

Software para Arquitetura, Engenharia e Construção



Manual do utilizador

IMPORTANTE: ESTE TEXTO REQUER A SUA ATENÇÃO E A SUA LEITURA

A informação contida neste documento é propriedade da CYPE Ingenieros, S.A. e nenhuma parte dela pode ser reproduzida ou transferida sob nenhum conceito, de nenhuma forma e por nenhum meio, quer seja electrónico ou mecânico, sem a prévia autorização escrita da CYPE Ingenieros, S.A.

Este documento e a informação nele contida são parte integrante da documentação que acompanha a Licença de Utilização dos programas informáticos da CYPE Ingenieros, S.A. e da qual são inseparáveis. Por conseguinte, está protegida pelas mesmas condições e deveres. Não esqueça que deverá ler, compreender e aceitar o Contrato de Licença de Utilização do software, do qual esta documentação é parte, antes de utilizar qualquer componente do produto. Se NÃO aceitar os termos do Contrato de Licença de Utilização, devolva imediatamente o software e todos os elementos que o acompanham ao local onde o adquiriu, para obter um reembolso total.

Este manual corresponde à versão do software denominada pela CYPE Ingenieros, S.A. como CYPE 3D. A informação contida neste documento descreve substancialmente as características e métodos de manuseamento do programa ou programas informáticos que acompanha. O software que este documento acompanha pode ser submetido a modificações sem prévio aviso.

Para seu interesse, a CYPE Ingenieros, S.A. dispõe de outros serviços, entre os quais se encontra o de Actualizações, que lhe permitirá adquirir as últimas versões do software e a documentação que o acompanha. Se tiver dúvidas relativamente a este texto ou ao Contrato de Licença de Utilização do software, pode dirigir-se ao seu Distribuidor Autorizado Top-Informática, Lda., na direcção:

Rua Comendador Santos da Cunha, 304 4700-026 Braga Tel: 00 351 253 20 94 30 http://www.topinformatica.pt

Elaborado pela Top-Informática, Lda. para a © CYPE Ingenieros, S.A. Janeiro 2020

Windows® é marca registada de Microsoft Corporation®

Índice

. Ajudas	6
1.1. Ajudas no ecrã	6
1.2. Documentação	6
1.3. Perguntas e respostas	6
Exemplo Prático	7
2.1. Introdução	7
2.2. Descrição da obra	7
2.3. Criação do exemplo	7
2.3.1. Utilização do programa Gerador de Pórticos	7
2.3.2. Utilização do programa CYPE 3D	
2.3.2.1. Pórticos principais	
2.3.2.2. Ponte rolante	
2.3.2.3. Pilares de topo e contraventamentos	
2.3.2.4. Introdução da mezzanine	
2.3.2.5. Introdução da estrutura de suporte	69
2.3.2.6. Atribuição dos coeficientes de encurvadura	
2.3.2.7. Cálculo da estrutura	
2.3.2.8. Cálculo das ligações	
2.3.2.9. Fundação	111
2.4. Listagens e desenhos	113
2.5. Cópias de segurança	116

Nota prévia

Devido à implementação de novas funcionalidades e melhorias no CYPE 3D, é possível que pontualmente surjam imagens ou textos que não correspondam à versão atual. Em caso de dúvida consulte a Assistência Técnica em <u>https://www.topinformatica.pt/</u>.

Apresentação

O CYPE 3D foi concebido para realizar o cálculo de estruturas, em 3D ou 2D, de aço, de betão, misto betão e aço, de madeira, de alumínio ou de qualquer outro material. Se a estrutura for de aço, betão, misto, madeira ou alumínio, obtém-se o seu dimensionamento e otimização.

A introdução de dados consiste basicamente na definição de barras e cotas. O utilizador pode modificar qualquer tipo de dados sempre que o desejar. Quando se utiliza o módulo do Gerador de Pórticos, este funciona como um assistente, para estruturas metálicas, gerando asnas e pórticos rígidos tipificados de uma forma muito automatizada. Terminada a introdução de dados é efetuado o cálculo.

O processo de análise de resultados no CYPE 3D é facilitado pelas ferramentas do programa que permitem otimizar o controlo de resultados para que nenhum dos elementos estruturais fique por analisar. São apresentados resultados numéricos e gráficos (diagramas) de todos os elementos estruturais, proporcionando a realização de uma análise adequada dos resultados.

Após o cálculo e dimensionamento o programa gera as peças escritas e desenhadas.

Este manual proporciona a descrição passo a passo da introdução de um exemplo prático, de forma a facilitar a iniciação ao programa.

1. Ajudas

1.1. Ajudas no ecrã

Os programas CYPE dispõem de ajudas no ecrã, através das quais o utilizador pode obter diretamente informação sobre os comandos e funções.

1.2. Documentação

Pode-se consultar e imprimir a documentação do programa, na barra de ferramentas através da opção Aiuda 🤗.

Na página <u>http://www.topinformatica.pt</u>, em <u>FORMAÇÃO WEBINAR> MANUAIS DO UTILIZADOR</u>, encontram-se os manuais do utilizador do programa.

1.3. Perguntas e respostas

Na página <u>http://www.topinformatica.pt</u>, em <u>SUPORTE ÁREA TÉCNICA> FAQ (perguntas técnicas)</u>, encontram-se esclarecimentos adicionais resultantes de consultas prestadas pela Assistência Técnica.

2. Exemplo Prático

2.1. Introdução

Descreve-se a seguir um exemplo prático de iniciação ao CYPE 3D para o utilizador, cujo objetivo é o seguinte:

- Introdução dos dados necessários para o cálculo.
- Dar a conhecer comandos e ferramentas do programa.
- Obtenção de resultados.

O ficheiro deste exemplo prático está incluído no programa.

Para qualquer consulta poderá aceder ao mesmo:

- Entre no programa.
- Prima Arquivo> Gestão arquivos. Abre-se a janela Gestão arquivos.
- Prima o botão **Exemplos**.
- Selecione a obra CIM e prima em Abrir.

Aconselha-se em termos práticos, a criar cópias de segurança das obras que possui ou que ainda se encontram numa fase de introdução de dados.

2.2. Descrição da obra

A obra a introduzir trata-se de uma nave industrial com uma estrutura de suporte de cargas no seu interior.

A nave industrial desenvolve-se num comprimento de 60 m e tem um vão livre de 25 m. A estrutura principal da nave é constituída por pórticos planos, tipo pórtico rígido, afastados entre eles 5 metros. No interior da nave industrial existe uma estrutura em treliça para suporte de cargas.

2.3. Criação do exemplo

2.3.1. Utilização do programa Gerador de Pórticos

O Gerador de Pórticos é uma ferramenta que funciona como um assistente, para estruturas metálicas, gerando asnas e pórticos rígidos tipificados de uma forma muito automatizada. Para além disso, gera as cargas da ação permanente, sobrecarga, vento e neve, efetua o dimensionamento das madres e permite a geração dos coeficientes de encurvadura da estrutura.

• No menu geral dos programas CYPE, prima sobre o programa Gerador de pórticos.

CYPETHERM HVAC

CYPETHERM EPlus

Arquimedes e controle de obra

Verificar actualizações on-line

Gerador de preços

Arquimedes

CYPEGAS

CYPELUX RECS

CYPETHERM REH

CYPETHERM RECS Plus

CYPETHERM LOADS

P

11

٥Z

2

Es

Eig	0	-1
IIU	۷.	

1

Prima sobre Arquivo> Novo. Na janela que se abre introduza o nome para a obra. •

유민

2

(C)

 Π

27

ጋ

CYPE-Connect

CYPECAD MEP

Systems

Contenção periférica

CYPEPLUMBING Sanitary Systems

CYPEPLUMBING Water

📶 Nova obra	×
Nome da obra	
B:\CYPE Ingenieros\Exemplos\Gerador de pórticos\	Pastas
Nome do ficheiro CIM	.gp3
Descrição	
Curso de iniciação ao Metal com o CYPE 3D	
Aceitar	Cancelar



Prima Aceitar. .

CYPE 2020 (Português)

82

影

R and a second s

Gestão

Instalar suplemento Open BIM para Revit

Gerador de pórticos

IFC Builder

CYPECAD

CYPE 3D

O programa questiona se deseja introduzir um pórtico novo, prima em Sim e posteriormente prima em • Duas águas.



Surge uma janela que permite selecionar o tipo de cobertura.

Selecione Pórtico rígido e prima sobre as cotas do pórtico, introduzindo as dimensões consideradas na • figura seguinte, prima em Enter no teclado para aceitar a cota introduzida.



Fig. 2.5

• Prima Aceitar.

Pretendem-se utilizar as normas do Eurocódigo.

- Prima no ícone e prima em Normas.
- Selecione as normas de acordo com a figura seguinte.





- Prima Aceitar.
- Surge uma pergunta sobre se deseja manter as diferentes normas selecionadas, como normas por defeito. Prima em Sim para todas as perguntas.
- Prima em Dados gerais > Dados gerais da obra.
- Preencha os dados de acordo com a figura seguinte.



Fig. 2.6

• Ative a opção **Com sobrecarga de vento** e introduza os dados de acordo com a figura seguinte.

	Norma para o cálculo da sobrecarga de vento
🚺 🖲 Portugal	● Eurocódigo 1 ○ RSA
UE UE O U	NP EN 1991-1-4 (2005) Eurocódigo 1: Acções em Estruturas. Parte 1-4: Acções Gerais - Acções de vento. Documento Nacional de Aplicação para Portugal (NP EN 1991-1-4/NA (2010)
Bulgária C Espanha C França C trália	Dados da localização Zona ● A (27 m/s) ○ B (30 m/s) A generalidade do território, excepto as regiões pertencentes à zona B
💽 🔿 Argélia	
Marrocos C O Brasil C O Argentina	Categoria do terreno ● Única Segundo direcção ○ I ○ II ○ IV
Colômbia	Zona com uma cobertura regular de vegetação ou edifícios, ou com obstáculos isolados com separações entre si de, no máximo, 20 vezes a sua altura (por exemplo: zonas suburbanas, florestas permanentes)
🔁 🔿 Paraguai	Orografia do terreno
 Peru Venezuela Canadá USA findia 	Direcção transversal (X) Direcção longitudinal (Y) Plano Ascendente Descendente Colina
	Período de retomo (anos) 50
	Com aberturas

Fig. 2.7

A orografia do terreno é plana na opção Direcção transversal (X) e na opção Direcção longitudinal (Y).

- Prima Aceitar.
- Em Categorias de utilização, selecione Coberturas.

r2	Dados obra			×
Número	o de vãos		12	0
Separa	ção entre pórticos		5.00 m	
Con	n tapamento na cobertura			
Pes	o do tapamento	0.15	kN/m²	
v :	Sobrecarga no tapamento	0.40	kN/m ²	
Con	n tapamento em laterais			
Pes	o do tapamento	0.15	kN/m²	
Con	n sobrecarga de vento	digo 1 (P	ortugal)	
Con	n sobrecarga de neve			
Combin	nações de cargas para cálculo de mac	Ires		
Estad	os limite			
E.L.	.U. Aço enformado: Eurocódigo:	s 3 e 4		
E.L.	Neve Altitude inferior ou igual a 1000)m ∨	20	
Dee				
1	Acções características		2	
Cateo	orias de utilização			
Aço	laminado: Eurocódigos 3 e 4			
Aço	enformado: Eurocódigos 3 e 4			
	A. Domesticos e residenciais	×		
Acei	B. Escritórios		ancelar	
7,000	C. Areas de reunião D. Comércios		incoldi	_
	E. Amazéns			
	F. Pesode veiculo<= 30 k N G_30 k N < pesode veículo<= 160 k:	N		
	H. Coberturas			
	Fig. 2.8			

• Prima Aceitar.

Seguidamente dimensionam-se as madres da cobertura.

• Prima em Dados gerais> Edição de madres na cobertura e lateralmente, e posteriormente em Madres nas coberturas.



Fig. 2.9

• Coloque os seguintes dados de cálculo, indicados na figura seguinte.

E	dição de madres da cobertura	×
		0
Dados de cálculo		
Limite flecha:	L / 250 🗸	
Número de vãos:	Três vãos 🗸 🗸	
Tipo de fixação:	Fixação rígida 🛛 🗸	



 O objetivo é calcular as madres com perfis Z. Assim, prima em Tipo de perfil IPE 80, que é o perfil que está por defeito.



