



LABORATÓRIO NACIONAL  
DE ENGENHARIA CIVIL

DH 929

CI/SfB

171

(90.5)

In6

(Ajs)

CDU

691.175.742.22-462

ISSN

0870-2063

# DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO

Homologação de novos materiais e processos de construção

TUBOFURO – Tubos em PVC, S. A.  
Sede e fábrica:  
Estrada Nacional 109, Km 160,3  
2425-735 Ortigosa  
LEIRIA  
tel.: (+351) 24 461 60 73  
fax: (+351) 24 461 60 74  
e-e: geo@tubofuro.pt  
http://www.tubofuro.pt

## TUBOFURO GEOROSCADO® SISTEMA DE TUBAGEM PARA REVESTIMENTO DE FUROS PARA A CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

TUBOS DE PVC NÃO PLASTIFICADO  
UNPLASTICIZED PVC PIPES  
TUYAUX EN PVC NON PLASTIFIÉ

JULHO DE 2013

A situação de validade do DH pode ser verificada no portal do LNEC ([www.lnec.pt](http://www.lnec.pt)).

## HOMOLOGAÇÃO COM CERTIFICAÇÃO

### DECISÃO DE HOMOLOGAÇÃO

O presente Documento de Homologação define as características e estabelece as condições de execução e de utilização do sistema de tubagem para furos de captação de águas subterrâneas TUBOFURO GEOROSCADO®, produzido pela empresa TUBOFURO – Tubos em PVC, S.A.

Tratando-se de uma homologação com certificação, esta é concedida sob condição de que a empresa mantenha permanentemente um controlo interno da qualidade da produção e se submeta a um controlo externo periódico, previsto no quadro da presente homologação.

A utilização deste sistema fica ainda condicionada pelas disposições regulamentares aplicáveis.

Este Documento de Homologação é válido até 31 de julho de 2018, podendo ser renovado mediante solicitação atempada ao LNEC.

O LNEC reserva-se o direito de proceder à suspensão ou ao cancelamento deste Documento de Homologação caso ocorram situações que o justifiquem, nomeadamente alterações das condições de produção ou resultados insatisfatórios dos ensaios e verificações realizados, no âmbito da certificação, pelo LNEC ou por entidade reconhecida pelo LNEC como competente para o efeito e de acordo com os procedimentos adotados por este Laboratório Nacional.

Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em julho de 2013.

O CONSELHO DIRETIVO

Carlos Pina  
Presidente

## 1 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

### 1.1 Descrição geral

O sistema de tubagem de poli(cloreto de vinilo) Tubofuro Georoscado®, de cor azul, fabricado pela empresa TUBOFURO – Tubos em PVC, S. A., destina-se ao revestimento de furos para a captação de água subterrânea.

Os tubos do sistema Tubofuro Georoscado® podem ser lisos ou estriados. Os tubos do sistema Tubofuro Georoscado® estriados funcionam apenas como filtros, sendo a sua área de captação superior às dos tubos lisos. No entanto, os tubos do sistema Tubofuro Georoscado® lisos também podem funcionar como filtros, caso incluam rasgos que permitam a passagem da água do aquífero para o interior do tubo.

Os tubos do sistema de tubagem Tubofuro Georoscado® são roscados nas duas extremidades. A união entre tubos é assegurada mediante abocardos roscados, com anel de estanquidade.

Apresentam-se, na figura 1, os diversos tipos de tubo, incluindo roscas e variantes de uniões do sistema de tubagem Tubofuro Georoscado®.



Figura 1 – Uniões de tubo do sistema de tubagem Tubofuro Georoscado®:  
a) Liso – liso com rosca trapezoidal; b) Liso - liso com rosca trapezoidal topo a topo; c) estriado – estriado filtro; d) liso - estriado com rosca trapezoidal;  
e) liso com rosca trapezoidal - estriado filtro

Apresentam-se, na figura 2, os diversos tipos de roscas dos tubos do sistema de tubagem Tubofuro Georoscado® e na figura 3 outro tipo de peças acessórias, uma das quais usada também durante a instalação.

### 1.2 Constituição e características do sistema

#### 1.2.1 Matérias-primas constituintes do sistema de tubagem

O material constituinte do sistema de tubagem Tubofuro Georoscado® é o poli(cloreto de vinilo) não plastificado (PVC-U), contendo estabilizantes, lubrificantes e cargas.



