	BOUÇOÃES	Escala:	1: 25.000

Datum 73

Projecção UTM



Descrição do material da estrutura de madeira - pilares; vigas de cintamento; vigas de distribuição de pisos e placas de madeira estrutural



# Un fuerte soporte para las estructuras de madera

## Material:

Descripción del Kerto.....	01
Fabricación.....	02
Características mecánicas....	03
Durabilidad y tratamiento....	04
Secciones.....	06

## Aplicaciones:

Vigas.....	07
Panel.....	08
Forjados y cubiertas.....	09
Panel autoportante.....	11
Pórticos.....	12
Cerchas con pasadores.....	14
Cerchas latinas.....	16
Rehabilitación.....	17

**finnforest**

# MATERIAL

El KERTO está compuesto por láminas de abeto de 3 mm de espesor, obtenidas por desenrollo. Estas láminas se encolan en primer lugar longitudinalmente por medio de juntas biseladas y posteriormente se encolan entre ellas, superponiéndolas para formar grandes paneles.

Esta constitución de láminas le confiere una elevada resistencia mecánica.

El KERTO se fabrica en dos tipos: KERTO-S y KERTO-Q.

## KERTO-S .

Este tipo de KERTO se caracteriza por tener todas las láminas orientadas en la misma dirección (longitudinalmente).

Se utiliza principalmente como viga y elemento de estructura (cercha, pórtico etc...).

## KERTO-Q .

Este tipo de Kerto se caracteriza por tener un porcentaje de láminas orientadas perpendicularmente. Aproximadamente un 20 % de las mismas, aunque el número exacto de láminas cruzadas varía en función del espesor.

El objeto de cruzar estas láminas es aumentar la estabilidad dimensional frente a los cambios de humedad.

En la hoja nº 5 se indica exactamente el número de capas cruzadas por espesor.

Se utiliza principalmente como panel y en ciertos elementos de estructura (pilares de pórticos etc...).



## Denominación.

KERTO es el nombre comercial de la madera microlaminada fabricada por Finnforest. El nombre oficial en español de este tipo de madera es **madera microlaminada**. En inglés corresponde con LVL (Laminated Veneer Lumber) y en francés Lamibois.

## Proceso de fabricación

El proceso de fabricación del KERTO se compone de las siguientes fases:



**a) Corte y humidificación de las tronzas.** Las tronzas son descortezadas y humedecidas para facilitar el desenrollo.

**b) Desenrollo.** Las tronzas son desenrolladas en láminas de 3 mm de espesor, las cuales son cortadas en piezas para permitir su manipulación.

**c) Secado.** Las láminas son secadas hasta una humedad aprox del 5 %.

**d) Medición de densidad y clasificación.** Se mide individualmente la densidad de las láminas, y en función de los valores de densidad y su aspecto visual se las clasifica.

**e) Encolado.** En primer lugar se realiza el encolado de las juntas biseladas "scarfs", y posteriormente el encolado de las caras.

**f) Prensado.** Se realiza en dos fases: una primera en frío, en la que sólo se aplica presión y en una segunda fase en caliente, en la que se aplica presión y calor, el tiempo de permanencia en la prensa es función del espesor de las piezas.

**g) Corte, embalaje y expedición.**

**Materia Prima:**

**Madera:** Abeto (Picea abies)

**Colas:** Fenólicas

## Fábricas

El Kerto es fabricado en dos fábricas situadas en Finlandia: Lohja (al sur, cerca de Helsinki) con una capacidad de 100.000 m<sup>3</sup>/año y Punkaharju (al este) con una capacidad de 130.000 m<sup>3</sup>/año

### Control de calidad

Consiste en un control interno, completado por uno externo realizado por el organismo oficial finlandés VTT. Asimismo la fabricación es conforme a la norma internacional ISO 9001.

## Características del producto

La madera microlaminada KERTO, destaca en dos aspectos fundamentales:

### Alta resistencia:

Entre los materiales utilizados habitualmente en estructuras de madera, es el de mayor resistencia.

Resistencia característica a la flexión :

Kerto-S .....	44 N/mm <sup>2</sup>
Madera Laminada GL28 .....	28 N/mm <sup>2</sup>
Madera maciza C18 .....	18 N/mm <sup>2</sup>

### Explicación:

#### A Selección de la densidad

Durante el proceso de fabricación del Kerto, se realiza una selección de las láminas en función de la densidad, utilizándose únicamente las láminas de mayor densidad.

En la madera existe una relación directa entre la densidad y resistencia

Densidad Kerto: 480 Kg/m<sup>3</sup>.      GL 28: 380 Kg/m<sup>3</sup>

#### B Disminución de la influencia de los defectos por nudos

### Piezas de poco espesor:

Al fabricarse piezas de poco espesor presentan una serie de ventajas:

#### A Optimización de la sección.



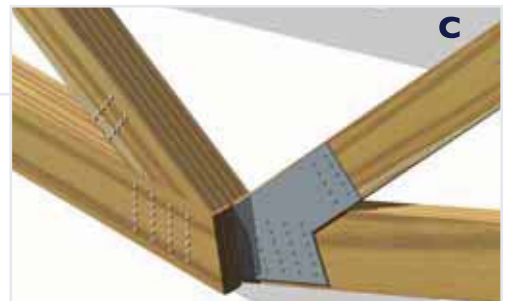
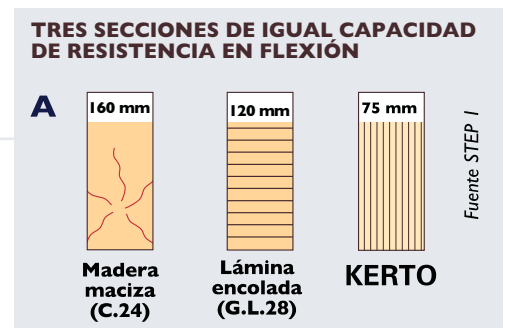
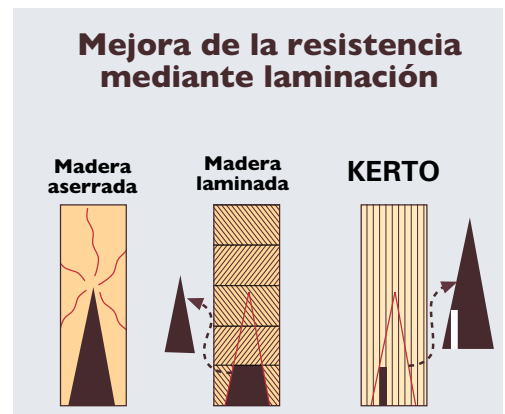
#### B Formación de cajones

Con este sistema se optimiza la cantidad de material, frente al efecto de pandeo, cuando las piezas trabajan a compresión.

#### C Planos múltiples:

En las uniones con placas metálicas. Es muy sencillo colocar varias placas, con lo que se optimiza la unión al aumentar los planos de cizallamiento.

#### D Permite su utilización como panel



## Características mecánicas

Para el cálculo del Kerto según el Documento Básico Seguridad Estructural-Madera (SE-M), basado en el Eurocódigo-5 se deben utilizar los siguientes valores y coeficientes.

El método de cálculo es el indicado en dicha norma.

### Coeficiente Kdef según el EC-5. Final Draft

Coeficiente parcial de seguridad $\gamma_m$	$\gamma_m \text{ LVL} = 1.2$
---	------------------------------

### Coeficiente Kmod

Clase de servicio	Clase de duración de carga				
	Permanente	Larga duración	Duración media	Duración corta	Instantanea
1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

## KERTO-S

### Coeficiente Kdef según el EC-5. KERTO-S

Clase de duración de carga	Clase de servicio		
	1	2	3
Permanente	0,6	0,8	2
Larga duración	0,5	0,8	1,5
Duración media	0,2	0,25	0,75
Duración corta	0	0	0,3

### Valores de características mecánicas según Eurocódigo-5. KERTO-S

Propiedad	Símbolo	Valor característico	Unidad
<b>Valores característicos (5%)</b>			
<b>Resistencia a la Flexión</b>			
Vertical	fm0,edge,k	44.0	N/mm <sup>2</sup>
Parametro de efecto tamaño	s	0.12	N/mm <sup>2</sup>
Plana	fm0,flat,k	50.0	N/mm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a la Tracción</b>			
Paralela a la fibra	ft,0,k	35.0	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a la fibra, vertical	ft,90,edge,k	0.8	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a la fibra, plana	ft,90,flat,k	-	N/mm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a la compresión</b>			
Paralela a la fibra	fc,0,k	35	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a la fibra, vertical	fc,90,edge,k	6.0	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a la fibra, plana	fc,90,flat,k	1.7	N/mm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a cortante</b>			
Vertical	fv,0,edge,k	4.1	N/mm <sup>2</sup>
Plana	fv,0,flat,k	2.3	N/mm <sup>2</sup>
<b>Módulo de elasticidad</b>			
Paralelo a fibra	E0,k	11.600	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a fibra, vertical	E90,k	350	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a fibra, plana	fe,90,flat,k	100	N/mm <sup>2</sup>
<b>Módulo de cortante</b>			
Vertical	G0,k	400	N/mm <sup>2</sup>
Plana	G0,k	400	N/mm <sup>2</sup>
Densidad	$\rho_k$	480	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Valores medios</b>			
<b>Módulo de elasticidad</b>			
Paralelo a fibra	E0,mean	13,800	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a fibra, vertical	E90,mean	430	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a fibra, plana	E90,mean	130	N/mm <sup>2</sup>
<b>Módulo de cortante</b>			
Vertical	G0,mean	600	N/mm <sup>2</sup>
Plana	G0,mean	600	N/mm <sup>2</sup>
Densidad	$\rho_{mean}$	510	Kg/m <sup>3</sup>