• Surge a janela Selecção do perfil. Prima no ícone Perfil de aço enformado.

Prima no ícone Z enformado com rigidificadores.

Apesar de já existirem perfis Z como importação inicial, pretende-se importar madres Z do fabricante Mundiperfil.

- Prima em 🖽 Editar a lista de elementos.
- Prima em bio Importação de séries de perfis pré-definidas.
- Prima sobre Mundiperfil e ative a opção de importar o perfil Z. Prima Aceitar.

1	Séries de Perfis	-	
🕀 🗾 🚺) 🖻 🛉 🦊 🐘 🚰 🕾 🔖		
Referência	Descrição		
Z	Perfis Z com abas desiguais.		
Z	Z enformado com rigidificadores (Mundiperfil)		
Aceitar			Cancelar



- Como existem duas referências repetidas, prima em Suprimir elemento selecionado da lista, para eliminar a descrição Perfis Z com abas desiguais que está selecionada por defeito.
- Prima Aceitar.

Selecção do perfil	×
Selecção do material	۷
Selecção do perfil	
Série de perfis Z V	
ΟΓΣΙΛΛ	
Disposição	_
Perfil simples	



Prima Aceitar novamente.

Como se pode visualizar na figura seguinte, existem três ícones com a palavra "Dimensionar". Ambos permitem o dimensionamento, no entanto, cada um apresenta diferentes conceitos de dimensionamento, ou seja, um permite fixar o espaçamento das madres e dimensiona os perfis indicando a percentagem de aproveitamento, outro permite fixar um determinado perfil e calcula o espaçamento ótimo para esse perfil, e por fim existe a possibilidade de dimensionar para cada perfil o espaçamento ótimo.

• Admite-se uma separação de madres de 2 m e o tipo de aço S 275.

	dição de madres da cob	ertura
Dados de cálculo		
Limite flecha:	L / 250 🗸 🗸	
Número de vãos:	Três vãos 🗸 🗸 🗸	
Tipo de fixação:	Fixação rígida	~
Descrição de madres Tipo de perfil:	Z 140-15	Dimensionar
Descrição de madres Tipo de perfil: Separação:	Z 140-15	Dimensionar Dimensionar
Descrição de madres Tipo de perfil: Separação: Tipo de Aço:	Z 140-15 2 m S275 V	Dimensionar Dimensionar Dimensionar



- Prima no ícone Dimensionar que se situa à direita do "Tipo de perfil". Observará que o programa indica quais os perfis que cumprem ou não, e as verificações impostas.
- Prima duas vezes sobre o perfil Z 170-25, de forma a ficar selecionado, e prima Aceitar.

<u>6</u>	Dimensio	namento de perfis	- 🗆		×
Nome	Peso (kN/m²)	Texto de verificação		^	0
A Z 140-15	0.02	Aproveitamento: 386.84 %			
A Z 140-20	0.02	Aproveitamento: 166.36 %			
A Z 140-25	0.03	Aproveitamento: 135.14 %			
🛕 Z 170-15	0.02	Aproveitamento: 285.40 %			
🛕 Z 170-20	0.02	Aproveitamento: 106.89 %			
🗹 Z 170-25	0.03	Aproveitamento: 86.65 %			
🛕 Z 200-15	0.02	Aproveitamento: 209.79 %			
🛕 Z 200-20	0.03	Aproveitamento: 156.02 %			
🛕 Z 200-25	0.03	Aproveitamento: 124.58 %			
🛕 Z 240-15	0.02	Aproveitamento: 154.83 %			
Significado dos	ícones			*	
A Elemento (ue não verifica a	alguma verificação			
Elemento d	que verifica todas	s as comprovações.			
Aceitar			Cance	lar	

Fig. 2.14

• Prima novamente Aceitar.

👩 Verificação de madres de cobertura 💌
O perfil seleccionado cumpre todas as verificações.
Percentagens de aproveitamento:
- Tensão: 85.83 %
- Flecha: 86.65 %
Verificações E.L.U.
Deseja continuar?
Aceitar

Fig. 2.15

- Prima Aceitar à pergunta executada pelo programa, voltando para o ambiente de trabalho do programa.
- Prima em Dados gerais > 📴 Edição de madres na cobertura e lateralmente.
- Prima Madres laterais.
- Selecione as opções da figura seguinte. Repetindo os procedimentos anteriores. Admite-se um espaçamento entre madres de 2 m e o tipo de aço S 275.

1	Edição de madres latera	is
Dados de cálculo		
Limite flecha:	L / 250 🗸	
Número de vãos:	Três vãos 🗸 🗸	
Tipo de fixação:	Fixação rígida	~
Descrição de madres		
Descrição de madres	Z 140-15	Dimensionar
Descrição de madres Tipo de perfil: Separação:	Z 140-15 2 m	Dimensionar Dimensionar
Tbescrição de madres Tipo de perfil: Separação: Tipo de Aço:	Z 140-15 2 m S275 V	Dimensionar Dimensionar Dimensionar
Descrição de madres Tipo de perfil: Separação: Tipo de Aço:	Z 140-15 2 m S275 V	Dimensionar Dimensionar Dimensionar
Descrição de madres Tipo de perfil: Separação: Tipo de Aço:	Z 140-15 2 m S275 V	Dimensionar Dimensionar Dimensionar
Descrição de madres Tipo de perfil: Separação: Tipo de Aço: Acetar	Z 140-15 2 m S275 V	Dimensionar Dimensionar Dimensionar Cancelar



- Prima no ícone Dimensionar que se situa à direita do "Tipo de perfil".
- Prima duas vezes sobre o perfil Z 170-25, de forma a ficar selecionado, e prima Aceitar.

	Peso (kN/m²)	Texto de verificação	^
📐 Z 140-15	0.02	Aproveitamento: 182.94 %	
📐 Z 140-20	0.02	Aproveitamento: 139.82 %	
📐 Z 140-25	0.03	Aproveitamento: 114.01 %	
📐 Z 170-15	0.02	Aproveitamento: 117.92 %	
Z 170-20	0.02	Aproveitamento: 89.98 %	
Z 170-25	0.03	Aproveitamento: 73.25 %	
Z 200-15	0.02	Aproveitamento: 88.37 %	
Z 200-20	0.03	Aproveitamento: 64.02 %	
Z 200-25	0.03	Aproveitamento: 50.33 %	
Z 240-15	0.02	Aproveitamento: 69.11 %	
	0.00		*

Fig. 2.17

• Prima novamente Aceitar.



Fig. 2.18

• Prima Aceitar à pergunta executada pelo programa, voltando para o ambiente de trabalho do programa.

Neste momento podem-se retirar listagens 🧉 e desenhos 🖙 relativos às madres e geometria do pórtico.

A partir de agora procede-se à exportação dos dados para o CYPE 3D.

- Prima em Dados gerais > ⁵⁵ Exportar para o CYPE 3D.
- Surgem as janelas com o resultado do dimensionamento das madres. Prima Aceitar em ambas.

 Surge a janela "Opções de exportação para CYPE 3D", selecione as opções indicadas na figura seguinte.

	Opções de exportação para CYPE 3D	×
Configuração de apoios Pórticos biarticulados Pórticos biencastrados	Opções de encurvadura Não gerar comprimentos de encurvadura Encurvadura em pórticos de nós móveis Encurvadura em pórticos de nós fixos	0
Tipo de geração Pórtico isolado (2D) Geração pórticos 3D Opções de agrupamento Não agrupar planos Agrupar todos Agrupar centrais e de Aceitar	opo	



- Prima Aceitar para confirmar as opções escolhidas.
- Surge uma informação relativamente ao facto de as cargas serem geradas uniformemente distribuídas ao longo das barras, e que no caso de uma treliça pode ser necessário modificar para cargas pontuais. Prima Aceitar para continuar.

*	Informação ×
i	Importante: As cargas geradas pelo programa são uniformes e aplicadas ao longo dos banzos exteriores das vigas. Se as madres forem geradas com uma grande separação, e as barras de apoio das madres pertencerem a uma treliça, esta geração de cargas pode não ser adequada, já que realmente são cargas pontuais que podem produzir flexão local não prevista, ficando as barras subdimensionadas no cálculo posterior do CYPE 3D.
	Aceitar



Esta aplicação termina com a gravação dos dados introduzidos no Gerador de Pórticos. O programa pede para confirmar se deseja realizar a exportação de dados para CYPE 3D e se pretende guardar os dados da obra atual.

• Prima Sim nas duas questões. Automaticamente o programa passa para a aplicação CYPE 3D.

	Pergunta ×	
	Deseja realizar a exportação?	
	Sim Não	
	Fig. 2.21	
é	Pergunta	х
	Deseja guardar os dados da obra actual?	
	Sim Não Cancela	r
	Fig. 2.22	

2.3.2. Utilização do programa CYPE 3D

Surge a janela "Nova obra", que possui a possibilidade de definir materiais e opções.

• Selecione o material S275 (EN 1993-1-1) para o Aço laminado e S 275 para o Aço enformado.

D (C 20	Potão amado		
rentis	COTE (EN 1000 1 1)	fy	Betão para pilares	C25/20	~
Aço laminado	S2/5 (EN 1993-1-1)	~		025/30	~
lço enformado	S275	~	Betao para vigas de laje	C25/30	~
Madeira	Serrada, procedente de con íferas	s ou	Betão para elementos de fundação	C25/30	~
Num ínio	EN AW-5083 - F		Aço de varões	S-400	
Betão	C25/30	~	Características do agregado	Quartzito (15 mm), 30 mm	n
			Recobrimentos	Desperdícios de aço	
Acções			Terreno de fundação		
Com sismo d	inâmico		Verificar deslizamento de sapatas	8	
			Adorônois (s)	0.000 M	Pa
	5	-	Aderencia (al)		
	Resistência ao fogo		Augulo de atrito terreno-sapata (d) 25.00 gr	aus
	Resistência ao fogo Estados limite (combinações)		Auerericia (a) Ángulo de atrito terreno-sapata (d Combinações fundamentais) 25.00 gr	au: IPa
	Resistência ao fogo Estados limite (combinações) Acções adicionais		Audeniua (a) Angulo de atrito terreno-sapata (d Combinações fundamentais Combinações sísmicas e acidentais) 25.00 gr 0.200 M 0.300 M	aus IPa IPa
	Resistência ao fogo Estados limite (combinações) Acções adicionais Fundação		Audencia (a) Angulo de atrito terreno-sapata (d Combinações fundamentais Combinações sísmicas e acidentais) 25.00 gr. 0.200 M 0.300 M	aus IPa IPa
	Resistência ao fogo Estados limite (combinações) Acções adicionais Fundação Processo construtivo		Autencia (a) Angulo de atrito terreno-sapata (d Combinações fundamentais Combinações sísmicas e acidentais) 25.00 gr 0.200 M 0.300 M	au: IPa IPa
Opções	Resistência ao fogo Estados limite (combinações) Acções adicionais Fundação Processo construtivo		Autencia (a) Angulo de atrito terreno-sapata (d Combinações fundamentais Combinações sísmicas e acidentais Ambiente) 25.00 gr 0.200 M 0.300 M	aus IPa IPa
Opções Pilare	Resistência ao fogo Estados limite (combinações) Acções adicionais Fundação Processo construtivo s Fundação		Autencia (a) Angulo de atrito terreno-sapata (d Combinações fundamentais Combinações sísmicas e acidentais Ambiente Vigas	() 25.00 gr 0.200 M 0.300 M	aux IPa

Fig. 2.23

• Prima Aceitar.





- Surge a janela "Estados limite", prima Aceitar.
- De imediato surge a janela "Nova obra". Coloque os dados de acordo com a figura seguinte e prima Aceitar.

B:\CYPE Ingenieros\Projectos\CYPE 3D\	Pastas
Nome do ficheiro CIM	.ed
Descrição	
Curso de iniciação ao Metal com o CYPE 3	3D



É gerada a estrutura com os dados provenientes do Gerador de Pórticos.



Fig. 2.26

2.3.2.1. Pórticos principais

Uma vez no CYPE 3D, pode observar as cargas nos pórticos. Selecione Carga e Hipótese Vista e ative Ver todas.