Figura 2 – Roscas de tubo do sistema Tubofuro Georoscado®: a) macho liso; b) macho estriado filtro; c) fêmea liso; d) fêmea estriado

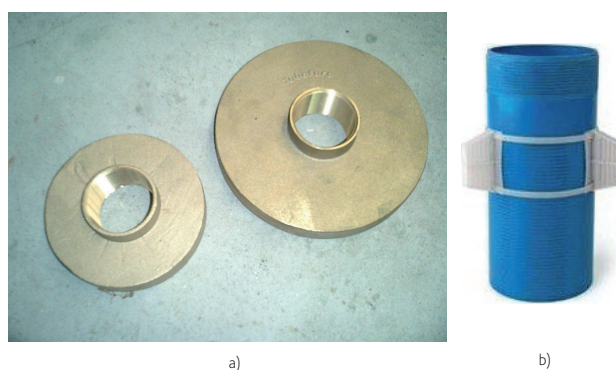


Figura 3 – Peças acessórias: a) tampas de furo; b) centrador

### 1.2.2 Componentes do sistema

#### 1.2.2.1 Gama dimensional (diâmetros e espessuras) dos tubos

A gama de diâmetros nominais dos tubos lisos do sistema Tubofuro Georoscado®, incluída na homologação, é 125, 140, 160, 180, 190, 200, 225, 250, 280, 315 e 330 mm, classificados em dois tipos: standard (na gama DN 125 a DN 330), PN 12,5, S 10, e reforçado (na gama DN 125 a DN 330), PN 16, S 8. Os tubos estriados do sistema Tubofuro Georoscado® apresentam diâmetros nominais de 140 e 200 mm, sendo também classificados em dois tipos: standard, PN 12,5, S 10, e reforçado com características definidas por norma de fábrica. Nos quadros 1 a 5 apresentam-se as características dimensionais dos tubos.

### 1.3 Principais características físicas, físico-químicas e mecânicas

As características do tubo e das uniões do sistema Tubofuro Georoscado® são objeto de controlo interno do fabricante (anexo 1) e foram confirmadas através dos ensaios dos tubos e das uniões realizados no LNEC (quadros 6, 7 e 8).

As amostras que foram objeto dos ensaios no LNEC foram recolhidas nos armazéns da TUBOFURO, durante as visitas e auditorias realizadas à fábrica da empresa por um técnico do LNEC.

### QUADRO 1

Caraterísticas dimensionais do tubo liso do sistema Tubofuro Georoscado® Standard (SDR 21)