## KERTO-Q

### Valores de características mecánicas según Eurocódigo-5. KERTO-Q

Propiedad	Símbolo	Valor característico para espesores de		Unidad
		27-69 mm	21-24 mm	
<b>Valores característicos (5%)</b>				
<b>Resistencia a la Flexión</b>				
Vertical	fm0,edge,k	32.0	28.0	N/mm <sup>2</sup>
Parametro de efecto tamaño	s	0.12	0.12	N/mm <sup>2</sup>
Plana	fm0,flat,k	36.0	32.0	N/mm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a la Tracción</b>				
Paralela a la fibra	ft,0,k	26.0	19.0	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a la fibra, vertical	ft,90,edge,k	6.0	6.0	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a la fibra, plana	ft,90,flat,k	-	-	N/mm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a la compresión</b>				
Paralela a la fibra	fc,0,k	26	19.0	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a la fibra, vertical	fc,90,edge,k	9.0	9.0	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a la fibra, plana	fc,90,flat,k	1.8	1.8	N/mm <sup>2</sup>
<b>Resistencia a cortante</b>				
Vertical	fv,0,edge,k	4.5	4.5	N/mm <sup>2</sup>
Plana	fv,0,flat,k	1.3	1.3	N/mm <sup>2</sup>
<b>Módulo de elasticidad</b>				
Paralelo a fibra	E0,k	8.800	8.300	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a fibra, vertical	E90,k	2.000	2.000	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a fibra, horizontal	E90,k	100	100	N/mm <sup>2</sup>
<b>Módulo de cortante</b>				
Vertical	G0,k	400	400	N/mm <sup>2</sup>
Plana	G0,k	-	-	N/mm <sup>2</sup>
Densidad	ρk	480	480	Kg/m <sup>3</sup>
<b>Valores medios</b>				
<b>Módulo de elasticidad</b>				
Paralelo a fibra	E0,mean	10.500	10.000	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a fibra, vertical	E90,mean	2.400	2.400	N/mm <sup>2</sup>
Perpendicular a fibra, horizontal	E90,mean	130	130	N/mm <sup>2</sup>
<b>Módulo de cortante</b>				
Vertical	G0,mean	600	600	N/mm <sup>2</sup>
Plana	G0,mean	-	-	N/mm <sup>2</sup>
Densidad	ρmean	510	510	Kg/m <sup>3</sup>

### Coefficiente Kdef según el EC-5. KERTO-Q

Clase de duración de carga	Clase de servicio		
	1	2	3
Permanente	0,8	1	2,5
Larga duración	0,5	0,6	1,8
Duración media	0,25	0,3	0,9
Duración corta	0	0	0,4

### Composición de los paneles KERTO-Q

Consideramos un panel de 1m de ancho

Espesor mm	Composición	Nº de láminas longitudinales	Área total A cm <sup>2</sup> /m	Área neta A* cm <sup>2</sup> /m	Peso P Kg/m <sup>2</sup>
21	II-I-II	5, 15 mm	210	150	10,71
24	II-II-II	6, 18 mm	240	180	10,24
27	II-III-II	7, 21 mm	270	210	13,77
33	II-III-III-II	9, 27 mm	330	270	16,83
39	II-III-III-III-II	10, 30 mm	390	300	19,89
45	II-III-III-III-III-II	12, 36 mm	450	360	22,95
51	II-III-III-III-III-III-II	14, 42 mm	510	420	26,01
57	II-III-III-III-III-III-III-II	14, 42 mm	570	420	29,07
63	II-III-III-III-III-III-III-III-II	16, 48 mm	630	480	32,13
69	II-III-III-III-III-III-III-III-III-II	18, 54 mm	690	540	35,19

\* El Área neta corresponde al área total descontando las capas cruzadas

## Variaciones dimensionales.

Se adjuntan los valores de las variaciones dimensionales:

Dirección	KERTO-S	KERTO-O
Longitud	0.0001	0.0001
Anchura	0.0032	0.0003
Espesor	0.0024	0.0024

Cambio del contenido en % x el coeficiente de variación dimensional x sección en mm

## Comportamiento ante el fuego

El comportamiento al fuego, es igual al de cualquier tipo de estructura de madera.

Hay que tener en cuenta los valores de velocidad de carbonización y resistencia mecánica.

El cálculo de estabilidad al fuego debe realizarse según lo indicado en la Norma EC-5 Parte 1.2

Para el cálculo de la resistencia mecánica se debe utilizar el siguiente valor del coeficiente Kfi

$$K_{fi} = 1.1$$

### Velocidad de carbonización:

Se deben utilizar las siguientes velocidades de carbonización en función del método de cálculo utilizado:

$\beta_o = 0.7 \text{ mm/min}$   
velocidad de carbonización,  
incluyendo el efecto de las aristas y fisuras.

$\beta_o = 0.65 \text{ mm/min}$   
velocidad de carbonización básica,  
para la carbonización en una dimensión  
y con una exposición estándar al fuego

## Reacción al fuego.

El Kerto está clasificado como M-3, al ser su espesor superior a 18 mm

Esta clasificación corresponde al KERTO sin ningún tipo de tratamiento, en el caso de ser preciso una reacción al fuego de tipo M2 o M1. Esta se puede obtener aplicando barnices o tratamientos ignífugos.

## Durabilidad y tratamiento

La durabilidad natural del KERTO es Clase 1, según Norma UNE-EN 350-2.

Durante la fabricación del KERTO, no se aplica ningún producto protector. Por lo que su durabilidad natural corresponde a la madera de abeto.

Las colas fenólicas utilizadas en su fabricación, permiten su utilización hasta una clase de riesgo 4.

El tratamiento protector se efectuará en función de la clase de riesgo a que este sometido. Para una clase de riesgo 1, no es preciso ningún tratamiento protector, en aplicaciones habituales con clases de riesgo 2 y 3, una protección a base de lasures y /o tratamiento de fondo, es suficiente.

Clases de riesgo según Norma UNE-EN 335.

## Tratamiento en Autoclave.

Es posible tratar el KERTO en Autoclave CCA, hasta una clase de riesgo 3, pero al ser madera de abeto presenta las siguientes limitaciones:

Obligatoriedad de utilizar Kerto-Q.

Anchura máxima de los paneles de 900 mm.

Y se debe seguir un ciclo especial con tiempos de ciclos de presión alargados, realizado por una fábrica debidamente formada.

## Emisiones

### Medidas de emisión de compuestos orgánicos:

volátiles (COV), amoníaco y formaldehído.

Ficha informe universidad de Burdeos

### Medidas de Poloclorofenoles y Policloroniasoles:

La presencia de estos compuestos, que pueden afectar a la fabricación del vino, en el caso del KERTO **NO** puede contaminar la fabricación de vino.

REPUBLIQUE FRANCAISE		
FACULTE D'ENOLOGIE (Laboratoire de chimie analytique) 351 cours de la libération 33405 TALENCE-CEDEX (FRANCE)		
BULLETIN D'ANALYSE		
RECHERCHE ET DOSAGE DES POLYCHLOROPHENOLS ET DES POLYCHLOROANISOLS		
	Placages épicea Kerto S V00/362	Placages épicea Kerto Q V00/363
Trichloroanisole	0	0
Trichlorophénol	0	0
Tétrachloroanisole	4	4
Tétrachlorophénol	0	0
Pentachloroanisole	55	48
Pentachlorophénol	0	0

Résultats en ng/L. Résultats en ng/g.

Nous certifions que ces bois ne sont pas traités au Pentachlorophénol.  
Absence totale de Polychlorophénols. Présence de traces infimes de  
Tétrachloroanisole et Pentachloroanisole non susceptibles de contaminer le vin.

Echantillon déposé par : FINNFOREST  
C.E. 215  
92637 GENNEVILLIERS Cedex

Talence, le 25 octobre 2000

Echantillon : Bois  
Appellation :  
N° d'enregistrement : V00/362 - 363

A. BERTRAND  
Professeur à l'Université Victor Segalen  
Bordeaux 2

## Secciones.

El KERTO se fabrica en las siguientes secciones:

Espesores estándar	Tipos de KERTO
21 mm	S-Q
24 mm	S-Q
27 mm	S-Q
33 mm	S-Q
36 mm	S
39 mm	S-Q
45 mm	S-Q
51 mm	S-Q
57 mm	S-Q
63 mm	S-Q
69 mm	Q
75 mm	S

## Anchos y largos.

Los anchos estándar se determinana partir del ancho de los paneles, con el fin de aprovecharlos al máximo

Cantos estándar
100 mm
150 mm
200 mm
225 mm
260 mm
300 mm
360 mm
400 mm
500 mm
600 mm
800 mm
900 mm

Anchos de los paneles
Lohja 1.800 mm
Punkaharju 2.500 mm
Largos de los paneles
Sobre medida Longitud máxima de fabricación 23 m

# APLICACIONES.



## VIGAS

Una de las principales aplicaciones del Kerto, es su utilización como viga. Se utiliza **Kerto-S**

Se utiliza tanto en vigas de cubierta, como de forjado, siendo sus principal característica la utilización de piezas esbeltas