Repare que aparecem no ecrã as cargas geradas automaticamente pelo **Gerador de Pórticos**. Depois de descrever os tipos de perfil dos pórticos principais também se podem consultar os coeficientes de encurvadura e de bambeamento gerados pelo **Gerador de Pórticos**.

Apesar de todos estes dados terem sido gerados através do **Gerador de Pórticos**, convém aqui referir que toda a sua introdução poderia ter sido feita a partir do **CYPE 3D**. Isso implicaria introduzir todos os pórticos, todas as madres, todas as vigas, todas as cargas atuantes em cada madre e em cada viga resultantes de cada ação, definir os coeficientes de encurvadura e definir os coeficientes de encurvadura lateral.

Este processo seria extremamente moroso, pelo que o Gerador de Pórticos facilita todo este trabalho.

Passa-se agora à descrição dos pórticos principais.

- Prima em Barra > Descrever.
- Seguidamente prima sobre o **pilar da esquerda e da direita** de um pórtico. Como os pilares se encontram agrupados, ficarão todos selecionados. Prima S (botão lado direito do rato) para terminar.







- Prima Aceitar.
- Surge a janela "Perfis de aço", mantenha desativo o visto na opção Verificar a resistência ao fogo. Prima Aceitar.
- Prima agora sobre as duas vigas de um pórtico e prima ^C.

- Na janela que surge, selecione IPE como série de perfis e como perfil IPE-300 por exemplo.
- Em **Disposição**, selecione **Simples com cartelas**, isto para se introduzir os quadros de reforços. Active as opções que surgem na figura seguinte.

3	Descrever	- 🗆 🗙
Perfis utilizados [Barra] HE 360 A	Tipo de elemento estrutural Genérico O Tirante O Pilar O Viga	Ø
	Selecção do material Selecção do perfil Série de perfis Perfil PE 300 V 0	
	Dados adicionais	
	Disposição Cartela inicial superior Cartela final superior	
	Image: Simples com cartelas Image: Com laje de betão Com laje de betão Duplo em tubo soldado Duplo em tubo união genérica Meio perfil Com chapas laterais Boyd (alma aligeirada)	

Fig. 2.29

A localização dos reforços depende da disposição das barras. Na figura seguinte é descrito com as iniciais i (início), f (fim) da barra, e Sup (superior) e Inf (inferior) da barra.



Fig. 2.30

• Prima Aceitar, visualiza todas as barras descritas e com a indicação dos quadros de reforços (cartelas).



 Selecione agora Barra > Encurvadura. Fazendo zoom às barras, visualizará que tanto para a direção do plano dos pórticos como para a direção perpendicular estão definidos os coeficientes de encurvadura das barras, tal como se tinha referido anteriormente.



Fig. 2.32

De seguida, selecione a opção Barra> Encurvadura lateral, com o objetivo de definir as distâncias de travamento dos banzos. Repare que as distâncias de travamento dos banzos que foram possíveis de definir, o programa já as definiu (travamento das madres no banzo superior das vigas e banzos dos pilares), deve agora ter em especial atenção ao banzo inferior das vigas, ao qual o programa atribui o valor L. Deve decidir se realmente o banzo não tem qualquer travamento ou se, pelo contrário, pensa colocar travamentos e, se assim for, qual a distância entre eles. Neste caso, admite-se que o banzo inferior das vigas está travado de 4,0 m em 4,0 m.





- Prima sobre as duas vigas de um pórtico e prima 🏷.
- Surge a janela "Encurvadura lateral". Para o Banzo inferior prima no ícone Separação entre travamentos, para atribuir uma distância de travamento de 4.0 m.

Encurvadura lateral
S S S S S S S S S S S S S S S S S S S
✓ Banzo superior (S)
$\begin{array}{c c c c c c c c c c c c c c c c c c c $
Separação entre travamentos 2.000 m
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000
✓ Banzo inferior (I)
$\begin{array}{c} \beta_{n}=0 \\ \hline \end{array} \begin{array}{c} \beta_{n}=0 \\ \hline \end{array} \begin{array}{c} \beta_{n}=0.5 \\ \hline \end{array} \begin{array}{c} \beta_{n}=10 \\ \hline \end{array} \begin{array}{c} \beta_{n}=2.0 \\ \hline \end{array} \end{array} \begin{array}{c} \beta_{n}=2.0 \\ \hline \end{array} \begin{array}{c} \beta_{n}=2.0 \\ \hline \end{array} \end{array} \begin{array}{c} \beta_{n}=2.0 \\ \hline \end{array} \end{array}$
Separação entre travamentos 4 m
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000
✓ Atribuir factor de momento crítico
Factor de modificação para o momento crítico C1 1.000
Acetar

Fig. 2.34

• Prima Aceitar.

2.3.2.2. Ponte rolante

• Prima em Obra> Dados gerais e prima em Acções adicionais.

7		D	ados obra		x
Normas:		Eurocódigo 2, Eurocódi	gos 3 e 4, Eurocódigo 5 e Eurocódig	go 9	0
Perfis			Betão armado		
Aço laminado	S275 (EN 1	993-1-1) 🗸 🗸	Betão para pilares	C25/30 ¥	
Aço enformado	S 275	~	Betão para vigas de laje	C25/30 ¥	
Madeira	Serrada, p	procedente de coníferas ou	Betão para elementos de fundaçã	o C25/30 ∨	
Alumínio		EN AW-5083 - F	Aço de varões	S-400	
Betão	C25/30	~	Características do agregado	Quartzito (15 mm), 30 mm	
			Recobrimentos	Desperdícios de aço	
Accões			Terreno de fundação		
Com sismo di	nâmico		Verificar deslizamento de sapa	tas	
			Aderência (a')	0.000 MPa	
	Resistên	icia ao fogo	Ângulo de atrito terreno-sapata	a (d') 25.00 graus	
E	Estados limite	e (combinações)	Combinações fundamentais 0.200 M		
	Acções	adicionais	Combinações sísmicas e acidentais 0.300 Mf		э
	Fun	Idação			
	Processo	construtivo			
Opções		1	Ambiente		
Pilare	S	Fundação	Vigas	XO	
Vigas	;	Ligações			
			Aceitar		
			nucital		

adiciona	ais		×
			١ <u>٢</u>
		Ò	0
utomática	as Adici	onais	
1	-		
-	0	ò	
-	1	ò	
-	0	ò	
-	0	ò	
-	16	ò	
-	0	ò	
-	0	ò	
-	0	ò	
-	0	è	
	Can	celar	
	adiciona atomática 1 - - - - - - - - - - - - - - - - - -	adicionais atomáticas Adici 1 - 0 - 11 - 0 - 16 - 0 - 16 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0 - 0	Adicionais Adicionais 1 0 @ 1 @ 0 <t< td=""></t<>

Fig. 2.36

Em Categorias de utilização, já está definida a categoria Coberturas.

Este exemplo, terá cargas relativas ao peso próprio da ponte rolante, bem como as cargas máximas de carregamento da ponte rolante, por outro lado irá ter as cargas relativas à mezzanine e à estrutura de suporte.

Por uma questão de uniformização, poupança de tempo de cálculo e facilidade de manuseamento do software, pretende-se resumir as cargas a uma única categoria de utilização.

- Prima em Beditar, relativamente às Categorias de utilização.
- Ative a opção E. Armazéns.

• Prima Aceitar.



Fig. 2.37

Como se pode visualizar existem já definidas algumas ações adicionais, provenientes do Gerador de Pórticos. No entanto, serão criadas mais três ações de sobrecarga para se ter em conta as cargas provenientes da ponte rolante, mezzanine e estrutura de suporte.

- Prima em 🖻 Editar relativamente à ação adicional Sobrecarga (Utilização E).
- Prima em 🕒 Nova acção adicional.
- Coloque como referência PRMES e como descrição Ponte rolante (p.p.) + Mezzanine + Estrutura suporte.



Fig. 2.38

- Prima Aceitar.
- Prima em 🖻 Nova acção adicional.
- Coloque como referência PR 1 e como descrição Ponte rolante posição 1.

7	Nova acção adicional	×
Referência	PR 1	0
Descrição	Ponte rolante posição 1	
Com disti	ntas disposições de cargas	
Aceitar	Cancelar	

Fig. 2.39

- Prima Aceitar.
- Prima em 🖻 Nova acção adicional.
- Coloque como referência PR 2 e como descrição Ponte rolante posição 2, prima Aceitar.

7	Nova acção adicional	×
Referência	PR 2	0
Descrição	Ponte rolante posição 2	
Com disti	ntas disposições de cargas	
Aceitar	Cancelar	



A ação de sobrecarga PR 1 não se combina com a ação de sobrecarga PR 2. As duas ações de sobrecarga recém criadas servirão para simular a posição da carga na ponte rolante. Assim, para estas duas ações de sobrecarga não se combinarem entre si, devemos desligar a relação entre PR 1 e PR 2.

 Prima em X na relação entre PR 1 e PR 2. A combinação entre as duas ações de sobrecarga irá ser desativada, ficando com o símbolo X.

	Sobrecarga		-		×
🕂 No	va acção adicional				()
Actua	Acções adicionais		Edita	r Apaga	r 🦉
¥	PRMES Ponte rolante (p.p.) + Mezzanine + Estrutura suporte		2	Z	
¥	PR 1 Ponte rolante posição 1		2	Z	
¥	PR 2 Ponte rolante posição 2		2	Z	
					-
Combin	lações				
Combin Hipóte	iações sse	PRMES	PR 1	PR 2	
Combin Hipóte PRM	iações ese ES	PRMES	PR 1	PR 2	
Combin Hipóte PRM PR 1	iações ese ES	PRMES	PR 1	PR 2	
Combin Hipóte PRM PR 1 PR 2	iações ese ES	PRMES	PR 1	PR 2	
Combin Hipóte PRM PR 1 PR 2	ações ese ES	PRMES	PR 1	PR 2 V	
Combin Hipóte PRM PR 1 PR 2	nações ese ES !	PRMES	PR 1	PR 2	
Combin Hipóte PRM PR 1 PR 2 ✓ C × N	iações ese ES iombináveis ião combináveis	PRMES	PR 1	PR 2 V X	

Fig. 2.41

• Se premir em **Mostrar combinações** surge uma janela especificando as combinações que vão ser tidas em conta para as ações de sobrecarga.



Fig. 2.42

Como se pode ver na figura anterior, a sobrecarga PR 1 não se irá combinar com a sobrecarga PR 2.

Feche a janela e prima **Aceitar** sucessivamente até visualizar a estrutura novamente.

Procede-se à introdução das barras de suporte da viga carril.

Como as barras de suporte da viga carril não vão existir em todos os pórticos, e por outro lado como todos os pórticos estão agrupados, então é necessário desagrupar os dois primeiros pórticos de cada topo.

- Prima em Planos> Desagrupar, selecione Planos paralelos YZ e prima Aceitar.
- Prima sobre cada um dos pórticos (os dois primeiros e os dois últimos) de forma a selecioná-los e prima com o S.
- Surge a informação se deseja desagrupar, prima Sim.



Fig. 2.43

Prima no ícone Referências a objectos, e ative as opções de acordo com a figura seguinte.



Fig. 2.44

- Prima Aceitar.
- Verifique na barra de ferramentas, que o ícone Permite cotar ao introduzir cada elemento está ativo.
- Prima em Barra> Nova.
- Prima sobre o ícone IPE 300, Simples... 🖻 de editar o último perfil introduzido.

Selecione um perfil IPE 270 e como perfil simples. Assim ao introduzir a barra nova, fica de imediato descrita como sendo um IPE 270.

Descrever	×
Tipo de elemento estrutural Image:	0
Selecção do material	
Selecção do perfil	
I [L L] 🖉 🗊	
Série de perfis IPE 🗸 🖉 🛄	
Perfil IPE 270 V	
Dados adicionais	
Disposição	
• Perfil simples	
Simples com cartelas	
O Com laje de betão	
O Duplo em tubo soldado	
O Duplo em caixão com presilhas	
O Duplo em tubo união genérica	
() Meio perfil	
Com chapas laterais	
O Boyd (alma aligeirada)	

Fig. 2.45

- Prima Aceitar.
- Prima junto ao topo do pilar, no terceiro pórtico.