Referência	Diâmetro exterior nominal DN	Diâmetro interior do tubo (mm)	Ovalização (mm)	Espessura da parede do tubo (mm)	Dimensão exterior da boca (mm)	Comprimento da boca (mm)
TGL 125 ST	125 ± 0,4	112,6 <sup>+0</sup> <sub>-1,8</sub>	0,6	6,2 <sup>+0,9</sup> <sub>-0</sub>	132,2 <sup>+1,8</sup> <sub>-0</sub>	65 ± 5
TGL 140 ST	140 ± 0,5	126,0 <sup>+0</sup> <sub>-2</sub>	0,7	7,0 <sup>+1,0</sup> <sub>-0</sub>	148,2 <sup>+2</sup> <sub>-0</sub>	75 ± 5
TGL 160 ST	160 ± 0,5	144,0 <sup>+0</sup> <sub>-2,2</sub>	0,9	8,0 <sup>+1,1</sup> <sub>-0</sub>	167,6 <sup>+2,2</sup> <sub>-0</sub>	90 ± 5
TGL 180 ST	180 ± 0,6	162,0 <sup>+0</sup> <sub>-2,4</sub>	1,2	9,0 <sup>+1,2</sup> <sub>-0</sub>	190,9 <sup>+2,4</sup> <sub>-0</sub>	90 ± 5
TGL 190 ST	190 ± 0,6	170,8 <sup>+0</sup> <sub>-2,4</sub>	1,2	9,6 <sup>+1,2</sup> <sub>-0</sub>	201,5 <sup>+2,4</sup> <sub>-0</sub>	90 ± 5
TGL 200 ST	200 ± 0,6	180,8 <sup>+0</sup> <sub>-2,4</sub>	1,3	9,6 <sup>+1,2</sup> <sub>-0</sub>	213,2 <sup>+2,4</sup> <sub>-0</sub>	100 ± 5
TGL 225 ST	225 ± 0,7	203,4 <sup>+0</sup> <sub>-2,6</sub>	1,6	10,8 <sup>+1,3</sup> <sub>-0</sub>	242,0 <sup>+2,6</sup> <sub>-0</sub>	100 ± 5
TGL 250 ST	250 ± 0,8	226,0 <sup>+0</sup> <sub>-3</sub>	1,9	12,0 <sup>+1,5</sup> <sub>-0</sub>	263,8 <sup>+3</sup> <sub>-0</sub>	100 ± 5
TGL 280 ST	280 ± 0,9	253,2 <sup>+0</sup> <sub>-3</sub>	2,2	13,4 <sup>+1,5</sup> <sub>-0</sub>	293,9 <sup>+3</sup> <sub>-0</sub>	100 ± 5
TGL 315 ST	315 ± 1,0	284,8 <sup>+0</sup> <sub>-3,6</sub>	2,6	15,1 <sup>+1,8</sup> <sub>-0</sub>	332,5 <sup>+3,6</sup> <sub>-0</sub>	110 ± 5
TGL 330 ST	330 ± 1,0	298,4 <sup>+0</sup> <sub>-4</sub>	2,7	15,8 <sup>+2,0</sup> <sub>-0</sub>	350,0 <sup>+4</sup> <sub>-0</sub>	110 ± 5

### QUADRO 2

Caraterísticas dimensionais do tubo liso do sistema Tubofuro Georoscado® Reforçado (SDR 17)

Referência	Diâmetro exterior nominal DN	Diâmetro interior do tubo (mm)	Ovalização	Espessura da parede do tubo (mm)	Dimensão exterior da boca (mm)	Comprimento da boca (mm)
TGL 125 RF	125 ± 0,4	110,2 <sup>+0</sup> <sub>-1,8</sub>	0,6	7,4 <sup>+0,9</sup> <sub>-0</sub>	134,0 <sup>+1,8</sup> <sub>-0</sub>	65 ± 5
TGL 140 RF	140 ± 0,5	123,4 <sup>+0</sup> <sub>-2</sub>	0,7	8,3 <sup>+1,0</sup> <sub>-0</sub>	149,4 <sup>+2</sup> <sub>-0</sub>	75 ± 5
TGL 160 RF	160 ± 0,5	141,0 <sup>+0</sup> <sub>-2,2</sub>	0,9	9,5 <sup>+1,1</sup> <sub>-0</sub>	171,0 <sup>+2,2</sup> <sub>-0</sub>	90 ± 5
TGL 180 RF	180 ± 0,6	158,6 <sup>+0</sup> <sub>-2,4</sub>	1,2	10,7 <sup>+1,2</sup> <sub>-0</sub>	194,0 <sup>+2,4</sup> <sub>-0</sub>	90 ± 5
TGL 190 RF	190 ± 0,6	167,4 <sup>+0</sup> <sub>-2,4</sub>	1,2	11,3 <sup>+1,2</sup> <sub>-0</sub>	205,0 <sup>+2,4</sup> <sub>-0</sub>	90 ± 5
TGL 200 RF	200 ± 0,6	176,2 <sup>+0</sup> <sub>-2,4</sub>	1,3	11,9 <sup>+1,2</sup> <sub>-0</sub>	216,0 <sup>+2,4</sup> <sub>-0</sub>	100 ± 5
TGL 225 RF	225 ± 0,7	198,2 <sup>+0</sup> <sub>-2,6</sub>	1,6	13,4 <sup>+1,3</sup> <sub>-0</sub>	244,6 <sup>+2,6</sup> <sub>-0</sub>	100 ± 5
TGL 250 RF	250 ± 0,8	220,4 <sup>+0</sup> <sub>-3</sub>	1,9	14,8 <sup>+1,5</sup> <sub>-0</sub>	269,6 <sup>+3</sup> <sub>-0</sub>	100 ± 5
TGL 280 RF	280 ± 0,9	246,8 <sup>+0</sup> <sub>-3</sub>	2,2	16,6 <sup>+1,5</sup> <sub>-0</sub>	299,5 <sup>+3</sup> <sub>-0</sub>	100 ± 5
TGL 315 RF	315 ± 1,0	277,6 <sup>+0</sup> <sub>-3,6</sub>	2,6	18,7 <sup>+1,8</sup> <sub>-0</sub>	337,6 <sup>+3,6</sup> <sub>-0</sub>	110 ± 5
TGL 330 RF	330 ± 1,0	290,8 <sup>+0</sup> <sub>-4</sub>	2,7	19,6 <sup>+2,0</sup> <sub>-0</sub>	356,0 <sup>+4</sup> <sub>-0</sub>	110 ± 5