### Vigas no visibles

*Este es un sistema económico, que se puede aplicar tanto en cubiertas como en forjados. El sistema consiste en colocar vigas esbeltas de Kerto-S (por ejemplo 39 x 260 / 45 x 300) a un Intereje reducido (habitualmente 60 cm). La parte inferior de las vigas se recubre con un acabado decorativo, el aislante se coloca en el espesor de las vigas y sobre estas se fija el soporte de cubierta o forjado.*

*Este sistema presenta la ventaja añadida de su ligereza, con lo que se transmiten menores cargas a la estructura de soporte, aspecto especialmente importante en rehabilitación*



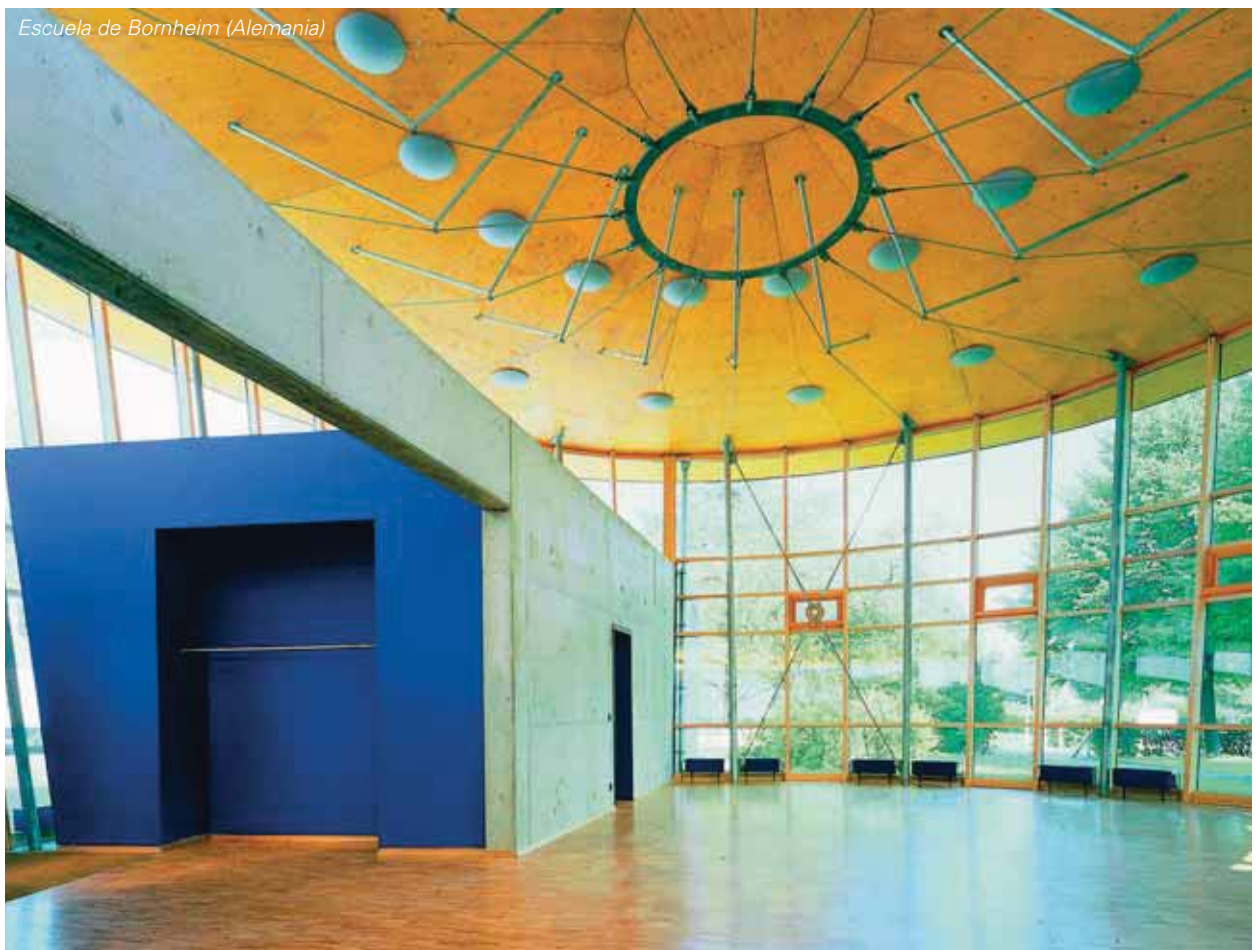
## PANELES

En este tipo de aplicaciones se debe utilizar KERTO-Q.

*(Esto es debido a que se utilizan piezas de grandes dimensiones, que podrían sufrir importantes variaciones dimensionales, que se reducen al utilizar Kerto-Q).*

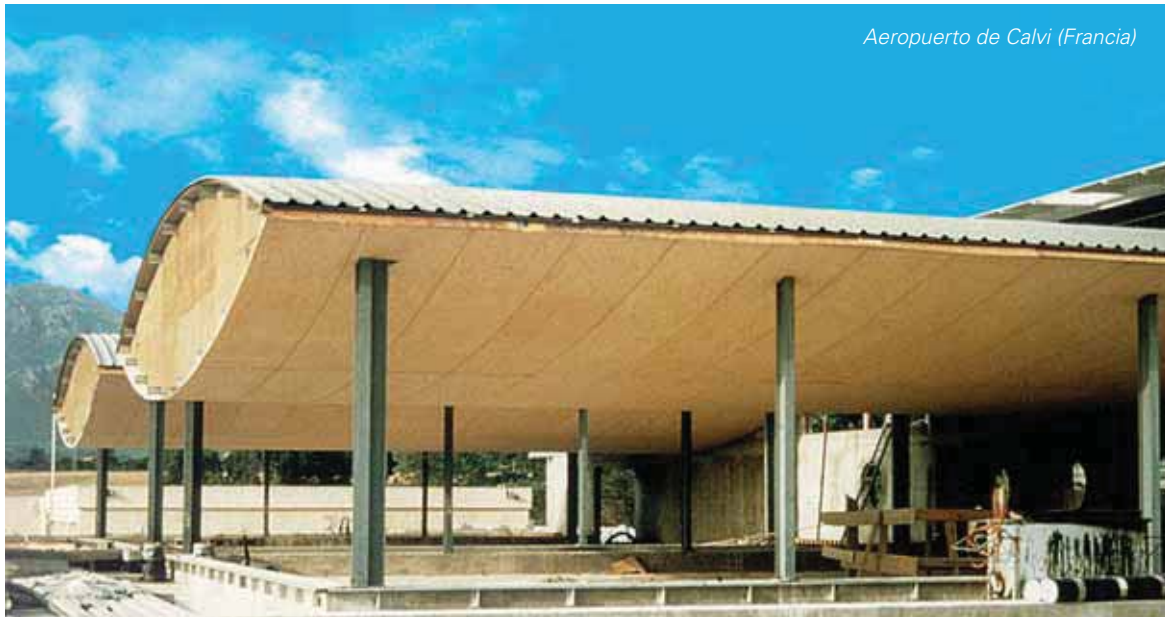
Es un panel autoportante que destaca por las siguientes características :

- Alta resistencia, que permite luces importantes.
- Grandes dimensiones, gracias a su proceso de fabricación.



## Paneles Curvados

Presentan la particularidad de poder adaptarse a superficies curvas **Kerto-S**



Aeropuerto de Calvi (Francia)

Se utiliza tanto en vigas de cubierta, como de forjado, siendo sus principal característica la utilización de piezas esbeltas.



Parque de bomberos de Hohenems (Austria)

Radio de curvatura mínimo **paralelo** a la fibra (ver croquis).

$R > 600 \cdot E$   
Siendo E el espesor del panel

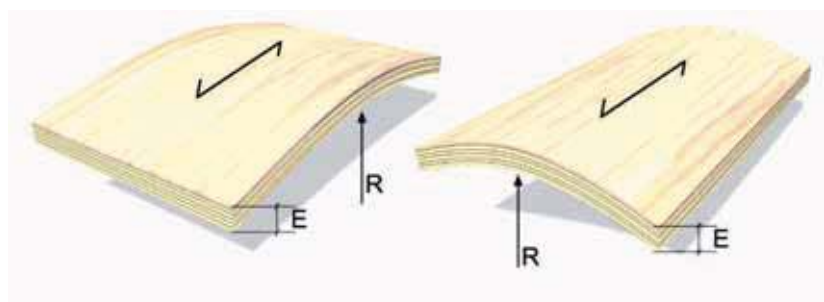
Espesor panel	Radio mínimo
21 mm.	12,6 m.
24 mm.	14,4 m.
27 mm.	16,2 m.
33 mm.	19,8 m.
39 mm.	23,4 m.
45 mm.	27,0 m.
51 mm.	30,6 m.
57 mm.	34,2 m.
63 mm.	37,8 m.
69 mm.	41,4 m.

Radio de curvatura mínimo **perpendicular** en la fibra (ver croquis).

$R > 200 \cdot E$   
Siendo E el espesor del panel

Espesor panel	Radio mínimo
21 mm.	4,2 m.
24 mm.	4,8 m.
27 mm.	5,4 m.
33 mm.	6,6 m.
39 mm.	7,8 m.
45 mm.	9,0 m.
51 mm.	10,2 m.
57 mm.	11,4 m.
63 mm.	12,6 m.
69 mm.	13,8 m.