Fig. 2.46

- Introduza o valor de **1.00 m** que determina a distância da nova barra ao nó do topo do pilar.
- Prima em Y para confirmar o valor introduzido.



- Fig. 2.47
- Prima na linha de referência do novo nó, de acordo com a figura seguinte.





- Introduza o valor de 0.50~m que determina o comprimento da nova barra. Prima em \checkmark .



Fig. 2.49

• Prima com 🏷 para terminar a introdução das novas barras.

Neste momento a estrutura apresenta-se de acordo com a figura seguinte.



Como se pode ver na figura anterior, os pilares que foram intersectados pelas novas barras introduzidas encontram-se a negrito. Isto representa que, apesar de o pilar possuir um nó intermédio, o pilar é contínuo.

Como os pórticos estão agrupados, basta a introdução de uma barra para que esta seja repetida nos restantes pórticos pertencentes a esse agrupamento.

Seguidamente, repete-se o processo para a introdução das barras de suporte da viga carril nos pilares do alçado oposto. A introdução será facilitada pois já existem as linhas de referência das barras de suporte da viga carril do lado esquerdo.

 Prima agora no pilar da direita do pórtico, na intersecção com a nova linha de referência, como mostra a figura seguinte.



 Prima na linha de referência que servirá de auxílio para a introdução da nova barra, de acordo com a figura seguinte.





- Introduza o valor de **0.50 m** que determina o comprimento da nova barra. Prima seguidamente em 🚿 .
- Prima com 🏷 para terminar a introdução das barras.

A barra de suporte da viga carril do lado direito foi introduzida ficando a estrutura com o seguinte aspeto.



Fig. 2.53

Neste exemplo será considerada uma ponte rolante de 5 toneladas de peso próprio e com uma capacidade de carga de 10 toneladas. Procede-se à introdução das cargas associadas à ponte rolante nas vigas de suporte da viga carril.

• Prima em Carga> Introduzir cargas sobre nós.

 Selecionam-se os nós extremos das duas vigas de suporte da viga carril, do lado esquerdo e do lado direito de um dos pórticos. Recorda-se que os pórticos estão agrupados pelo que só é necessário selecionar um nó de uma barra de cada lado do pórtico.



- Prima com 🏷 para terminar a seleção.
- Selecione a hipótese PRMES (Utilização E. Armazéns), coloque um valor de 25 kN. O peso próprio da ponte rolante de 5 toneladas será distribuído igualmente para cada barra de suporte da viga carril. A direção e sentido de aplicação da carga será segundo o eixo Z, em sentido negativo.

1 Introduzir cargas sobre nós	×
Hipótese PRMES (Utilização E. Amazéns) 🗸	0
Valor 25 kN	
Direcção e sentido de aplicação da carga	
Cancelar	

Fig. 2.55

• Prima Aceitar.

Para se poder visualizar no modelo as cargas introduzidas, siga os seguintes passos.

• Prima Carga> Hipótese vista ou na pequena janela que surge ao introduzir as cargas e selecione a hipótese PRMES (Utilização E. Armazéns). Prima Aceitar.





Fig. 2.57

Introduz-se a carga relativa à posição 1 (pilar esquerdo de cada pórtico), que corresponde à capacidade máxima de carregamento da ponte rolante.

- Prima em Cargas> Introduzir cargas sobre nós.
- Prima sobre o nó extremo de uma viga de suporte do pilar esquerdo de um pórtico. Recorda-se que os pórticos estão agrupados pelo que só é necessário selecionar um nó de uma barra.



Fig. 2.58

• Prima com 🏷 para terminar a seleção.

Selecione a hipótese PR 1 (Utilização E. Armazéns), considere 100 kN. Neste caso, considera-se a totalidade da carga máxima de carregamento da ponte rolante, na viga de suporte do pilar esquerdo de cada pórtico. A direção e sentido de aplicação da carga será segundo o eixo Z, em sentido negativo.

Introduzir cargas sobre nós	×
Hipótese PR 1 (Utilização E. Armazéns) 🗸 🗸	0
Valor 100 kN	
Direcção e sentido de aplicação da carga	
Acetar	

Fig. 2.59

• Prima Aceitar.

Procede-se com a introdução da carga relativa à posição 2 (pilar direito de cada pórtico) correspondente à carga máxima de carregamento da ponte rolante.

- Prima em Cargas > Introduzir cargas sobre nós.
- Selecione o nó extremo de uma viga de suporte do lado direito de um pórtico.



Fig. 2.60

- Prima com 🔍 para terminar a seleção.
- Selecione a hipótese PR 2 (Utilização E. Armazéns), considere 100 kN. Neste caso, considera-se a totalidade da carga máxima de carregamento da ponte rolante, na viga de suporte do pilar direito de cada pórtico. A direção e sentido de aplicação da carga será segundo o eixo Z, em sentido negativo.





Prima Aceitar.

2.3.2.3. Pilares de topo e contraventamentos

É necessário introduzir uma estrutura (pilares de topo e contraventamentos) que permita resistir à ação do vento que atua nos alçados de topo.

Procede-se à introdução dos pilares de topo.

- Prima em Janela> Abrir nova. Será criada uma janela 2D dos dois pórticos de topo para simplificar a introdução dos pilares de topo.
- Selecione a opção de acordo com a figura seguinte e prima Aceitar.



Fig. 2.62

• Prima sobre os dois eixos que compõem o plano do pórtico, representado nas imagens seguintes.







• Coloque como nome da janela Pórtico 1 e prima Aceitar.

2	Título da	a janela 🛛 🗙
	Pórtico 1	
A	ceitar	Cancelar



Surge a vista 2D do pórtico 1. No menu Janela pode alternar de janela em janela.

- Prima em Janela > 3D, repita o procedimento anterior para criar a nova janela 2D do Pórtico 13 (pórtico do outro topo do pavilhão).
- No menu Janela selecione a vista Pórtico 1.



- Prima em Barra> Nova e selecione um perfil IPE 240. Prima Aceitar.
- Prima na linha de referência dos apoios dos pilares do pórtico, de acordo com a figura seguinte.

		\$₽	
4	*		

Fig. 2.67

Os pilares de topo estão separados entre si 6.25 metros.

 Introduza o valor de 6.25 m, sendo a distância entre o eixo do pilar esquerdo do pórtico e o eixo do pilar de topo. Prima em X.



 Introduza os restantes dados conforme as figuras seguintes premindo com Spara marcar o início e fim da barra e Spara finalizar a introdução.



Fig. 2.69



Fig. 2.70
	N65 (60, 12.5, 9)









Define-se o tipo de apoio dos pilares de topo.

- Prima Nó> Vinculação exterior.
- Selecione os nós indicados na figura seguinte. Prima [™] para marcar o início e o fim da seleção e prima com [™] para terminar.



Fig. 2.75

• Selecione Articulação e prima Aceitar.

Pl Vinculação exterior (N102)	x
Image: Second content of the second	0
Aceitar	



- No menu Janela selecione a vista Pórtico 13.
- Repita os procedimentos anteriores para a introdução dos pilares de topo e definição do tipo de apoio do pórtico 13.

Os pilares de topo vão suportar as cargas de vento de topo transmitindo-as posteriormente aos contraventamentos. No entanto, como se pode ver na figura seguinte, com a posição atual os perfis (pilares) iriam trabalhar segundo o seu eixo de menor inércia. Torna-se importante rodar os perfis 90 graus.





- Prima Barra> Descrever disposição.
- Selecione os perfis de topo anteriormente introduzidos.

• Prima com 🏷.





Fig. 2.78

Procede-se à introdução dos contraventamentos.

- Prima Planos> Referências e desative a opção Linhas de referência. Desligam-se as linhas de referência para facilitar a introdução das novas barras.
- Prima em 🔲 Referências a objectos e ative o Ponto médio. Prima Aceitar.
- Prima Barra> Nova e selecione o perfil IPE 200.
- Introduza as barras segundo as imagens seguintes. O ponto médio e os rastreios automáticos do programa vão auxiliar a introdução de dados mesmo sem as linhas de referência.











- Pretende-se agora introduzir os tirantes do contraventamento, prima sobre o ícone [Barra] IPE 200 🪖
- Selecione a opção **Tirante** e selecione o perfil **Varão maciço**.

Já existe uma série de perfis de barras circulares maciças, no entanto pretende-se importar uma nova série da biblioteca.



- Prima em 🖽 Editar a lista de elementos.
- Prima em
 Importação de séries de perfis pré-definidas.
- Prima sobre o fabricante Gerdau e ative o importar Barra redonda.

M Impor	rtação de séries de perfis pré-definidas	×
Acindar ArcelorMittal Csg Gerdau Gost Imca Nbe-ea95 TecnoMetal (bra) TecnoMetal (bra) TecnoMetal (ta)	Importar Perfil	
Aceitar	Cance	ar

Fig. 2.84

• Prima Aceitar.



Fig. 2.85

- Prima novamente Aceitar.
- Selecione a série de perfil Barra redonda e o perfil 1". Prima Aceitar.

8	Descrever	×
Tipo de elemento estrutural O Genérico I Tirante O Pilar O Viga		۷
Selecção do perfil		



• Introduzem-se as restantes barras que compõem o contraventamento horizontal e vertical.







Para que o cálculo dos contraventamentos seja efetuado, é necessário articular as barras transversais que fazem a conexão com os dois primeiros e os dois últimos pórticos. As diagonais descritas anteriormente como tirante, foram automaticamente articuladas, onde nas terminações se podem ver círculos cheios de cor azul.



Fig. 2.89

• Prima em **Barra> Articular extremos**. Prima com 📎 a meio vão das barras transversais que pertencem ao contraventamento horizontal e vertical, conforme indicado nas próximas figuras.



 Repita o mesmo procedimento para as barras transversais pertencentes aos contraventamentos do outro topo da nave industrial. Por outro lado, também se deve articular a extremidade superior dos pilares de topo, uma vez que o pilar de topo não interrompe a viga da cobertura e também em virtude de permitir o cálculo da ligação, já que é uma ligação tipo permitida pelo programa.

 Posicione o cursor sobre a barra mas junto à extremidade superior e prima com o S, repita em cada pilar de topo.



Fig. 2.97

2.3.2.4. Introdução da mezzanine

Junto ao pórtico 1 da nave industrial será definida uma mezzanine, na qual funcionará para pequenos armazenamentos. Para simplificar a introdução das barras, procede-se à criação de uma vista 3D Parcial.

• Prima Janela> Abrir nova. Selecione a opção Vista 3D de uma parte da estrutura. Prima Aceitar.



Fig. 2.98

• Prima sobre os dois nós indicados nas figuras seguintes.



Fig. 2.100

• Na janela que surge, considere o nome Vista mezzanine. Prima Aceitar.



Fig. 2.101

Surge uma vista contendo as barras existentes no intervalo definido pelos dois pontos selecionados.



- Prima em Planos> Referências e ative a opção Linhas de referência. Prima Aceitar.
- Prima Barra> Nova e selecione o perfil laminado simples IPE 240.
- Para facilitar a introdução das novas barras por causa da sobreposição das linhas de referência, roda-se ligeiramente a vista 3D da estrutura. Junto ao canto superior esquerdo do ecrã, prima
- Introduza as barras segundo as figuras seguintes.









- Prima com 🏷 para terminar a introdução das vigas.





















Fig. 2.117

Finalizada a introdução das barras da mezzanine, definem-se os nós de vinculação exterior.

• Prima em Nó> Vinculação exterior.

Selecione os nós inferiores dos novos pilares.



Fig. 2.118

Prima com Spara confirmar a seleção e selecione a opção Articulação.





• Prima Aceitar.

Uma das vigas da mezzanine encontra-se a negrito. Isto quer dizer que a barra é contínua ao longo do seu comprimento, ou seja, os pilares intermédios não interrompem a viga, conectando-se ao banzo inferior da viga. Neste caso pretende-se que a viga não seja contínua, de forma a conectar-se ao banzo dos pilares.

- Prima Barra> Criar peças.
- Prima nos nós identificados nas figuras que se seguem.



Fig. 2.121

• Surge a pergunta se deseja criar a peça. Prima Sim.





A barra fica automaticamente dividida em barras individuais entre cada nó.





Pretende-se rodar os pilares interiores da mezzanine.

- Prima Barra> Descrever disposição.
- Selecione os pilares interiores de acordo com a figura seguinte.