## QUADRO 3

Caraterísticas dimensionais do tubo estriado do sistema Tubofuro Georoscado® Standard (SDR 21)

Referência	Diâmetro exterior nominal DN	Diâmetro interior do tubo (mm)	Ovalização (mm)	Espessura (mm)	Altura das estrias (mm)	Dimensão exterior da boca (mm)	Comprimento da boca (mm)
TGE 140 ST	140 ± 0,5	123,4 <sup>+0</sup> <sub>-2</sub>	0,7	7,0 <sup>+10</sup> <sub>-0</sub>	1,3 ± 0,1	148,2 <sup>+2</sup> <sub>-0</sub>	75 ± 5
TGL 200 ST	200 ± 0,6	178,2 <sup>+0</sup> <sub>-2,4</sub>	1,3	9,6 <sup>+12</sup> <sub>-0</sub>	1,3 ± 0,1	213,2 <sup>+2,4</sup> <sub>-0</sub>	100 ± 5

## QUADRO 4

Caraterísticas dimensionais do tubo estriado do sistema Tubofuro Georoscado® Reforçado (SDR 17)

Referência	Diâmetro exterior nominal DN	Diâmetro interior do tubo (mm)	Ovalização (mm)	Espessura (mm)	Altura das estrias (mm)	Dimensão exterior da boca (mm)	Comprimento da boca (mm)
TGE 140 ST	140 ± 0,5	120,8 <sup>+0</sup> <sub>-2</sub>	0,7	8,3 <sup>+10</sup> <sub>-0</sub>	1,3 ± 0,1	149,4 <sup>+2</sup> <sub>-0</sub>	75 ± 5
TGL 200 ST	200 ± 0,6	173,6 <sup>+0</sup> <sub>-2,4</sub>	1,3	11,9 <sup>+12</sup> <sub>-0</sub>	1,3 ± 0,1	216,0 <sup>+2,4</sup> <sub>-0</sub>	100 ± 5

## QUADRO 5

Caraterísticas dimensionais da rosca do tubo do sistema Tubofuro Georoscado®

Referência	Diâmetro exterior da rosca (mm)	Diâmetro interior da rosca (mm)	Comprimento da rosca (mm)	Número de filetes	Altura do filete (mm)	Passo (mm)
TGL 125	124,0 <sup>+0</sup> <sub>-0,5</sub>	121,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-0</sub>	60,0 ± 5	6	2,0 ± 0,2	3 ± 0,2
TGL 140	139,0 <sup>+0</sup> <sub>-0,5</sub>	135,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-0</sub>	75,0 ± 5	10	2,6 ± 0,2	3 ± 0,2
TGL 160	159,0 <sup>+0</sup> <sub>-0,5</sub>	155,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-0</sub>	75,0 ± 5	10	2,6 ± 0,2	3 ± 0,2
TGL 180	179,0 <sup>+0</sup> <sub>-0,5</sub>	175,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-0</sub>	75,0 ± 5	10	2,6 ± 0,2	3 ± 0,2
TGL 190	189,0 <sup>+0</sup> <sub>-0,5</sub>	185,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-0</sub>	75,0 ± 5	10	2,6 ± 0,2	3 ± 0,2
TGL 200	199,0 <sup>+0</sup> <sub>-0,5</sub>	195,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-0</sub>	85,0 ± 5	12	2,6 ± 0,2	3 ± 0,2
TGL 225	224,0 <sup>+0</sup> <sub>-0,5</sub>	220,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-0</sub>	85,0 ± 5	12	2,6 ± 0,2	3 ± 0,2
TGL 250	248,0 <sup>+0</sup> <sub>-0,5</sub>	240,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-0</sub>	90,0 ± 5	5	4,6 ± 0,2	6 ± 0,2
TGL 280	278,0 <sup>+0</sup> <sub>-0,5</sub>	270,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-0</sub>	90,0 ± 5	5	4,6 ± 0,2	6 ± 0,2
TGL 315	312,0 <sup>+0</sup> <sub>-0,5</sub>	304,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-0</sub>	95,0 ± 5	5	4,6 ± 0,2	6 ± 0,2
TGL 330	327,0 <sup>+0</sup> <sub>-0,5</sub>	319,0 <sup>+0,5</sup> <sub>-0</sub>	95,0 ± 5	5	4,6 ± 0,2	6 ± 0,2