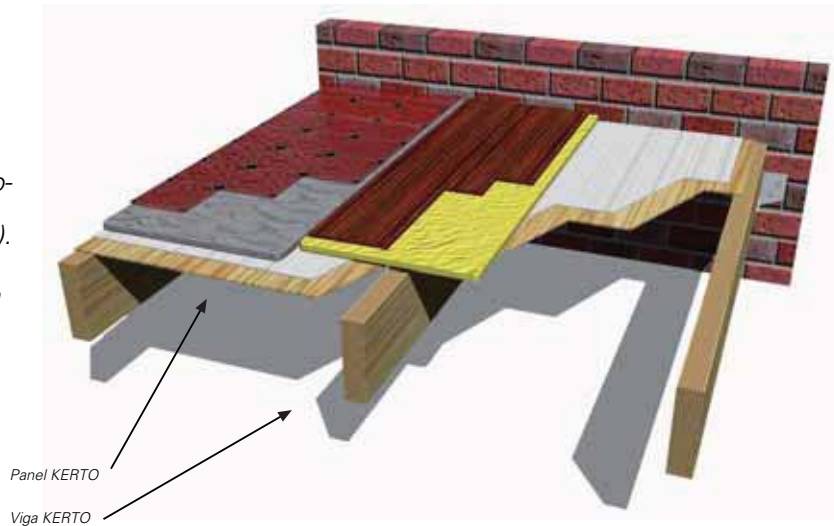
### Radios de Curvatura



## FORJADOS

### Vigas visibles

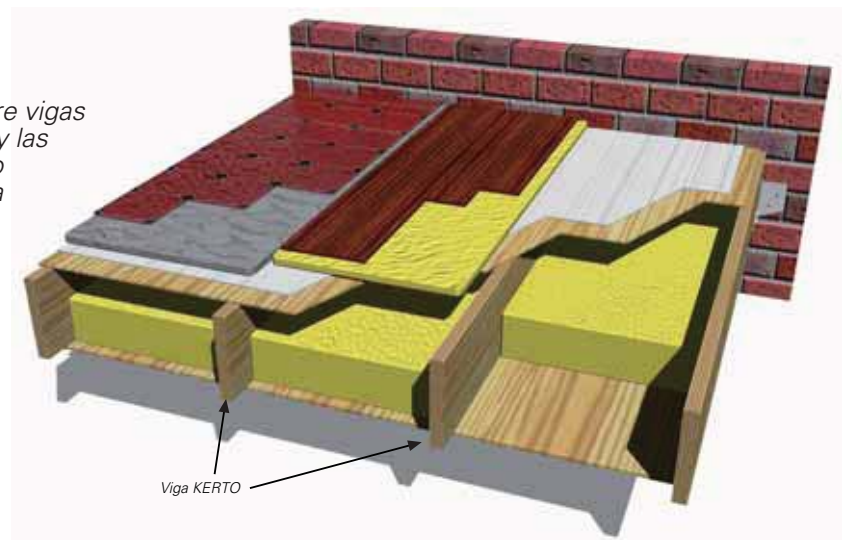
La gran resistencia del panel Kerto-Q, permite una importante separación entre vigas (de 11.5m). Con lo que se reduce el número de vigas y con ello el coste de la estructura.



### Vigas no visibles

En este sistema la separación entre vigas es menor (habitualmente 60 cm), y las vigas son de poco espesor y canto importante, con lo que se optimiza la estructura al ser vigas de gran inercia.

Las vigas no quedan visibles al estar recubierta en la capa inferior, este recubrimiento le proporciona la necesaria estabilidad al fuego.



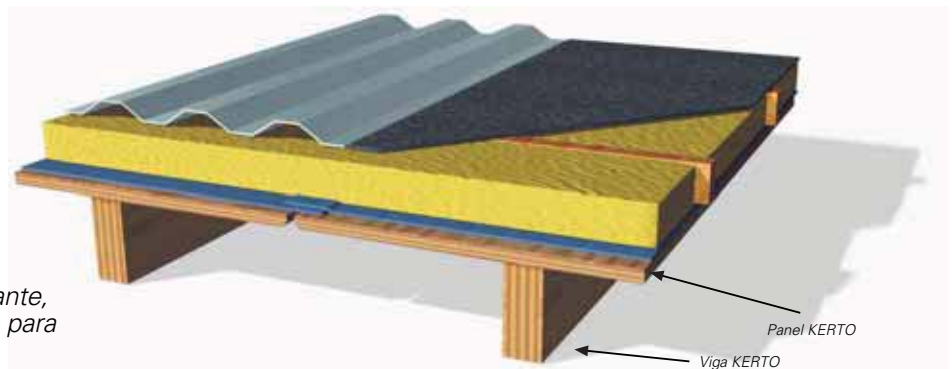
## CUBIERTAS

### Vigas visibles

El panel Kerto-Q, al ser autoportante sirve de soporte para el material de cubierta, así como la fácil colocación de la barrera de vapor.

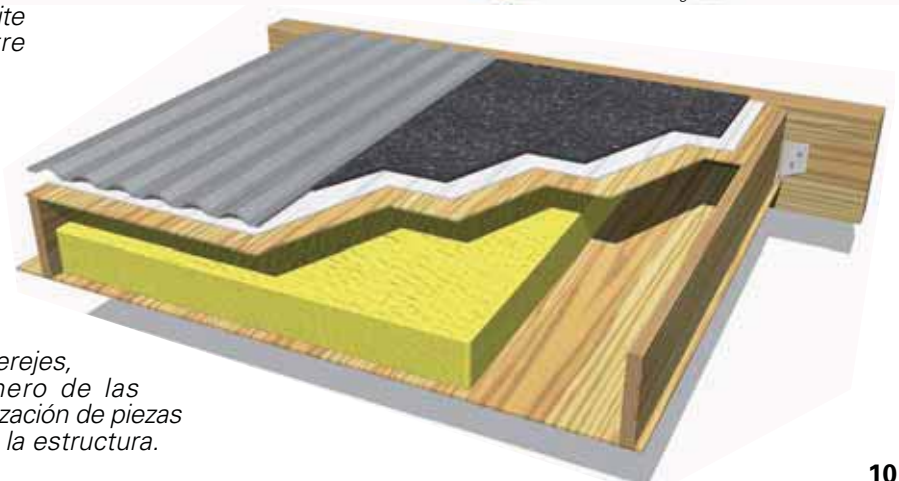
En el caso de cubiertas sin aislante, sirve de soporte directamente para el material de cubierta.

Debido a su alta resistencia, permite una importante separación entre



### Vigas no visibles

El panel Kerto-Q al ser autoportante, sirve de soporte para el material de cubrición. La resistencia del panel, permite colocar la vigas a importantes interejos, con lo que se reduce el número de las mismas, y a su vez permite la utilización de piezas esbeltas, con lo que se optimiza la estructura.



## PANELES AUTOPORTANTES

### Sistema Constructivo

Desarrollado por Finnforest y basado en la madera microlaminada Kerto. Este tipo de panel de grandes dimensiones, está formado por vigas de Kerto-S a las que se les ha encolado por una o dos caras un panel de Kerto-Q. De forma que trabajen unidos estáticamente. La ventaja de este panel es que posee una gran inercia. Esta gran inercia permite por una parte cubrir grandes luces (hasta 12) así como soportar cargas elevadas, con cantos relativamente reducidos.



### Unión Viga-Panel

Técnicamente es la principal novedad de este sistema, pues utiliza un innovador sistema de encolado desarrollado por Finnforest en colaboración con el VTT (organismo oficial finlandés de investigación).

La unión se realiza mediante cola poliuretano, y la presión se obtiene por medio de tirafondos.

Este sistema cuenta con los correspondientes Certificados Oficiales del VTT, y está en tramitación para obtener la certificación CE.



## APLICACIONES

Amplia gama de aplicaciones, tanto en forjados como en cubiertas.

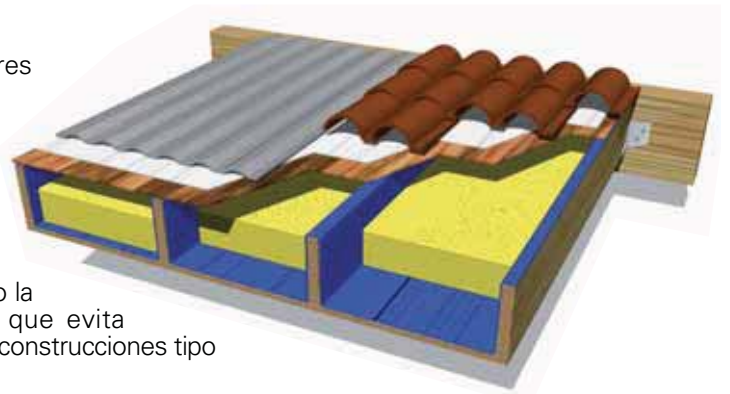
Todo tipo de construcciones, tanto residenciales como deportivas (piscinas, polideportivos) o comerciales.

### Cubiertas

Pueden ser tanto al exterior (sin aislante) o interiores (con aislante).

La principal ventaja es que debido a la gran resistencia de este panel, se coloca el panel directamente sobre la estructura principal y se evitan las correas.

El espacio entre vigas, permite la colocación de aislantes tipo lana de roca o similar que garantizan un buen aislamiento térmico y acústico. Así como la colocación de una barrera de vapor continua que evita condensaciones, característica muy importante en construcciones tipo piscinas.