Fig. 2.124

- Prima sobre Rotação de 90 graus.
- Prima Aceitar.





Pretende-se, para o cálculo das ligações aparafusadas, que as vigas que se conectam à alma dos pilares se encontrem articuladas, com exceção da barra que está entre os contraventamentos, já que vai receber a carga do piso.

- Prima Barra> Articular extremos.
- Prima nas extremidades das barras (vigas) que conectam com a alma dos pilares, quando se pretende articular uma das extremidades, caso contrário prima a meio vão da barra, conforme as figuras seguintes. No caso da barra presente entre os contraventamentos, o objetivo é premir sobre ela para desarticular os extremos.





Pretende-se introduzir as cargas associadas à utilização da mezzanine.

Sobre as barras da mezzanine será construída uma laje unidirecional. Essas cargas poderiam ser introduzidas manualmente como cargas lineares nas vigas. No entanto, pretende-se criar um pano para que o programa faça automaticamente a distribuição unidirecional das cargas, tendo em conta a largura de influência.

- Prima no menu Carga> Introduzir panos.
- Prima sobre os nós referenciados nas figuras seguintes.









Fig. 2.136

• Na janela que se segue, prima Aceitar.



Fig. 2.137

O sentido de distribuição das cargas será sempre paralelo à linha de contorno do pano selecionado pelo utilizador.

• Como a laje unidirecional irá trabalhar paralelamente ao pórtico principal do pavilhão, posicione o cursor junto à primeira viga longitudinal da mezzanine, de acordo com a figura seguinte.



Fig. 2.138

• Prima com 🏷 e seguidamente com 🏷.



Fig. 2.139

• Procede-se com a introdução das seguintes cargas, prima em 🗈 Adicionar novo elemento à lista, defina a hipótese e o valor da carga de acordo com a figura seguinte.

7	Cargas no pan	o –		×
🕀 🗾 🗋				(ja
Hipótese		Sentido positivo	Valor	0
Peso próprio	~	Vertical para baixo	3.000	
PRMES (Utilização E. Amazéns)	×	Vertical para baixo	3.000	
Aceitar		(Cancelar]

Fig. 2.140

• Prima Aceitar.

Terminada a introdução de dados da mezzanine, voltamos à visualização global da nave industrial.

• Prima Janela> 3D.

Para além do agrupamento de planos, existe também a possibilidade de agrupar perfis entre si. O que facilitará a edição dos perfis, caso por exemplo não verifiquem após o cálculo. Como serão agrupados entre si, existirá uma uniformização de secções de perfis, o que facilitará na prática a construção da nave industrial.

- Prima Barra> Agrupar.
- Selecione as barras assinaladas na figura seguinte.





- Prima com 🌂 para confirmar a seleção.
- Prima Sim para agrupar as barras selecionadas.





 Repita o processo acima descrito para as barras assinaladas nas figuras seguintes. Não necessita de repetir o comando Barra> Agrupar pois este continua ativo.







Fig. 2.144



No entanto, por se querer manter uma certa uniformidade nas secções das barras pertencentes à mezzanine, pretende-se assim desagrupar uma das barras pertencentes também ao contraventamento, de forma a uniformizar a sua secção com a secção das vigas da mezzanine.

- Prima Barra> Desagrupar.
- Prima sobre a barra indicada na figura seguinte.



Fig. 2.146

• Prima 🔍. Na janela que surge, prima Sim.



Fig. 2.147

- Prima Barra> Descrever.
- Prima sobre a barra indicada na figura seguinte e posteriormente prima 📎.



• Coloque um perfil simples IPE 240. Prima Aceitar.

2.3.2.5. Introdução da estrutura de suporte

Será introduzida uma estrutura de suporte de cargas no interior da nave industrial. A estrutura estará inserida entre o pórtico 8 e 10, a contar do pórtico de topo 1.

Como os pórticos 8, 9 e 10 estão agrupados, é necessário desagrupá-los. Para ser possível a seleção dos planos a desagrupar é preciso ativar as referências.

• Prima Planos> Referências. Selecione as opções da figura seguinte e prima Aceitar.



Fig. 2.149

- Prima Planos> Desagrupar, selecione a opção Planos paralelos a YZ e prima Aceitar.
- Prima sobre os pórticos 8, 9 e 10. Prima terminar a seleção.





• Prima em Sim para desagrupar os planos.





Será usada uma planta de arquitetura para auxiliar na introdução dos pilares da estrutura de suporte. Apesar de ser possível introduzir toda a estrutura através de cotas, o programa também permite a importação de ficheiros CAD para servirem de apoio na definição da posição das barras.

Pretende-se criar uma vista 2D da planta de fundação da nave industrial.

 Prima Janela> Abrir nova. Com a opção Vista 2D de um plano ortogonal ao eixo X, Y ou Z selecionada, prima Aceitar.

N Vista nova				
🗊 🖲 Vista 2D de um plano ortogonal ao eixo X, Y ou Z				
🛇 🔿 Vista 2D de um plano				
🗇 🔿 Vista 3D de toda a estrutura				
🕡 🔿 Vista 3D de uma parte da estrutura				
🗊 🔿 Vista 3D de uma selecção de elementos				
Seleccione duas linhas para definir um plano (devem intersectarem-se num ponto ou serem paralelas).				
Aceitar Cancelar				

Fig. 2.152

• Selecione as linhas de referência especificadas nas figuras seguintes.





Fig. 2.154

• A nova vista 2D terá a designação Planta Fundação. Prima Aceitar.



Fig. 2.155

- Prima Planos> Referências. Desative a opção Visíveis e prima Aceitar.
- Na barra de ferramentas, prima em 🖾 Editar máscaras.
- Prima em 🛃 Adicionar novo elemento à lista.
- Surge de imediato a janela Seleção de máscaras a ler.
- Aceda a \CYPE Ingenieros\Exemplos\CYPE 3D.
- Selecione o ficheiro Planta nave industrial.dwg e prima Abrir.

Selecção de máscaras a ler				
			em CYPE 3D	٩
Organizar 🔻 🛛 Nova p	asta		•	0
☆ Favoritos	Nome	Data de modificaç	Тіро	Tami
	Cobertura metálica.dwg	12/08/2015 10:29	Ficheiro DWG	
🍓 Grupo Doméstico	📓 Passadiço pedonal.dwg	12/08/2015 10:29	Ficheiro DWG	
	Planta nave industrial.dwg	12/08/2015 10:29	Ficheiro DWG	
🌉 Paulo PC	Ronte grua.dwg	12/08/2015 10:29	Ficheiro DWG	
膧 Ambiente de trak	🔤 Torre eléctrica.dwg	12/08/2015 10:29	Ficheiro DWG	
Documentos				
崖 Imagens				
🚺 Música 👻	< <			>
Nome de ficheiro: Planta nave industrial.dwg V Ficheiros DXF-DWG (*.dxf;*.dw(V				
Abrir Cancelar				



• Prima Aceitar até voltar ao ambiente de trabalho do programa.

A planta de arquitetura foi importada para o programa mas ainda não está atribuída à vista 2D Planta Fundação.

- Na barra de ferramentas, prima 🚟 Editar planos.
- Coloque o visto em Seleccionado. Prima Aceitar.





A planta de arquitetura importada fica assim atribuída à vista Planta Fundação.


Na intersecção das linhas de referência verticais 4, 5 e 6, com as linhas de referência horizontais B, C e D, estão identificados 9 pilares pertencentes à estrutura de suporte a introduzir.

Assim, como a vista ativa é a da planta do pavilhão, procede-se à introdução dos nós de arranque dos pilares.

- Prima Nó> Novo.
- Prima
 Capturas para máscaras.
- Active a opção Activar capturas (F3) e a opção Centro. Prima Aceitar.

Selecção d	e capturas	×
🖌 Activar capturas (F3) 🗌 Acti	var pontos de rastreio (F11)	0
💢 🗌 Ponto	🛆 🗌 Ponto médio	
Extremo	🔀 🗌 Intersecção	
🔓 🗌 Ponto de inserção	🔷 🗌 Quadrante	
Centro	🔀 🗌 Mais próximo	
📙 🗌 Perpendicular	Extensão	
// Paralelo		
Aceitar Desactivar	todas Cancelar	



Com a opção Centro ativa, o programa irá capturar círculos existentes na planta de arquitetura. Para o
efeito basta posicionar o cursor por cima de um círculo e um outro círculo surgirá identificando a
captura, forçando a introdução do nó no centro do círculo capturado.



Fig. 2.160





- Prima com 🏷 após a confirmação de captura do círculo da arquitetura.
- Repita o procedimento para os restantes 8 nós de arranque dos pilares.



Após a criação, a partir da arquitetura, dos nós de arranque dos pilares, procede-se à criação de uma vista 2D frontal do primeiro pórtico treliçado a ser introduzido.

- Prima Janela> 3D.
- Prima Janela> Abrir nova> Vista 2D de um plano ortogonal ao eixo X, Y ou Z.
- Prima sobre as linhas de referência indicadas nas figuras seguintes.





Fig. 2.164

• Coloque o nome da janela como Estr. Suporte Vista 1 e prima Aceitar.



Fig. 2.165

- Prima Barra> Nova.
- Prima no botão General da janela Nova barra.
- Prima em Perfil soldado de chapas de aço laminado.
- Prima em **LUZ** Tubo enformado rectangular, de imediato surge um aviso que não existe nenhuma referência selecionada, ou seja, tem-se que importar uma biblioteca de perfis que contenham perfis deste tipo, ou criar um perfil deste tipo.
- Prima Aceitar.
- Prima em 🖽 Editar a lista de elementos.
- Prima em 🔽 Importação de séries de perfis pré-definidas.
- Ative a biblioteca Tuboeuro e a série Cold Formed RHS. Prima Aceitar.

👔 Impor	tação de séries de perfis pré-definid	as ×
Acindar	Importar Perfil	
Aisc Lifd (mks)	Cold Formed RHS	
Aisc.Lrfd (us)	Hot Finished RHS	
Condesa		
Nbe-ea95		
SAISC		
Tata Steel		
TecnoMetal (bra)		
TecnoMetal (esp)		
TecnoMetal (ita)		
Tuboeuro		
Tuflesa		
Aceitar		Cancelar



Fig. 2.167

- Prima Aceitar.
- Como série de perfis Cold Formed RHS, selecione o perfil RHS 200x120x8.0.

Descrever	×
Tipo de elemento estrutural Image: Construction of the structure of the struc	0
Selecção do material	
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	
Selecção do perfil	i l
Série de perfis Cold Formed RHS 🗸 🖉 🏢	
Perfil (RHS 200x120x8.0.) V	
Dados adicionais	
Disposição	
Perfil simples	
O Duplo com união genérica	
◯ Quádruplo com união genérica	

Fig. 2.168

- Prima Aceitar.
- Introduza as barras segundo as seguintes figuras.



Fig. 2.169

• Prima sobre a linha de referência vertical e introduza o comprimento de 4 metros. Prima 🚿 .



Fig. 2.170

• Introduza as restantes barras até ficar com a seguinte apresentação.





• Pretende-se introduzir a barra inferior da treliça. Prima com 🔊 no pilar da esquerda, como indica a figura seguinte. Esta barra situa-se a 1 m da barra superior já introduzida.

ſ				
	Ī			
		Ε		
	2	1.520		
		Barra N135/N142 - C: 4.000 m		
1977				1977

Fig. 2.172



Fig. 2.173





Caso as vigas fiquem contínuas (representadas a negrito), utilize o comando Barra> Criar peças, para indicar o início das mesmas.

Seguidamente introduzem-se as barras verticais pertencentes à treliça com o mesmo perfil.

• Para simplificar a introdução das barras ative o **Ponto médio**, no ícone **Referências a objectos** da barra de ferramentas.





Com a ajuda do ponto médio, introduza as seguintes barras. Prima com Spara definir o ponto inicial e final das barras, e Spara terminar a introdução.

3.125 m	
e	

Fig. 2.176

	Barra N142/N1	49 - C: 3.125 m	
——- 1.563 m	<u></u>	-	



Fig. 2.178

 Prossegue-se com a introdução das barras oblíquas (diagonais) da treliça, até ficar com a apresentação da figura seguinte.





Seguidamente descrevem-se os nós de vinculação exterior.