## QUADRO 6

Caraterísticas físicas dos tubos do sistema de tubagem Tubofuro Georoscado®

Caraterística	Requisitos	Método de avaliação	Resultados
Estado das superfícies e do interior	Superfícies isentas de defeitos apreciáveis; inexistência de bolhas, fissuras, cavidades ou outras irregularidades no seio da sua massa	Avaliação visual e tátil das superfícies e de secções cortadas da parede do tubo	Conforme
Cor	Declarados pelo fabricante (superfícies interior e exterior de cor azul, RAL 5010, 5012, 5015 ou 5019)	Avaliação colorimétrica	Conforme
Dimensões	Quadros 1, 2, 3, 4 e 5	EN ISO 3126	Conforme
Temperatura de amolecimento Vicat	$\geq 79$ °C	EN 727	[84,8-87,8] °C
Contração longitudinal	$\leq 5$ % O tubo não deve apresentar delaminações, fissuras ou bolhas	EN ISO 2505	3,1 % a $(150 \pm 2)$ °C
Massa volúmica	$< 1,48$ g/cm <sup>3</sup>	EN ISO 1183	1,454 g/cm <sup>3</sup>

## QUADRO 7

Caraterísticas mecânicas dos tubos do sistema Tubofuro Georoscado®

Caraterística	Requisitos	Método de avaliação	Resultados
Resistência à tração	Tensão de cedência, $\sigma_c \geq 45$ MPa Alongamento até à rotura, $\epsilon_k > 80\%$	EN ISO 6259-1 ISO 6259-2	Standard: 45-51 MPa/104-146% Reforçado: 45-61 MPa/98-147%
Módulo de elasticidade em flexão	$\geq 3000$ MPa $((23 \pm 2)$ °C; 2 mm/min)	EN ISO 178	3078 MPa
Resistência ao impacto a $(0 \pm 1)$ °C	IC2	ASTM F 480 (ASTM D 2444 e D 256)	IC2-IC3 (29,3 kg.m-40,5 kg.m)
Rigidez circunferencial	$\geq 20$ kN/m <sup>2</sup> (standard) $\geq 30$ kN/m <sup>2</sup> (reforçado)	EN ISO 9969	Standard: [26, 48] kN/m <sup>2</sup> Reforçado: [34, 78] kN/m <sup>2</sup>
Compressão diametral	30 % de $d_{em}$ Sem diminuição da força medida; sem fissuras; sem qualquer tipo de rotura; sem deformações permanentes, incluindo depressões e crateras	EN 13968	Conforme Standard: [15, 26] kN/m <sup>2</sup> Reforçado: [26, 41] kN/m <sup>2</sup>
Resistência ao punçoamento	Deflexão até 30% sem rotura Rigidez (standard) $> 90$ kPa Rigidez (reforçado) $> 150$ kPa	ASTM F 480 (ASTM D 2444 e D 2412)	Standard: [104, 155] kPa Reforçado: [170, 246] kPa
Fator de fluência em compressão diametral	$\leq 2,5$ , com extrapolação a 2 anos	EN ISO 9967	1,3

## QUADRO 8

Caraterísticas de desempenho das uniões do sistema de tubagem Tubofuro Georoscado®

Caraterística	Requisitos	Método de avaliação	Resultados
Estanquidade à água e ao ar	Sem fuga durante 15 min	EN 1277, condição B	Conforme
Resistência hidrostática	Sem fuga durante 1 h, a $(20 \pm 1)$ °C	EN 1053, mas com P = 1,7 bar	Conforme
Resistência à tração	Variável em função do tipo de tubo e respetivo diâmetro: Standard: mín. 2000 kgf Reforçado: mín. 2500 kgf	Especificação Tubofuro	Standard: [2400, 14500] kgf Reforçado: [3000, 19500] kgf

### 1.3.1 Tubos

As características verificadas nos tubos do sistema Tubofuro Georoscado® são as indicadas nos quadros 6 e 7.