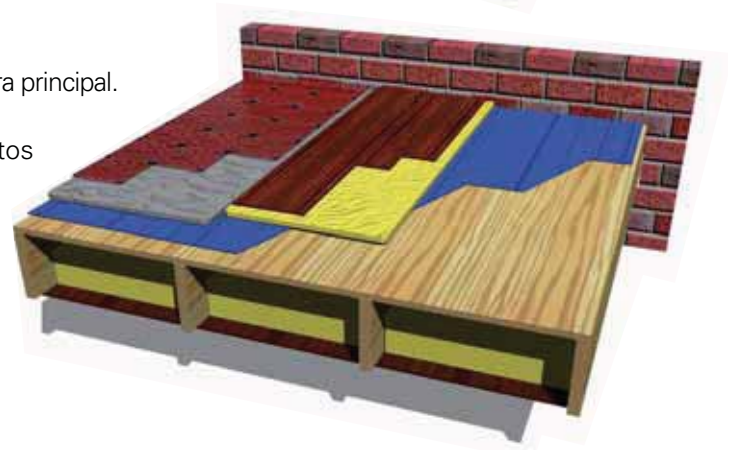
### Forjados

Los paneles apoyan directamente sobre la estructura principal.

No se precisa estructura secundaria.

Se llegan a cubrir luces de hasta 8 m con cantos reducidos, con lo que obtiene un mayor aprovechamiento del espacio interior.

El peso del panel es relativamente reducido, con lo que las cargas que transmite a los soportes son menores, este punto es de gran importancia en obras de rehabilitación.

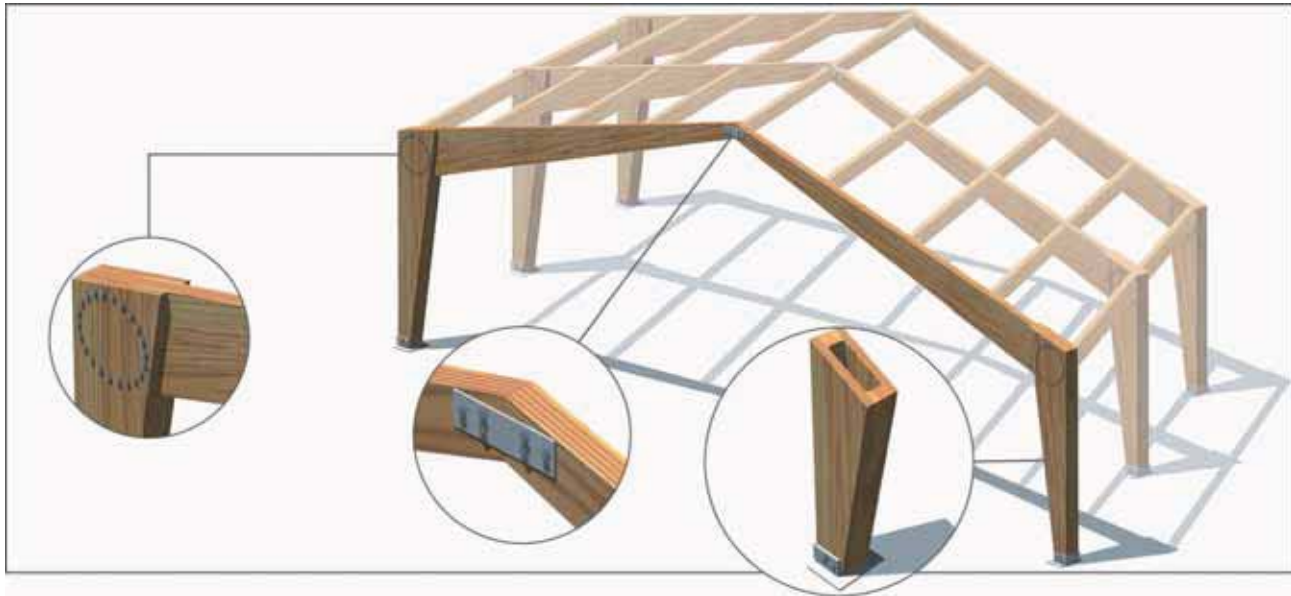


# PÓRTICOS

El Kerto está particularmente adaptado a la fabricación de pórticos. Este tipo de estructura permite su aplicación en todo tipo de construcciones:

Deportivas, industriales, Agrícolas etc...

Las luces habituales son de 10 a 20 m y el tipo más popular son los pórticos a 3 articulaciones, aunque existe una amplia gama de tipologías que se muestran en la ficha adjunta.



## Sistema Constructivo

Los pilares se construyen a partir de dos piezas trapezoidales, entre estas dos piezas se colocan unas bandas de Kerto, unidas con cola y tirafondos, para que el pilar forme un "cajón". Las bandas de Kerto tienen el mismo espesor que la jácena, para permitir la colocación de la jácena entre las dos piezas laterales. En función de las luces y cargas la jácena puede ser de 1 pieza o si se requiere mayor resistencia en "cajón".

La unión entre jácena y pilar es un empotramiento que se realiza mediante coronas de bulones.

Los pies de pilar son siempre articulados, y la unión con la cimentación se realiza por medio de un herraje metálico. La articulación de la cumbrera se realiza habitualmente por medio de un herraje metálico.

## TIPOLOGÍAS

Tipologías		Pórticos KERTO			
		Luces (m.)	Altura Pilares	Pendiente	Intereje (m.)
		12 a 35	3/7	>25%	4/8
		18 a 30	3/7	3% a 20%	4/8
		10 a 20	3/5	3% a 20%	4/8
		10 a 20	3/7	3% a 20%	4/8
		2 a 5	(prolongamento)		



## REALIZACIONES

Los pórticos Kerto presentan una amplia gama de aplicaciones: construcciones deportivas, industriales etc...



*Picadero en Portugal*



*Garden (Cantabria)*



*Hípica, 40 m de luz. Ecuries de L'Élipse (Francia)*

Así mismo existe una gama de pequeñas estructuras en Kerto, con aplicaciones en Cubiertas de piscinas particulares, garajes etc...



*Pista de tenis, 20 m de luz*

## CERCHAS

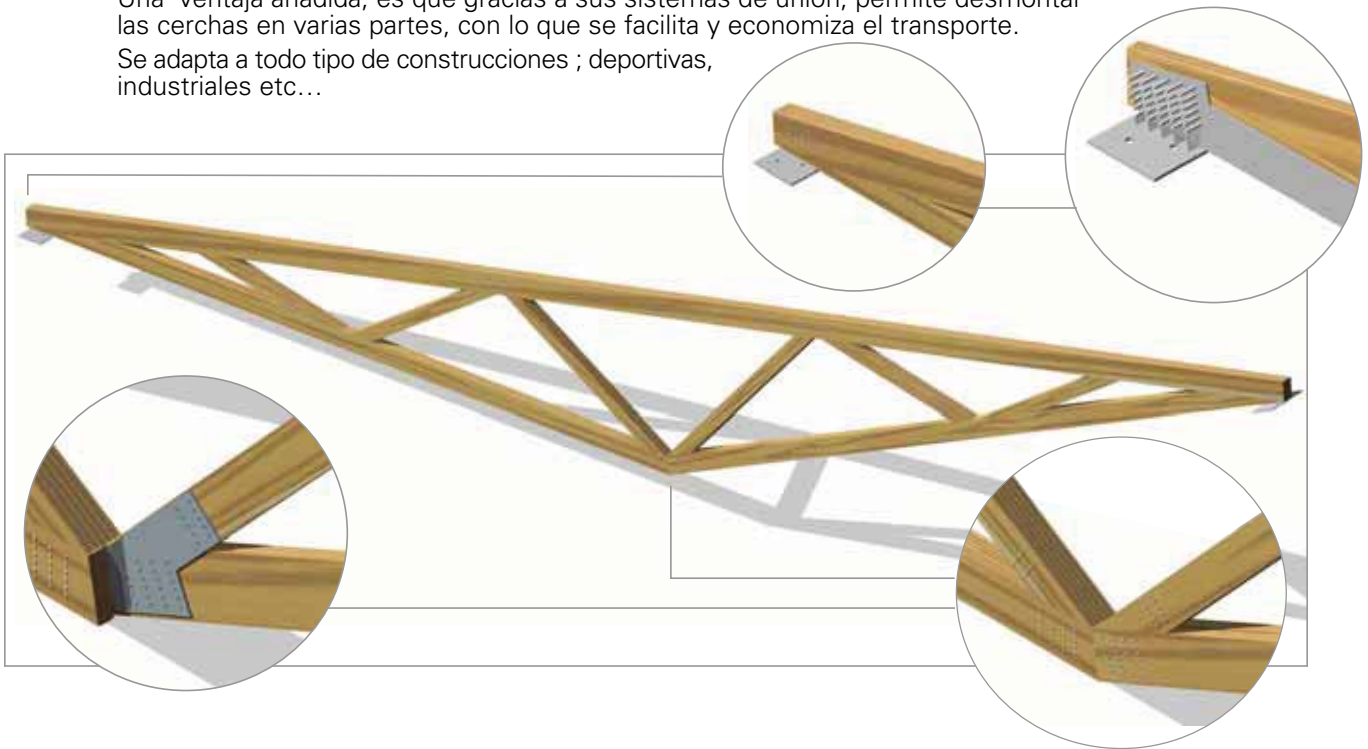
### Cerchas con pasadores

El Kerto es un material muy adecuado a este tipo de estructuras, al permitir optimizar su alta resistencia. Se utiliza principalmente para estructuras de luces medias o grandes (de 18 a 45 m).

Este tipo de estructura da una imagen de ligereza y amplitud. (mejorar texto "arquitectónico") permite la realización de una amplia gama de tipologías y su adaptación a todo tipo de volúmenes. Se adjunta hoja con las diferentes tipologías

Una ventaja añadida, es que gracias a sus sistemas de unión, permite desmontar las cerchas en varias partes, con lo que se facilita y economiza el transporte.