- Prima Nó> Vinculação exterior.
- Selecione os nós de arranque dos pilares da estrutura de suporte de cargas. Prima 🏷 para confirmar a seleção.



Fig. 2.180

- Prima a opção **Encastramento**.
- Prima Aceitar.



Fig. 2.181

Pretende-se agora copiar este pórtico da estrutura de suporte, de forma a criarem-se mais dois pórticos.

- Prima em Ferramentas> Copiar elementos.
- Mantém-se as opções selecionadas por defeito e prima Aceitar.



Fig. 2.182

• Selecione todas as barras e nós do pórtico conforme a figura seguinte.





- Para terminar a seleção prima em 🍋.
- Prima com o sobre um nó com vinculação ao exterior, por exemplo como indicado na figura seguinte.





- Prima no menu Janela> 3D.
- Para se copiar o pórtico, prima sobre o mesmo nó correspondente ao futuro pórtico, conforme as figuras seguintes.







Pretende-se criar uma vista parcial 3D da estrutura de suporte para finalizar a introdução dos restantes elementos.

- Caso as linhas de referências estejam ativas, desative-as em Planos> Referências, retirando o visto em Linhas de referência. Prima Aceitar.
- Prima Janela> Abrir nova.
- Selecione a opção Vista 3D de uma parte da estrutura.
- Prima nos dois nós indicados nas figuras seguintes.



• Descreva a nova vista 3D como Estrutura de suporte.



Prima **Aceitar**.

•

Surge uma nova janela com a perspetiva 3D na estrutura de suporte.

Pretende-se introduzir as restantes barras que fazem a conexão com os pórticos.

- Prima Barra> Nova.
- Na janela Nova barra selecione o perfil RHS 200x120x8.0.
- Introduza as restantes barras, nó a nó, para se obter o resultado final de acordo com a figura seguinte.



Fig. 2.191

Seguidamente, definem-se as cargas a serem suportadas pela estrutura de suporte. Essas cargas serão o peso próprio da laje unidirecional e sobrecarga associada a armazenamento de bidões de produtos químicos.

À semelhança da introdução das cargas para a mezzanine, será criado um pano de cargas.

- Prima Carga> Introduzir panos.
- Prima 🔊 sobre os nós indicados nas figuras seguintes.





Fig. 2.193



Fig. 2.194



- Prima 🔍.
- Posicione o cursor junto das vigas transversais aos pórticos para se definir a orientação da distribuição das cargas associadas ao pano. Prima O e seguidamente O.





• Na janela que surge, introduza as cargas descritas na próxima figura. Prima em 🗈 Adicionar novo elemento à lista para acrescentar as hipóteses e cargas. Posteriormente prima Aceitar.

2	Cargas no pan	10	-		×
🕀 🗾 🗋					(j2)
Hipótese		Se	entido positivo	Valor	0
Peso próprio	~	/ Ve	rtical para baixo	3.000	
PRMES (Utilização E. Armazéns) 🗸	/ Ve	rtical para baixo	8.000	
Aceitar				Cancelar	

Fig. 2.197

2.3.2.6. Atribuição dos coeficientes de encurvadura

O Gerador de Pórticos gera automaticamente os coeficientes de encurvadura (β) para as barras. No entanto, sempre que no CYPE 3D se insere uma nova barra e se intersecta esta com uma proveniente do Gerador de Pórticos, então os valores de coeficiente de encurvadura passarão a não ser válidos para barra intersectada. Isto porque, a barra é dividida em duas, obtendo-se os respetivos comprimentos para cada uma, assim o comprimento de encurvadura vai ser inferior ao inicial porque o comprimento da barra é inferior, consequentemente desajustado para as novas situações de apoio ou travamento.

Para barras novas, o programa coloca sempre por defeito o coeficiente de encurvadura de valor 1, em ambos os planos do perfil. Deve-se sempre alterar esse valor caso não seja o mais adequado.

É de salientar que no caso de encurvadura e bambeamento os eixos dizem sempre respeito aos eixos locais da barra.

Nos próximos passos será aprofundado este tema.

- Prima em Janela> 3D.
- Prima **Barra> Encurvadura**. Posicione o cursor sobre o terceiro pilar a contar do primeiro pórtico de topo, de acordo com a figura seguinte.



Fig. 2.198

Para a barra evidenciada, visualiza-se o valor de coeficiente de encurvadura de 0.25 no plano xy e 2.29 no plano xz. Relembra-se que estes valores foram gerados pelo **Gerador de Pórticos**, tendo em conta a opção "Encurvadura em pórticos de nós móveis" selecionada no momento da exportação para o CYPE 3D.

No entanto, este pilar foi intersectado pela barra de suporte da viga carril. Assim, os valores de coeficiente de encurvadura calculados para o pilar deverão ser alterados, para as duas secções.

Como podemos ver na figura, a primeira secção do pilar tem 7 metros de comprimento e a segunda 1 metro. Recorda-se que os coeficientes de encurvadura foram calculados para um pilar de 8 metros de altura. Logo, admitindo que a barra de suporte da viga carril não altera o comprimento de encurvadura (L_k) do pilar, serão retificados os coeficientes de encurvadura para o novo L de 7 metros.

 $L_k = \beta \times L$

sendo: L_k, comprimento de encurvadura β, coeficiente de encurvadura L, comprimento da barra

Para L=8.00 metros, plano xz:

L_k=2.29×8

Para L=7.00 metros, plano xz:

```
L_{k} = \beta \times L
18.32 = \beta \times 7
\beta = 2.617
```

Para L=8.00 metros, plano xy:

$$L_k = \beta \times L$$

 $L_k = 0.25 \times 8$

Para L=7.00 metros, plano xy:

 $L_{k} = \beta \times L$ $2 = \beta \times 7$ $\beta = 0.286$

• Prima com 🏷 nas barras evidenciadas na figura seguinte e prima 🏷 para confirmar a seleção.



Fig. 2.199

• Introduza os valores calculados anteriormente e prima Aceitar, de acordo com a figura seguinte.

Pa Encurvadura	×
Z Y	() ()
Atribuir comprimento de encurvadura (Plano xy)	
$ \begin{array}{c} \mathbf{\beta} = 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ $	
Coeficiente de encurvadura 0.286	
Atribuir comprimento de encurvadura (Plano xz)	
$\begin{array}{c} \textbf{\beta=0}\\ \textbf{1}\\ \textbf{1}\\ \textbf{1}\\ \textbf{1}\\ \textbf{1}\\ \textbf{1}\\ \textbf{1}\\ \textbf{1}\\ \textbf{2}\\ \textbf{1}\\ \textbf{2}\\ 2$	
Coeficiente de encurvadura 2.617	
Atribuir coeficiente de momentos (Plano xy)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	
✓ Atribuir coeficiente de momentos (Plano xz)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	
Acetar	

Fig. 2.200

• Selecione as barras descritas na figura seguinte e prima 🏷 para terminar a seleção.



Fig. 2.201

• Seguindo os mesmos pressupostos de cálculo do coeficiente de encurvadura descritos anteriormente, mas agora para L=1.00 metro, introduza os seguintes valores.

A Encurvadura	×
Z X Y	() ()
Atribuir comprimento de encurvadura (Plano xy)	
$\begin{array}{c c} p = 0 & p = 0.7 \\ \hline \end{array} \\ \hline $ \\ \hline \end{array} \\ \\ \\ \hline \\ \\ \hline \end{array} \\ \\ \\ \hline \end{array} \\ \\ \\ \hline \\ \\ \\ \hline \end{array} \\ \\ \\ \\	
Atribuir comprimento de encurvadura (Plano va)	
$\begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \\ \end{array}\end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} \begin{array}{c} \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} \begin{array}{c} \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \\ \end{array} $	
Atribuir coeficiente de momentos (Plano xv)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	
✓ Atribuir coeficiente de momentos (Plano xz)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	
Aceitar Cancelar	



• Selecione as barras descritas na figura seguinte e prima 🏷 para terminar a seleção.



Fig. 2.203

• Admite-se que a mezzanine não contribui no travamento dos pilares. Introduza os seguintes valores.

n Encurvadura	×
x y	() ()
Atribuir comprimento de encurvadura (Plano xy)	
$\begin{array}{c c} \textbf{B}=\textbf{0} & \textbf{B}=0.5 \\ \textbf{B}=0.7 & \textbf{B}=0.7 \\ \textbf{B}=0.7 & \textbf{B}=1.0 \\ \textbf{B}=0.7 & \textbf{B}=2.0 \\ \textbf{B}=0.7 & \textbf{B}=0.7 & \textbf{B}=2.0 \\ \textbf{B}=0.7 & \textbf{B}=2.0 \\ \textbf{B}=0.7 & \textbf{B}=2.0 \\ \textbf$	
Atribuir comprimento de encurvadura (Plano xz)	
$\begin{array}{c} \beta = 0 \\ \hline \end{array} \\ \hline \\ \\ \hline \end{array} \\ \hline \end{array} \\ \hline \end{array} \\ \hline \\ \\ \hline \end{array} \\ \hline \end{array} \\ \hline $ \\ \hline \end{array} \\ \hline \\ \hline \end{array} \\ \hline \\ \\ \hline \end{array} \\ \hline \\ \\ \hline \end{array} \\ \hline \end{array} \\ \hline \end{array} \\ \hline \\ \\ \hline \end{array} \\ \hline \\ \\ \hline \end{array} \\ \\ \hline \end{array} \\ \hline \\ \\ \hline \end{array} \\ \\ \hline \end{array} \\ \\ \hline \end{array} \\ \\ \hline \\ \\ \hline \end{array} \\ \\ \hline \\ \\ \hline \end{array} \\ \\ \\ \hline \end{array} \\ \\ \\ \hline \end{array} \\ \\ \hline \\ \\ \hline \end{array} \\ \\ \\ \hline \\ \\ \\ \hline \end{array} \\ \\ \\ \\	
Atribuir coeficiente de momentos (Plano xv)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	'
Atribuir coeficiente de momentos (Plano xz)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	
Aceitar	

Fig. 2.204

• Selecione as barras selecionadas na figura seguinte. Prima 🏷.



Para o cálculo do β no plano xy, admite-se o comprimento do maior pilar de topo (L=9.00 m) e a separação das madres laterais (s=2.00 m):

 $\beta = \frac{2}{9}$ $\beta = 0.222$

No plano xz, adota-se o valor de 1.

• Para o plano xy, prima em plano xz. Prima Aceitar.

M Encurvadura	X
Z Y	0
Atribuir comprimento de encurvadura (Plano xy)	
$\begin{array}{c c} \textbf{\beta=0} \\ \textbf{1} $	
Coeficiente de encurvadura 0.222	
Atribuir comprimento de encurvadura (Plano xz)	
$\begin{array}{c} \textbf{B=0}\\ \textbf{B=0}\\ \textbf{B=0}\\ \textbf{L}\\ \textbf{L}\\$	
Atribuir coeficiente de momentos (Plano xy)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	
Atribuir coeficiente de momentos (Plano xz)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	
Aceitar Cancelar	

Fig. 2.206

Selecione as barras selecionadas na figura seguinte. Prima ³



Fig. 2.207

• Insira os valores descritos na figura seguinte. Prima Aceitar.

Participation Encurvadura	×
Z Y	() ()
✓ Atribuir comprimento de encurvadura (Plano xy)	
$ \begin{array}{c} \textbf{P=0} \\ \blacksquare \end{array} \begin{array}{c} \textbf{P=0.5} \\ \blacksquare \end{array} \begin{array}{c} \textbf{P=0.7} \\ \blacksquare \end{array} \begin{array}{c} \textbf{P=1.0} \\ \blacksquare \end{array} \begin{array}{c} \textbf{P=2.0} \\ \blacksquare \end{array} \end{array}$	
Coeficiente de encurvadura 0.500	
✓ Atribuir comprimento de encurvadura (Plano xz)	
$\begin{array}{c} \textbf{\beta=0}\\ \blacksquare \end{array} \begin{array}{c} \textbf{\beta=0.5}\\ \blacksquare \end{array} \begin{array}{c} \textbf{\beta=0.7}\\ \blacksquare \end{array} \begin{array}{c} \textbf{\beta=1.0}\\ \textbf{\beta=1.0}\\ \blacksquare \end{array} \begin{array}{c} \textbf{\beta=2.0}\\ \blacksquare \end{array} \begin{array}{c} \textbf{\beta=?}\\ \blacksquare \end{array} \begin{array}{c} \textbf{L}_{x} = ?\\ \blacksquare \end{array} \begin{array}{c} \textbf{\beta=1.0}\\ \blacksquare \end{array}$	
Coeficiente de encurvadura 2.000	
Atribuir coeficiente de momentos (Plano xy)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	
✓ Atribuir coeficiente de momentos (Plano xz)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	
Aceitar Cancelar	



• Selecione as barras selecionadas na figura seguinte. Prima 🍋



Fig. 2.209

Neste caso considera-se que a laje irá travar a encurvadura dos perfis no plano xy.