### 1.3.2 Uniãoões

A união de tubos do sistema Tubofuro Georoscado® faz-se por meio de uniões roscadas (macho e fêmea). As roscas contêm sempre um anel de estanquidade.

As características verificadas nas uniões dos tubos do sistema de tubagem Tubofuro Georoscado® são as indicadas no quadro 8. É importante assegurar a estanquidade das uniões roscadas de tubos do sistema, para evitar contaminação da água do furo devido a infiltrações e para evitar perdas de água no sentido inverso, sendo esta uma das características que distingue este sistema de outros frequentemente utilizados em furos, usando tubagem não específica desta aplicação.

### 1.3.3 Outras características importantes na utilização

#### 1.3.3.1 Permeabilidade dos filtros

A capacidade de produção de um furo é, em geral, o resultado da permeabilidade e rendimento do aquífero, da permeabilidade do maciço filtrante, da permeabilidade dos filtros e da velocidade de entrada da água nos filtros.

A determinação das dimensões do filtro adequado é calculada assumindo uma velocidade média de entrada de água de 3,0 cm/s.

A passagem de água a esta velocidade, o que pressupõe que o rendimento do aquífero é suficientemente elevado, evita a formação de incrustações e, assim, possíveis reduções da vida útil do furo.

A permeabilidade dos filtros do sistema de tubagem Tubofuro Georoscado® considera-se satisfatória para a aplicação a que se destinam.

#### 1.3.3.2 Resistência à corrosão interna e externa

A resistência química dos tubos de PVC é elevada. O PVC é praticamente inerte perante a agressividade dos materiais que normalmente percorrem as canalizações de edifícios urbanos e dos solos e de outros agentes externos.

A fim de garantir suficiente resistência à oxidação pelo ar e pela água e à ação da radiação solar, o PVC constituinte dos tubos é adicionado de estabilizantes e pigmentos.

O material não é atacado pela maioria dos produtos químicos industriais a temperaturas inferiores a 60°C. Entre os produtos perante os quais oferece menor resistência citam-se alguns solventes orgânicos, os lixiviados, salmouras, sais, os ácidos sulfúrico e nítrico muito concentrados e o iodo. Os tubos de PVC são também resistentes à ação dos agentes microbiológicos que possam estar presentes em águas subterrâneas. Os tratamentos repetidos, efetuados no fim da instalação e ao longo do tempo, com regenerantes (para desentupimento, de dentro para fora) e desinfetantes também não produzem qualquer tipo de alteração aos tubos de PVC.

Os tubos de PVC podem por isso ser utilizados na indústria, no transporte de muitos líquidos, gases e pastas, não havendo portanto qualquer restrição associada à sua corrosão quando utilizados para a captação de águas subterrâneas.

#### 1.3.3.3 Potabilidade

A potabilidade do sistema de tubagem foi confirmada mediante resultados conformes obtidos em ensaios de migração para

avaliação da compatibilidade de tubos de plástico utilizados para condução e transporte de água para consumo humano, realizados pela Associação para a Inovação Tecnológica e Qualidade – AEMITEQ (relatório com a referência da amostra EM 2013003, de 20 de junho de 2013, relativo a tubos de PVC-U da empresa TUBOFURO, fabricados com a resina de poli(cloreto de vinilo) S1000S e contendo os aditivos habitualmente usados no processo de extrusão. Fazem também parte deste relatório, os boletins de análise relativos aos ensaios de cheiro, sabor, cor, turvação e carbono orgânico total).

## 2 CAMPO DE APLICAÇÃO

O sistema Tubofuro Georoscado® é aplicado no revestimento de furos usados para a captação de água.