Se adapta a todo tipo de construcciones ; deportivas, industriales etc...

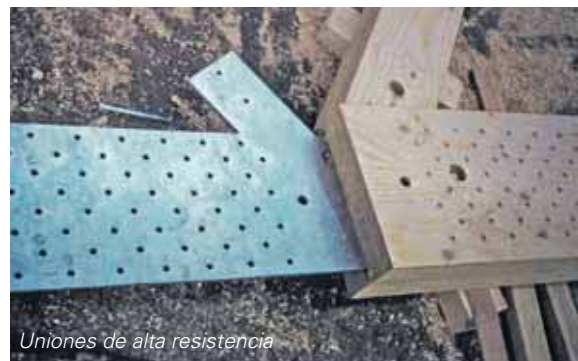


### Sistema Constructivo

Las cerchas están formadas por dos piezas paralelas de Kerto. La unión entre las dos piezas se realiza en los nudos por medio de una placa metálica, situada entre las piezas de Kerto los pasadores atraviesan ambos elementos, a través de agujeros pretaladrados.

En las zonas donde no hay placa metálica se coloca un contrachapado del espesor de placa y se une a las dos piezas de Kerto por medio de cola y tirafondos.

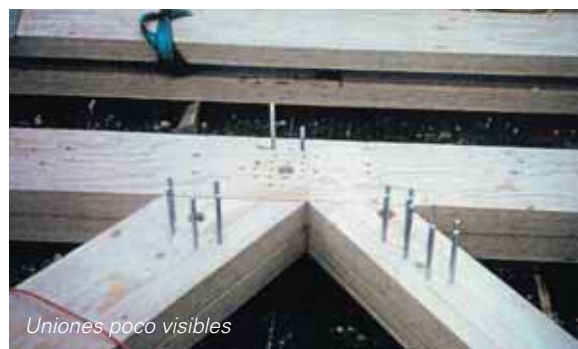
Existe una variante con 3 piezas de Kerto y 2 placas metálicas, que se utiliza en situaciones que requieran grandes esfuerzos.



Uniones de alta resistencia



Fácil transporte. Desmontable en piezas gracias al sistema de unión



Uniones poco visibles



*Piscina Lohja (Finlandia)*



*Savollinna Concert Hall (Finlandia)*



*Polideportivo niittylahti (Finlandia)*



*Piscina La Matanza, tenerife,  
Cercha especial de 42 m de luz*

*Las cerchas Kerto presentan una amplia gama de aplicaciones: Deportivas, industriales, comerciales, etc...*



*Instalación de cercha de 45 m de luz*

# TIPOLOGÍAS

Luces habituales (m)	Pendiente	Intereje (m)
----------------------	-----------	--------------



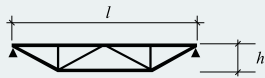
15 a 30		5 a 10
---------	--	--------



20 a 35	>25%	5 a 10
---------	------	--------



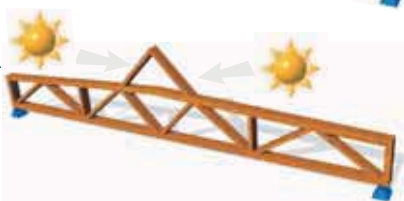
20 a 40	>5%	5 a 10
---------	-----	--------



10 a 18	$h = l/10$	5 a 10
---------	------------	--------



25 a 45	>15%	5 a 10
---------	------	--------



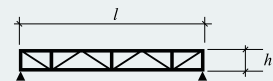
Luces habituales (m)	Pendiente	Intereje (m)
----------------------	-----------	--------------



20 a 45	>15%	5 a 10
---------	------	--------



20 a 40	>20%	5 a 10
---------	------	--------



18 a 40	$h = l/10$	5 a 10
---------	------------	--------



12 a 25	>25%	5 a 10
---------	------	--------



20 a 30	>25%	5 a 10
---------	------	--------

## Cerchas Latinas

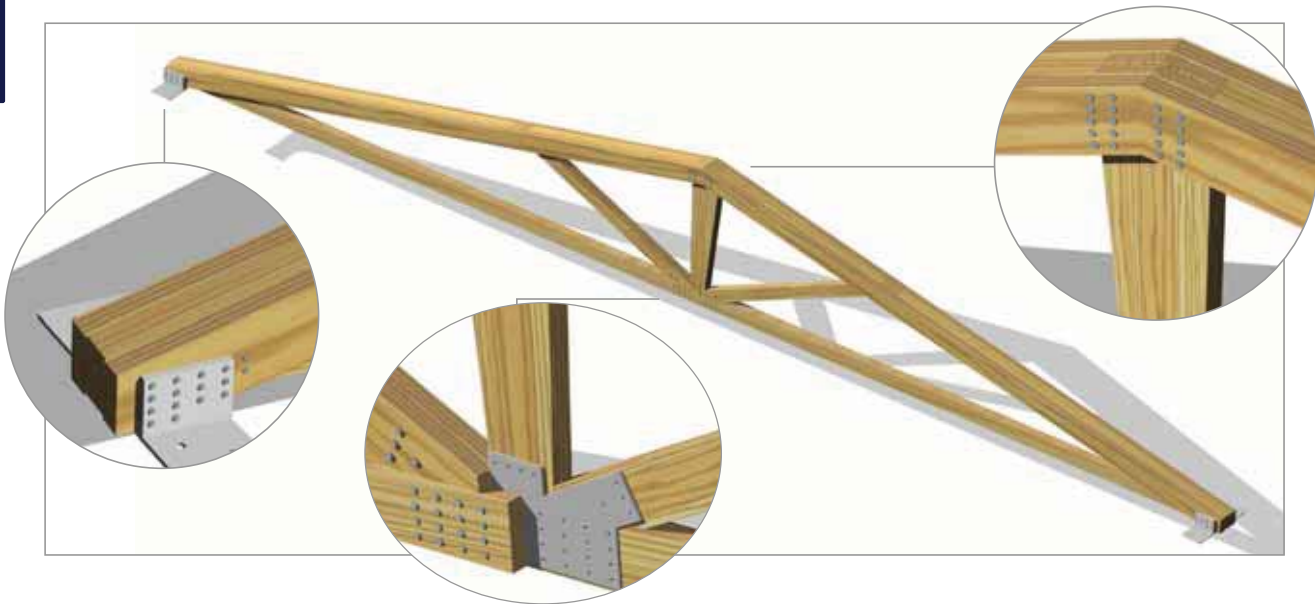
Este tipo de cerchas se adapta a luces intermedias (luces de 15 a 22 m) , con la misma estética que la tradicionales cerchas latinas.

Gracias a sus sistemas de unión, permite desmontar las cerchas en varias partes, con lo que se facilita y economiza el transporte.

### Sistema Constructivo.

En este tipo de cercha, la jácena se realiza en forma de "cajón" formado por dos piezas laterales y dos bandas en la parte superior e inferior, estas bandas tienen el mismo espesor que los tirantes y diagonales, los cuales no forman "cajón".

Las uniones se realizan mediante bulones. La unión entre el tirante y las diagonales con la jácena se realiza con bulones que atraviesan las piezas laterales de la jácena y el tirante o diagonal que se ha prolongado al interior de la jácena. La unión central entre las diagonales y el tirante, al ser todas las piezas del mismo espesor se realiza mediante una placa metálica insertada en las piezas de Kerto, que une las diferentes piezas.



## TIPOLOGÍA



Luces habituales (m)	Pendiente	Intereje (m)
12 a 25	>25%	4 a 8



## REHABILITACIÓN

### Refuerzo de estructuras existentes.

Una interesante aplicación del Kerto, consiste en el refuerzo de estructuras de madera existentes. Gracias a estos sistemas se consigue reforzar la estructura existente, aumentando la inercia de la misma, de forma que pueda cumplir con las características resistentes demandadas.

### Posibilidades de refuerzo.

En función del aumento de resistencia demandado y de las posibilidades de fijación, existen diferentes variantes:

- Refuerzo lateral (como se observa en la foto).
- Refuerzo Superior o inferior.

*En función de las circunstancias se puede reforzar con un pieza en la cara superior, en la inferior o en ambas.*



La fijación se realiza mediante tirafondos, la determinación del número y disposición de los mismos debe ser objeto de un cálculo detallado.

El Kerto es un material especialmente indicado para este tipo de aplicaciones, por las siguientes características:

- Elevada resistencia.
- Módulo de elasticidad similar al de la madera aserrada.
- Secciones de espesor reducido, que permiten una cómoda aplicación.