Prima em para o plano xy. Prima Aceitar.

Pa Encurvadura	×
X Y	() ()
✓ Atribuir comprimento de encurvadura (Plano xy)	
$ \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \\ \end{array} \end{array} \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \begin{array}{c} \\ \end{array} \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ $	
Não considerar encurvadura	
Atribuir comprimento de encurvadura (Plano xz)	
$\begin{array}{c c} \mathbf{p}=0 & \mathbf{p}=0 \\ \mathbf{p}=0$	
✓ Atribuir coeficiente de momentos (Plano xy)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	
Atribuir coeficiente de momentos (Plano xz)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	
Aceitar Cancelar	

Fig. 2.210

- Prima Janela> 3D (parcial): Estrutura de suporte.
- Selecione as barras selecionadas na figura seguinte. Prima 🏷.



Fig. 2.211

Neste caso considera-se que a laje irá travar a encurvadura dos perfis no plano xy.

Prima em para o plano xy. Prima Aceitar.

🕅 Encurvadura	×
X) ()
Atribuir comprimento de encurvadura (Plano xy)	
$ \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \end{array} \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \end{array} \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array} \\ \begin{array}{c} \end{array} \end{array} \\ $	
Atribuir comprimento de encurvadura (Plano vz)	
$\begin{array}{c} \textbf{P}=0 \textbf{B}=05 \textbf{P}=07 \textbf{P}=10 \textbf{P}=20 \textbf{P}=7 \textbf{L}_{k}=7 \textbf{H}_{k}=7 \textbf{H}_$	
✓ Atribuir coeficiente de momentos (Plano xv)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	
✓ Atribuir coeficiente de momentos (Plano xz)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	
Aceitar Cancelar	

Fig. 2.212

• Selecione as barras selecionadas na figura seguinte. Prima 🏷.



As barras inferiores da treliça, apesar de seccionadas pelas outras barras da treliça, não se encontram travadas no pano xy. As vigas treliça têm um vão de 6.25 metros. Neste caso será corrigido o comprimento de encurvadura para as barras selecionadas, considerando-se um L_k de 6.25 metros.

• Prima em rima no plano xy e coloque um comprimento de 6.25 m. Prima Aceitar.

Pa Encurvadura	×
X Y	() ()
✓ Atribuir comprimento de encurvadura (Plano xy)	
$\begin{array}{c} \textbf{B=0} \\ \textbf{B=0.5} \\ \textbf{m} \\ m$	
Atribuir comprimento de encurvadura (Plano xz)	
$\begin{array}{c} \mathbf{B} = 0 \\ \mathbf{B} = $	
✓ Atribuir coeficiente de momentos (Plano xy)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	
✓ Atribuir coeficiente de momentos (Plano xz)	
Coeficiente de momento equivalente Cm 1.000	
Aceitar Cancelar	

Fig. 2.214

2.3.2.7. Cálculo da estrutura

Inicia-se o cálculo da nave industrial.

- Prima Cálculo> Calcular.
- Selecione a opção Não dimensionar perfis. Não se pretende que o programa dimensione os perfis mas que apenas verifique os dados introduzidos, nesse sentido mantém-se ativo a opção Verificar as barras. Por outro lado, em virtude de se pretender dimensionar mais tarde as ligações, ative a opção Considerar a dimensão finita dos nós. Prima Aceitar.



Fig. 2.215

 Surge um aviso indicando que existem barras que possuem valores por defeito em alguns parâmetros, prima Aceitar.



Fig. 2.216

• Terminado o cálculo, encerre a janela de Relatório final de cálculo.

No menu Cálculo, através dos comandos presentes nesse menu, pode consultar informações relativamente a deslocamentos, esforços por acção, envolventes de esforços e flechas.

- Prima em Cálculo> Verificar elementos.
- Surge um aviso indicando que existem barras que possuem valores por defeito em alguns parâmetros, prima Aceitar.



Fig. 2.217

 Posicione o cursor por cima de uma viga a vermelho, indicam-se os valores de Aproveitamento de resistência e Aproveitamento de flecha, no caso de se ter definido os limites.



Fig. 2.218

• Prima sobre uma viga da cobertura, como indica a figura anterior, surge uma janela onde se pode visualizar, quais os perfis que verificam ou não.

7		Verifica	ção 🗕 🗖		×
Perfil	Peso	Resistência	Erros	^	0
🗶 IPE 80, Simples com cartelas	9.95		Foi produzido um erro, pois a esbelte		
K IPE 100, Simples com cartelas	13.40		O esforço axial de compressão é exc		
🗶 IPE 120, Simples com cartelas	17.24		Foi produzido um erro, pois a esbelte		
🗶 IPE 140, Simples com cartelas	21.48		Foi produzido um erro, pois a esbelte		
🗶 IPE 160, Simples com cartelas	26.24	5465.66 %			
🗶 IPE 180, Simples com cartelas	31.30	1775.52 %			
🗶 IPE 200, Simples com cartelas	37.09	881.28 %			
🗶 IPE 220, Simples com cartelas	43.50	603.81 %			
🗶 IPE 240, Simples com cartelas	50.65	420.03 %			
💢 IPE 270, Simples com cartelas	59.77	290.10 %			
🗶 IPE 300, Simples com cartelas	70.36	204.61 %			
🗶 IPE 330, Simples com cartelas	81.66	167.09 %			
🗶 IPE 360, Simples com cartelas	95.03	124.49 %			
✓ IPE 400, Simples com cartelas	110.59	93.08 %			
✓ IPE 450, Simples com cartelas	130.38	69.18 %			
✓ IPE 500, Simples com cartelas	153.65	51.93 %			
✓ IPE 550, Simples com cartelas	178.47	39.85 %		¥	
Não foram definidos limites de flecha Seleccionou-se não realizar a verifica Significado dos ícones	eríficação.	sistência ao fog	0		
Aceitar			Cance	lar	

Neste caso, o perfil considerado para as vigas não cumpre a verificação da resistência. Procede-se com alteração do perfil para IPE 400.

• Prima 🕉 duas vezes sobre o perfil IPE 400 e prima Aceitar. É atribuído a todas as vigas do pórtico principal o perfil IPE 400, devido ao facto de estarem agrupadas.

2		Verifica	ção — 🗖		×
Perfil	Peso	Resistência	Еггоз	^	0
💢 IPE 80, Simples com cartelas	9.95		Foi produzido um erro, pois a esbelte		
💢 IPE 100, Simples com cartelas	13.40		O esforço axial de compressão é exc		
💢 IPE 120, Simples com cartelas	17.24		Foi produzido um erro, pois a esbelte		
💢 IPE 140, Simples com cartelas	21.48		Foi produzido um erro, pois a esbelte		
🗶 IPE 160, Simples com cartelas	26.24	5465.66 %			
🗶 IPE 180, Simples com cartelas	31.30	1775.52 %			
💢 IPE 200, Simples com cartelas	37.09	881.28 %			
💢 IPE 220, Simples com cartelas	43.50	603.81 %			
💢 IPE 240, Simples com cartelas	50.65	420.03 %			
💢 IPE 270, Simples com cartelas	59.77	290.10 %			
🗶 IPE 300, Simples com cartelas	70.36	204.61 %			
💢 IPE 330, Simples com cartelas	81.66	167.09 %			
👗 IPE 360, Simples com cartelas	95.03	124.49 %			
V IPE 400, Simples com cartelas	110.59	93.08 %			
✓ IPE 450, Simples com cartelas	130.38	69.18 %			
✓ IPE 500, Simples com cartelas	153.65	51.93 %			
V IPE 550, Simples com cartelas	178.47	39.85 %		¥	
Não foram definidos limites de flecha Seleccionou-se não realizar a verifica Significado dos ícones Perfil que não cumpre alguma v Perfil que cumpre todas as verifi	<mark>ção de res</mark> erificação. cações.	iistência ao fog	0		
Aceitar			Cance	lar	



Existem barras pertencentes à mezzanine que também não verificam.



Fig. 2.221

• Prima sobre a barra indicada na figura anterior, visualiza-se que o perfil IPE 300 cumpre a verificação da resistência, todavia o objetivo será selecionar o IPE 330.

Neste caso, não se vai utilizar o duplo clique sobre a linha **IPE 330** para a alteração da secção, porque como as barras da mezzanine não estão agrupadas seria mais moroso usar este processo barra a barra.

Por outro lado, para se manter alguma uniformidade nas secções a usar, e também por causa do cálculo das ligações, pretende-se alterar todas as vigas pertencentes à mezzanine, para IPE 330. Os pilares interiores da mezzanine e os pilares de topo do pavilhão pretende-se alter para o perfil HE 280A.

- Prima Cancelar.
- Prima Barra> Descrever.
- Selecione as barras de acordo com a figura seguinte. Prima 🏷 para validar a seleção.



- Selecione o perfil simples IPE 330. Prima Aceitar.
- Selecione os pilares interiores da mezanine e os pilares de topo do pavilhão.



Fig. 2.223

• Selecione a série de perfis HEA e o perfil HE 280A. Prima Aceitar.

Como foram alterados alguns perfis, será necessário voltar a calcular a obra.

- Prima Cálculo> Calcular.
- Mantenha selecionado a opção Não dimensionar perfis, Verificar as barras e Considerar a dimensão finita dos nós. Prima sempre em Aceitar.



Fig. 2.224

• Prima Cálculo> Verificar elementos.

Como se pode visualizar na figura seguinte todas as barras verificam.



Fig. 2.225

2.3.2.8. Cálculo das ligações

Procede-se ao cálculo das ligações aparafusadas e soldadas entre os perfis e perfis-sapata.

 Prima em Obra> Dados gerais> Ligações> Materiais e coloque o aço laminado como S275 (EN 1993-1-1).

Perfis			fy	Betão armado	
Aço laminado	S275 (EN 1	993-1-1)	~	Betão para pilares	C25/30 🗸
Aço enformado	S275		~	Betão para vigas de laje	C25/30 🗸
Madeira	Serrada, p	rocedente de c	on íferas ou	Betão para elementos de fundação	C25/30 🗸
Aumínio		EN AW-5083	- F	Aço de varões	S-400
Betão	C25/30		~	Características do agregado	Quartzito (15 mm), 30 mm
			👔 Materiais	×	
			Aço laminado	S275 (EN 1993-1-1) V	Desperdícios de aço
Acções			Aço de pernos	A-4t ~	
Com sismo di	nâmico		Betão:	C25/30 🗸	IS
	Registân	cia ao fogo			0.000 MPa
	Tetadaa limita	(combine cier	Aceitar	ta (o	d') 25.00 graus
-	Estados innite	e (combinações)	Combinações fundamentais	0.200 MPa
	Acções	adicionais		Combinações sísmicas e acidentais	0.300 MPa
	Fun	dação			
	Processo	construtivo			
Opções				Ambiente	
Pilare	es Fundação		dação	Vigas	XO
Vigas	as Ligações		cões		

Fig. 2.226

• Prima Aceitar.

Ainda na janela Ligações> Opções pode selecionar as normas, as classes dos parafusos, bem como os diâmetros a utilizar no cálculo, rigidificadores a utilizar e opções das placas de amarração.

 Na janela Ligações, prima em Opções, no separador Placa de amarração selecione a opção Chapa e porca simples em Amarração pernos-placa.

P Opções	×
Parafusos não pré-esforçados Parafusos pré-esforçados Rigidificadores Placa de amarração	0
Relação máxima consola-espessura 20.00	
Relação máxima largura-espessura 30.00	
Espessura máxima recomendável para placas 15.0 mm	
Espessura da argamassa de nivelação 2.00 cm	
Angulo em bisel para rigidificadores 45.00 Graus	
Relação máxima soma de lados-diâmetro de pernos 50.00	
Amarração pernos placa Chapa e porca simples v	
Fig. 2.227	

Prima sucessivamente em Aceitar, até surgir a área de trabalho do programa.