O dimensionamento do sistema deve ter em atenção as características dos tubos e a profundidade de aplicação.

No gráfico da figura 4, indica-se a profundidade máxima de aplicação da tubagem do sistema Tubofuro Georoscado® com base na relação profundidade/nível de água.

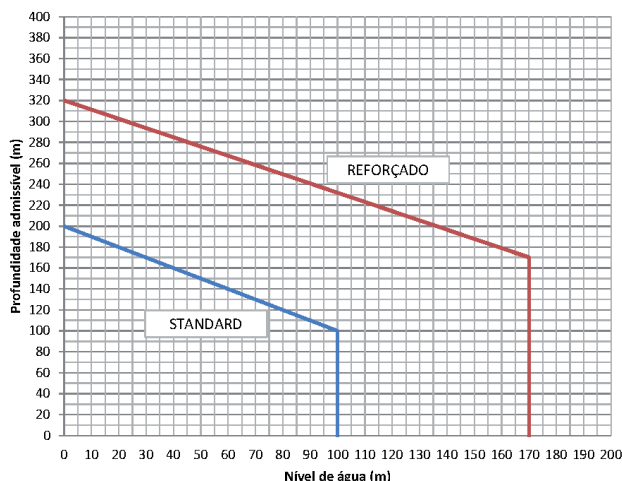


Figura 4 – Gráfico da profundidade máxima de aplicação da tubagem do sistema Tubofuro Georoscado® com base na relação profundidade/nível de água

## 3 FABRICO E CONTROLO DA QUALIDADE

### 3.1 Instalações de fabrico

As instalações de fabrico da empresa TUBOFURO localizam-se na Ortigosa, concelho de Leiria.

### 3.2 Processo de fabrico

O processo de fabrico de tubos em PVC é realizado por extrusão. As condições de fabrico foram analisadas pelo LNEC durante a auditoria de concessão deste DH e consideraram-se adequadas.

### 3.3 Equipamento de fabrico

A empresa TUBOFURO possui três linhas de produção de tubo em PVC, cada uma das quais é constituída por uma extrusora, uma tina de vácuo e refrigeração, um sistema de puxo, uma serra de corte, uma abocardadora, duas roscadoras e uma máquina rasgadora.



### 3.4 Controlo da qualidade em diferentes estados do processo de fabrico

O controlo da qualidade realizado pela empresa TUBOFURO é efetuado em diferentes fases do processo de fabrico, nomeadamente na receção de matérias-primas, durante a fase de produção e aos produtos acabados.

No anexo 1 descreve-se este controlo com mais detalhe.

### 3.5 Armazenagem

A descrição da armazenagem realizada pela empresa TUBOFURO apresenta-se no anexo 2.

## 4 APRESENTAÇÃO COMERCIAL DO PRODUTO

### 4.1 Generalidades

Os tubos do sistema Tubofuro Georoscado® são comercializados em varas com comprimento mínimo de 1 metro e máximo de 6 metros, salvo se de outro modo for estabelecido no contrato de fornecimento. Os tubos são fornecidos em paletes, com as quantidades indicadas no quadro A2.1 do anexo 2.

### 4.2 Embalagem

Os tubos são embalados em paletes, conforme descrito no anexo 2.

### 4.3 Marcação

#### 4.3.1 Tubos

Os tubos são identificados através da marcação longitudinal dos mesmos, no mínimo a cada metro, de forma indelével com as seguintes indicações mínimas:

- Identificação do fabricante, Tubofuro
- Tipo de material, sigla PVC-U
- Marca comercial, Georoscado®
- Identificação da série a que pertence, Standard (ou ST) ou Reforçado (ou RF)
- Características dimensionais (diâmetro DN, espessura  $e_n$  e série SDR, de acordo com os quadros 1, 2, 3 ou 4)
- Classe de resistência ao impacto (IC2 ou IC3)
- Hora e data de fabrico ou uma sigla que a identifique
- Número do lote
- Sigla LNEC DH 929

#### 4.3.2 Acessórios

Os acessórios são identificados através da marcação dos mesmos, de forma indelével, com as seguintes indicações:

- Nome do fabricante e/ou marca comercial
- Diâmetro nominal e espessura da parede
- Espessura(s) nominal(ais) do(s) tubo(s) correspondente(s)
- Identificação do material
- Outra informação do fabricante (eventual)