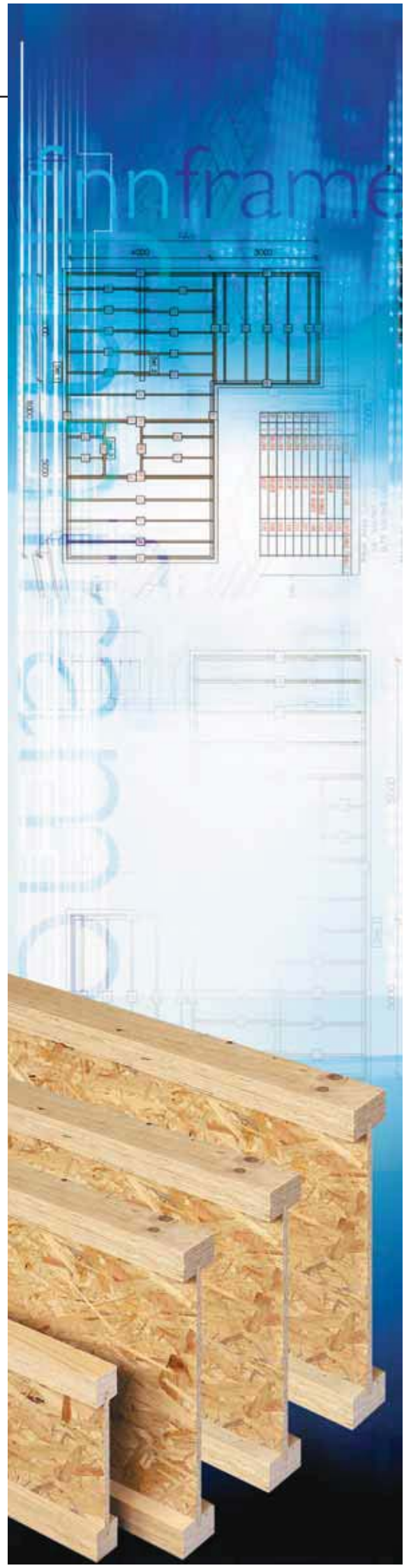
**finnforest**

**Finnforest Ibérica SL**

Carrer de la Mina, 25. 1<sup>o</sup> 1<sup>a</sup>  
08173 Sant Cugat del Valles (Barcelona)  
Tel.: 93 675 63 13  
Fax: 93 675 63 14  
www: [Finnforest.com](http://Finnforest.com)  
[david.rifa@finnforest.es](mailto:david.rifa@finnforest.es)

**finnforest**  
FinnFrame

**FINNFRAME  
LVL I-JOIST**  
na vanguarda  
da construção  
em madeira



# Descrição do Sistema

## SISTEMA DE CONSTRUÇÃO DE LAJES

De extrema simplicidade de instalação, esta solução destina-se à construção de lajes de madeira em construção nova ou em reabilitação.

Na América do Norte, 93% da construção unifamiliar utiliza este sistema. Na Europa, o mercado tem tido uma aceitação surpreendente, e em Inglaterra, por exemplo, uma em duas construções novas adopta este sistema.

Replica o sistema tradicional que utiliza o barroto como viga de apoio e o sobrado como pavimento, substituindo-os por materiais tecnologicamente avançados com elevadas performances.

O sistema é composto basicamente por três elementos:

- Vigas I em OSB e Kerto
- Painel de pavimento em OSB
- Estribos metálicos de união



*A nossa linha de fabrico "state of the art" em King's Lynn*

**finnforest**  
FinnFrame

## TECNOLOGIA DE PONTA

O novo sistema Finnframe reúne a qualidade, a tecnologia e o serviço que tornaram a Finnforest líder mundial no fabrico de produtos estruturais em madeira.

O forte investimento em I & D, numa unidade de produção de última geração e num novo software de cálculo, posicionaram uma vez mais a Finnforest na liderança do mercado, tornando o Finnforest Floor System no mais avançado sistema de concepção e construção de pavimentos existente actualmente no mercado.



# Finnjoist

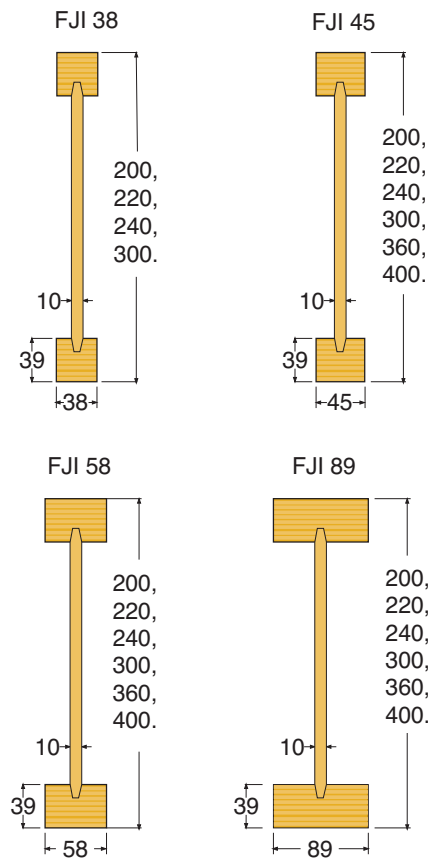
## FINNJOIST (FJI)

As vigas Finnjoist formam o coração do Sistema Finnframe Floor. Fabricadas na nova fábrica "State of the Art" em King's Lynn, podemos garantir que as nossas Finnjoist são fabricadas para preencher as especificações mais exigentes.

As vigas Finnjoist, com banzos em Kerto-S (LVL) e alma em OSB, têm um ratio mais elevado de resistência para peso, e como consequência, permitem vencer vãos maiores e, dada a sua leveza, são de muito fácil instalação, reduzindo o tempo de construção e aumentando a eficiência.