Relativamente às ligações entre perfis, antes de calcular uma ligação é necessária introduzi-la (Ligações > Nova), ou então indicar ao programa que gere automaticamente todas as ligações existentes na obra (Ligações > Gerar).

- Prima em Ligações > Gerar.
- Surge a questão se deseja agrupar as ligações, prima em Sim.
- Surge uma janela com a informação do número de ligações geradas. Prima em Aceitar.
- Prima em Cálculo> Ligações> Dimensionar.

• Selecione a opção Resolver todos os nós com ligações aparafusadas e ative a opção Utilizar parafusos pré-esforçados. Prima Aceitar.

a Dimensionar	ĸ
 Resolver todos os nós com ligações soldadas Resolver todos os nós com ligações aparafusadas Calcular todos os nós mantendo o método de ligação previamente definido Utilizar parafusos pré-esforçados 	
Módulos de ligações disponíveis	
✓ Ligações I: Naves com perfis em duplo T. Ligações soldadas	
✔ Ligações II: Naves com perfis em duplo T. Ligações aparafusadas	
✔ Ligações III: Pórticos de edificação com perfis em duplo T. Ligações soldadas	
✔ Ligações IV: Pórticos de edificação com perfis em duplo T. Ligações aparafusadas	
✔ Ligações V: Treliças planas com perfis tubulares	
✓ Módulo de placas de amarração	
✓ Módulo adquirido com a sua licença.	
Aceitar Cancelar	

Fig. 2.228

A partir do menu Ligações, o utilizador pode utilizar os comandos Apagar, Editar, Atribuir, Agrupar, Desagrupar, Bloquear, Desbloquear, Procurar e Rigidezes rotacionais para trabalhar com as ligações.

- Prima em Ligações> Editar, este comando permite consultar uma determinada ligação, editá-la e efetuar as verificações devido às alterações efetuadas.
- Prima por exemplo sobre o nó de ligação viga-viga pertencente ao pórtico principal do pavilhão.





Fig. 2.230

Nesta janela Ligação, com os ícones 🗹 Editar permitem efetuar modificações à ligação e posteriormente com o ícone 🖼 Verificação, visualiza se as alterações realizadas estão corretas.

Atenção que nesta obra devido ao elevado número de combinações, demora um certo tempo ao programa a verificar a ligação.

Com o ícone 🌃 Pormenorização permite visualizar o desenho da ligação em pormenor.

As ligações identificam-se como verdes quando dimensionadas e a vermelho quando impossíveis de dimensionar. As ligações não dimensionadas poderão depender de vários fatores como esforços excessivos, geometria das peças conectadas, etc.

Como existem ligações aparafusadas, é necessário rever os valores de rigidezes rotacionais calculadas pelo **CYPE 3D**, de forma a averiguar se é necessário atribuir as novas rigidezes rotacionais. Poderá consultar mais informação sobre este tema no manual Memória de Cálculo deste programa.

- Prima em Ligações> Rigidezes rotacionais.
- Selecione a opção Rever os valores de rigidez rotacional atribuídos. Prima Aceitar.





Como se pode visualizar na figura seguinte, as ligações aparafusadas não têm valores de rigidez rotacional definida.

Prima Sobre a linha a vermelho da ligação.



Fig. 2.232

Surge a janela **Rigidezes rotacionais**. Como se pode visualizar na figura seguinte, não está atribuído o valor de rigidez rotacional. Está apenas definido que o nó é encastrado, o que não é real no caso de ligações aparafusadas pois estas não conferem um encastramento perfeito ao nó.




- Prima Cancelar.
- Prima 🏷. Surge de imediato a janela **Opções**, relativamente às rigidezes rotacionais.
- Pretende-se atribuir todas as rigidezes rotacionais calculadas pelo programa. Selecione a opção Atribuir a todas as peças o valor proposto de rigidez rotacional e prima Aceitar.

7	Opções	×		
	r os valores de rigidez rotacional atribuídos	0		
Atribuir a todas as peças o valor proposto de rigidez rotacional				
Atribui, em todos os extremos das peças para os que se calculou uma ligação com rigidez rotacional, os valores propostos pelo programa e depois permite realizar a revisão das condições de encastramento em extremos de peça.				
Aceita	r]		



• Prima Aceitar na janela Informação, relativamente a ter de efetuar novo cálculo.

Todas as ligações ficam a verde à exceção das ligações que não foram calculadas.

Deve-se calcular a obra novamente.

• Prima Cálculo> Calcular. Selecione as opções da figura seguinte e prima Aceitar.



Fig. 2.235

Após o cálculo é necessário voltar a rever se todas as barras continuam a verificar.

• Prima Cálculo> Verificar elementos. Todas as barras verificam.

Procede-se novamente à verificação das rigidezes rotacionais.

- Prima Ligações > Rigidezes rotacionais.
- Selecione a opção Rever os valores de rigidez rotacional atribuídos. Prima Aceitar.

Como se pode visualizar na figura seguinte, existem alguns nós em que o novo valor da rigidez rotacional associado à nova ligação difere numa percentagem superior a 20% relativamente ao valor da rigidez rotacional atribuído antes do cálculo.

Assim, é necessário voltar a atribuir as rigidezes rotacionais propostas e voltar a calcular a obra, repetindo o processo anterior até não ser mais necessário atribuir as rigidezes rotacionais propostas pelo programa.





2.3.2.9. Fundação

• Prossegue-se com o cálculo da fundação, prima no separador **Fundação**, que se encontra no canto inferior esquerdo do ecrã.



Fig. 2.238

Através do menu Elementos de fundação> Novo pode introduzir sapata a sapata como também viga a viga, todos os elementos pertencentes à fundação.

No entanto, para este exemplo, utiliza-se o comando "Gerar sapatas e vigas" do menu Cálculo, por ser mais rápido a introdução.

- Prima Cálculo> Gerar sapatas e vigas.
- Prima Sim, para gerar as vigas lintéis.
- Prima Cálculo> Dimensionar e selecione as opções da figura seguinte. Prima Aceitar.



Fig. 2.239

Obtêm-se as seguintes fundações.



Fig. 2.240

A diferença das dimensões das sapatas dos dois primeiros e dois últimos pórticos, relativamente aos restantes, deve-se a levantamento. Como os pórticos centrais recebem a carga da ponte rolante, não sofrem os levantamentos devido ao vento que os pórticos com as sapatas maiores sofrem.

Após o cálculo, poderá premir sobre um dos elementos e consultar assim toda a informação relativa ao cálculo. Poderá também uniformizar as sapatas, com o comando **Elementos de fundação - Igualar**, podendo também aceder a outros tipos de comandos dentro desse mesmo menu.

No menu **Obra> Tabelas de armadura** pode definir os espaçamentos das armaduras e diâmetros que desejar utilizar no dimensionamento das sapatas, e alterar ou definir novos tipos de vigas de fundação.

• Prima em **Obra> Vista 3D**.



Fig. 2.241

2.4. Listagens e desenhos

As listagens são geradas através do ícone 🧐 ou através do menu Arquivo> Imprimir> Listagens da obra.

Listagens ×			
Numeração de capítulos			
Numeração de capítulos ✓ Todos os capítulos ✓ Índice ✓ Dados de obra ✓ Nomas consideradas ✓ Estados limite ✓ Situações de projecto ✓ Combinações ✓ Sismo ✓ Análise da estabilidade global ✓ Resistência ao fogo ✓ Estrutura ↔ Cargas ↔ Resultados ↔ Uigações ↔ ✓ Fundação			
Cancelar			

Fig. 2.242

El Listagens	- 🗆 🗙					
🔁 Vista preliminar 🛞 Configuração 兽 Imprimir 🙀 Procurar < >	Partilhar 🖺 Exportar 🕶					
	^					
Listagens						
Curso de iniciação ao Metal	Data: 31/07/14					
1. Normas consideradas						
Fundação: Eurocódigo 2						
Acos laminados e compostos: Eurocódigos 3 e 4						
Categorias de utilização						
E. Armazéns	E. Armazéns					
H. Coberturas						
1.2 Estados limite						
E.L.U. Betão em fundações EC E.L.U. Aço laminado Neve: Altitude inferior ou igual a 1000 m Tensões sobre o terreno						
Deslocamentos Acções características						
 1.2.1 Situações de projecto Para as distintas situações de projecto, as combinações de acções serão definidas de acordo com os seg	juintes critérios:					
	>					

Fig. 2.243

As listagens podem ser impressas diretamente para um periférico, ou exportadas para ficheiro (TXT, HTML, PDF, RTF e DOCX).

Os desenhos são gerados através do ícone ou através do menu Arquivo> Imprimir> Desenhos da obra.

• Na janela Selecção de desenhos, prima 🚹 para acrescentar um elemento à lista.

Existem vários tipos de desenhos, desde o desenho da estrutura principal à pormenorização das ligações.

Selecione as opções da figura seguinte e prima Aceitar.

者 Edição do desenho 🛛 🗙					
Tipo do desenho Estrutura 3D Estrutura 3D	ß	~	0		
Desenho de planta da funda Desenho de implantação da Desenho 2D Vista 31 [uações	ição fundaçã	io 2D			
3D		2D: Pórtico 1			
3D (parcial): Vista mezzanine		2D: Pórtico 13			
3D (parcial): Estrutura de suporte		2D: Planta Fundação			
	•	2D: Est. Suporte Vista 1			
Escala 1: 100					
Perfil: ○ Eixo 	erências	dos pilares			
Grelha					
✓ Tipo de perfil Refe	erências	de placas			
Comprimentos das barras	ntegração Recha limite máxima absoluta				
Referências dos nós					
 Referência das ligações aplicadas 		Flecha limite máxima relativa			
Placas de amarração 🔒		Flecha limite activa absoluta			
Envolventes Canetas e textos Recha limite activa relativa					
Visibilidade de layers	Encastramento em extremos				
Pomenores					
Aceitar Cancelar					



• Na janela Selecção de desenhos selecione DWG como Periférico. Prima Aceitar.

	🕅 Selecção de desenhos – 🗖				×		
	🗈 💋 🗈 🖻) † †					0
	Desenhar	Tipo do desenho	Com quadro	Periférico			
	✓	Estrutura 3D		DWG		~	
Acetar Legenda Gravar Confg. Layers Cancelar							

Fig. 2	2.245
--------	-------

• O programa gera os desenhos de cada planta. Para visualizá-los prima no ícone Pormenor de um desenho e prima sobre cada folha, ou então prima no ícone Pormenorizar todos os desenhos.





- Nesta fase, tem a possibilidade de mover textos, através do ícone desenho. Prima sobre um desenho, seguidamente prima sobre um texto, arraste-o para outro local, e prima de novo para o reposicionar.
- Com o ícone D Novo desenho introduz uma nova folha, consequentemente com o comando Mover desenho pode mover um desenho para dentro dessa nova folha.
- Para imprimir, pode imprimir todos os desenhos ou selecionar apenas aqueles que pretendem imprimir. Através do ícone Imprimir todos ou Imprimir seleccionados pode iniciar a impressão para ficheiro ou impressora, mediante a opção selecionada no tipo de periférico.

2.5. Cópias de segurança

Existem várias formas para se realizarem cópias de segurança das obras do CYPE 3D.

A opção Arquivo> Gestão arquivo>> Copiar permite fazer uma cópia da obra que se encontra aberta de momento. No entanto, após a cópia a obra aberta continua a ser a original.

A opção **Arquivo> Guardar como** permite fazer uma cópia da obra que se encontra aberta de momento. Após a cópia, a obra aberta é a cópia.

A opção **Arquivo> Gestão arquivos> Comprimir** permite comprimir a obra para um destino definido pelo utilizador através da opção 🗟. A obra será comprimida num ficheiro de terminação CYP. Posteriormente, caso necessite aceder à obra comprimida, deverá usar a opção **Arquivo> Gestão arquivos> Descomprimir**, selecionar a obra comprimida na diretoria de destino aquando da compressão e a mesma será descomprimida para a diretoria selecionada no menu árvore da janela **Gestão arquivos**.