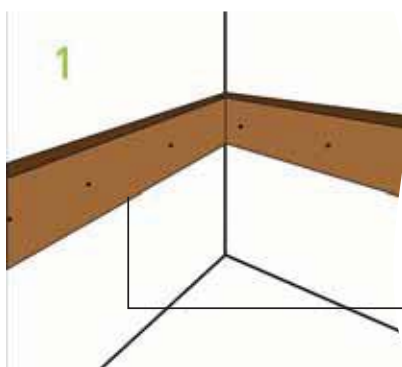


Finnjoist: o coração do sistema Finnframe Floor



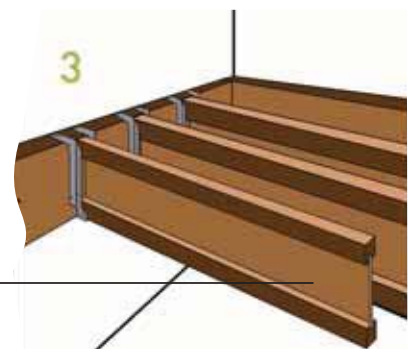
Dimensões Standard Finnjoist

## VIGAS I-JOIST A SUSTENTÁVEL LEVEZA DO OSB

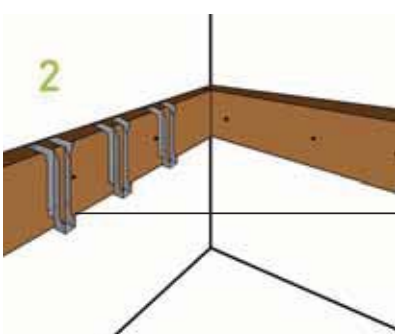


VIGA DE PAREDE LINTEL EM KERTO

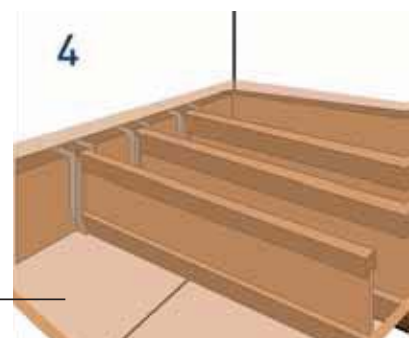
VIGA I-JOIST



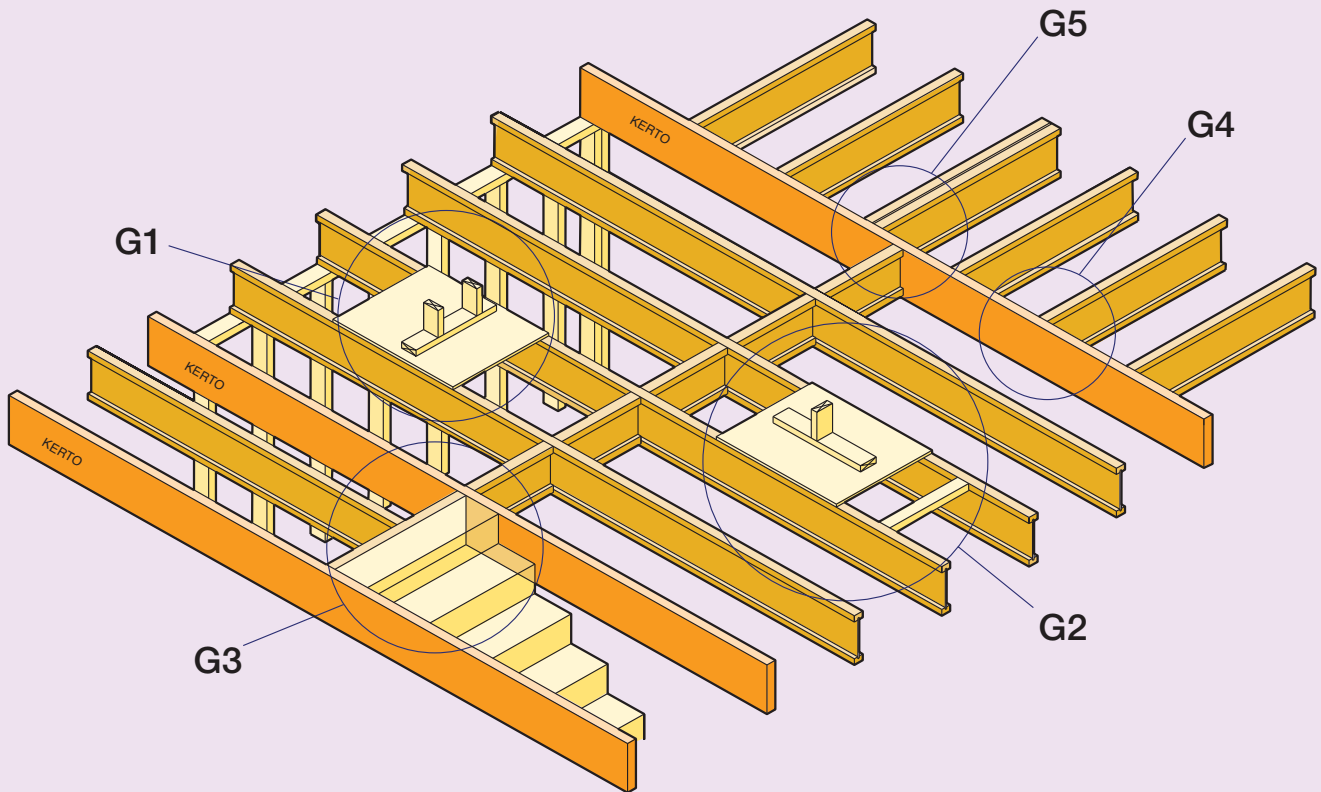
PAVIMENTO EM PLACA OSB 18 MM MF



ESTRIBO DE FIXAÇÃO SIMPSON



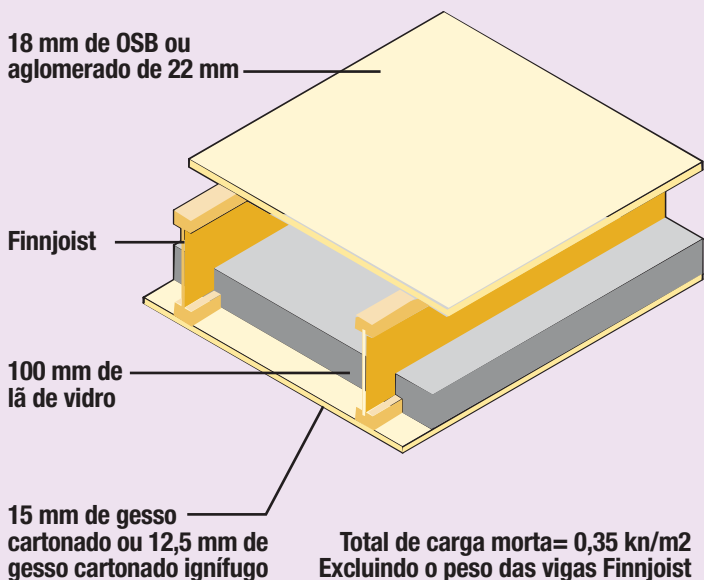
# Sistema tipo de construção de pisos



## Laje Tipo

Detalhe de uma laje tipo

### Uso doméstico



### CÁLCULO DAS LAJES

No cálculo de qualquer laje, a carga dos materiais utilizados deve ser considerada. As cargas permanentes ou mortas são as que formam a estrutura e os acabamentos.

A sobrecarga de utilização é adicionada às cargas previstas para formar a carga total que se assume seja uniforme em toda a laje. O uso de tabelas pode ser adoptado para seleccionar a secção da viga Finnjoist apropriada que com segurança suporte a carga uniforme. Para pisos intermédios residenciais, assume-se uma Classe de Serviço 1.

As tabelas de vãos indicam as vigas cujas secções são as ideais para os vãos e cargas consideradas, bem como a resistência, flecha e limites de vibração. A Finnforest recomenda a utilização dos limites superiores para performances melhoradas e maior satisfação do utilizador.

# Vantagens...

## **Peso reduzido a um décimo**

Uma laje típica tem um peso próprio de 30 a 50 kg por m<sup>2</sup>, contra 300 a 500 kg/m<sup>2</sup> de uma construção similar em betão.

Isso significa que não são necessárias intervenções profundas em termos estruturais – como fundações e pilares – para suportar a laje.

## **Vantagem anti-sísmica**

O menor peso melhora a performance de estrutura em caso de sismo, uma vez que a massa é reduzida, e logo as cargas horizontais são menores.

## **Rapidez e simplicidade de montagem**

Sendo os elementos pré-fabricados, o tempo de obra é reduzido ao necessário para fixação e encaixe.

A maioria dos materiais é aplicada de forma quase intuitiva, o que dispensa o recurso a instaladores com formação especializada.

## **Ferramenta reduzida**

O equipamento necessário reduz-se a uma serra, martelo ou aparafusadora, e a uma régua de níveis.

## **Permite a passagem de condutas técnicas no interior da laje**

A laje é oca, podendo as vigas ser furadas até diâmetros de 175 mm nas secções maiores. Nela podem ser colocadas as instalações técnicas, como electricidade, esgotos, ar condicionado, redes de telecomunicações, etc.

Por essa razão os painéis de forro do tecto – gesso cartonado ou outros – podem ser fixos directamente nos banzos inferiores da viga, diminuindo assim a espessura da laje e aumentando-se o pé direito das habitações.

## **Solução seca**

Os materiais não necessitam de tempo de cura ou secagem: após instalação, podem ser imediatamente habitados.

## **Ausência de cofragem**

O sistema funciona como uma cofragem perdida, ou melhor, cofragem aproveitada: não há necessidade de fazer um molde com a inerente agressão ao pavimento inferior.

## **Custo reduzido**

A soma de duas vigas por m<sup>2</sup> mais um m<sup>2</sup> de painel OSB de 18 mm ronda os 30 Euros/m<sup>2</sup>, com uma utilização óptima para áreas na ordem dos 25 m<sup>2</sup>.

## **Reabilitação**

Esta solução é a ideal para a reabilitação de prédios com estruturas compostas por paredes estruturais em pedra e/ou alvenaria, e lajes em madeira. Estes materiais permitem fazer intervenções não agressivas do edifício existente, como fundações ou pilares.

Limitam-se a replicar ou melhorar o projecto inicial, melhorando os níveis de resistência, rigidez, variação dimensional ao longo do tempo, maior amplitude dos vãos, uniformidade de dimensionamento, etc.



Tipicamente, uma laje destas é simplesmente ancorada na estrutura existente, utilizando um lintel de madeira, ou aplicando ferragens directamente na parede de suporte existente. A nova estrutura adiciona um novo elemento de diafragma ao edifício existente.

Uma aplicação típica é a ampliação de coberturas, com a construção de um piso nos sótãos não aproveitados.

## **Fácil manuseamento**

A leveza dos materiais (1 a 2 kg por metro linear de viga), permite que as vigas sejam manuseadas em obra por um operário isolado.

Os painéis de OSB estão também disponíveis em dimensões de 16 x 2000 x 900 mm, com um peso de 10 kg por placa.

Isto pode ser particularmente importante em sótãos ou desvãos de difícil acesso.

## **Ausência de estaleiro**

Devido às suas reduzidas dimensões e peso, o espaço necessário para estaleiro ou para acesso de carros pesados é reduzido ou inexistente. Em obras em centros históricos pode ser determinante.

## **Ausência de meios de elevação pesada**

Pelas mesmas razões, este tipo de obra dispensa a montagem de guias.

## **Desmontável**

Uma estrutura feita utilizando este sistema é facilmente desmontável e reinstalada noutra utilização.

## **Produto homologado – garantia**

Estes materiais levam o selo CE, ou seja, têm a garantia de que cumprem a mais exigente regulamentação europeia em termos de segurança e qualidade.

## **Ecologia**

A madeira é a única matéria-prima totalmente amiga do ambiente e reciclável.

Ao utilizar madeira na construção, está a valorizar a floresta e a contribuir para a fixação do carbono. Os materiais utilizados, nomeadamente as colas, cumprem as mais estritas regulamentações sobre emissões.

*KERTO-S* perfeito para vigas



*KERTO-Q* perfeito para painéis



# PAVIMENTOS FINNFRAME

## Declaração de Garantia Vitalícia

Os produtos Finnframe da Finnforest são fabricados e construídos de acordo com os mais elevados padrões. Cada produto é totalmente coberto pela Garantia Finnframe, de modo a estar isento de defeitos, tanto de material como de mão-de-obra, de acordo com as especificações Finnforest.

Quando são instalados e usados correctamente, garantimos que os nossos produtos durarão toda a vida da estrutura na qual foram instalados.

Contudo, se por alguma infeliz razão o seu pavimento revelar algum problema que seja causado por defeito do material, a Finnforest resolverá prontamente possíveis problemas, com o mínimo de inconveniência para si.



Distribuidor em Portugal:



**Sede:**

Quinta de Sta. Rosa.  
Apdo. 1042  
P-2681-855 Camarate (Lisboa)  
Tel.: 219 484 000  
Fax: :219 484 001  
Telm : 919 999 666  
mail@jular.pt

[www.jular.pt](http://www.jular.pt)

**Fábrica:**

Estrada Nac. 3, Km 6  
P-2050-306 Azambuja  
Tel : 263 850 070  
Fax : 263 850 071  
Telm :919 999 960  
azambuja@jular.pt

**Delegação Norte:**

Rua Oriental, 435  
Apartado 5069  
P-4456-901 Perafita  
Tel : 229 953 638  
Fax : 229 942 056  
porto@jular.pt

**Delegação Centro:**

Estrada da Atouguia  
P-2495-302 Fatima  
Tel : 249 531 879  
Fax : 249 531 830  
fatima@jular.pt

**Delegação Sul:**

Fracção H, Edifício 8  
Vale do Paraíso  
P-8200-567 Albufeira  
Tel:289 588 538  
Fax :289 588 536  
algarve@jular.pt