## 5 APLICAÇÃO EM OBRA

### 5.1 Recomendações de carácter geral

Os tubos do sistema Tubofuro Georoscado®, destinados à construção e revestimento de furos tubulares para captação

de água subterrânea, devem ser aplicados por instaladores credenciados pela empresa TUBOFURO e conforme os procedimentos de perfuração e instalação recomendados, devendo ser respeitados os parâmetros hidráulicos da formação explorada (geologia do terreno e profundidade dos aquíferos) e os detalhes construtivos, tais como o diâmetro dos tubos, o diâmetro de perfuração, a profundidade de aplicação e o posicionamento dos filtros e materiais de revestimento.

Os furos tubulares são compostos por tampa fêmea, filtros, revestimentos e tampa macho, dispostos de maneira que venha a atender às exigências do projeto do furo em questão. A roscagem dos tubos deve ser executada manualmente, com o auxílio de uma chave de correia ou de corrente.

A descida dos tubos para o interior do furo deve ser executada por gravidade, sem forçar a descida utilizando a força motriz do equipamento de perfuração.

A coluna de revestimento, incluindo filtros, deve permanecer suspensa, presa pela abraçadeira (figura 5) apoiada na mesa da máquina de perfuração, durante toda a construção e operação do furo. A abraçadeira deve ser selecionada de acordo com o diâmetro do tubo.

Quando se retira a abraçadeira para enroscar um tubo no outro, a coluna deve ser ligada ao elevador (figuras A3.1 d) e e)), acoplada na sua rosca fêmea e suspensa através do guincho do equipamento de perfuração.

Se para a construção do furo este necessitar do uso de fluido de perfuração (à base de bentonite), deverá ser mantida a coluna cheia do mesmo fluido, evitando assim esforços que possam vir a comprometer a integridade e o bom desempenho dos tubos de revestimento e dos filtros utilizados.

Deve ser previsto o uso de centralizadores (a cada 20 metros), a fim de se garantir a verticalidade da coluna e o seu espaçamento entre as paredes da formação perfurada.

Durante o transporte e manuseamento dos tubos, devem respeitar-se as indicações apresentadas em 5.2.

### 5.2 Transporte e manuseamento

No transporte e manuseamento dos tubos devem ser cumpridos os seguintes requisitos:

- Não colocar os tubos sobre superfícies irregulares;
- Nas camadas sobrepostas só as zonas lisas dos tubos devem estar em contacto;
- Por cada camada, as bocas dos tubos devem estar em sentidos opostos;
- O material não deve ser sujeito a choques violentos nem a esforços que o possam deformar permanentemente;
- Durante o transporte e manuseamento, devem evitar-se contactos com arestas vivas de corpos duros (metais, tijolos, pedras, etc.) e outras operações que possam danificar os tubos, especialmente se a temperatura ambiente estiver muito baixa;
- O compartimento de carga dos veículos deve ser um plano horizontal, livre de pregos, correntes e outros elementos que possam danificar os tubos. Os tubos acondicionam-se sobre o veículo sem utilizar cabos metálicos ou correntes. Recomenda-se utilizar cintas ou cordas para manipular os tubos. Para que não se produzam deformações durante o transporte não se devem colocar outras cargas por cima dos tubos;
- Não devem ser usadas correntes metálicas para carga e descarga de tubos. Os tubos devem ser movimentados,

após elevação por intermédio de um empilhador, ligando-se o tubo à pá por intermédio de cabos ou cintas de nylon;

- Não devem arrastar-se os tubos e os acessórios ou largá-los sobre o terreno, durante o transporte de um local para outro;
- Os tubos e os acessórios devem ser inspecionados no momento da entrega a fim de se assegurar que a marcação está em conformidade com os requisitos de aplicação pretendida.

### 5.3 Regras de montagem e de instalação

Para que o sistema Tubofuro Georoscado® funcione adequadamente é necessário garantir o cumprimento das seguintes instruções de montagem e instalação e utilizar as ferramentas originais propostas pela empresa TUBOFURO:

- 1 Inspeccionar visualmente as extremidades do tubo e verificar se as roscas não se encontram danificadas ou sujas, pois não se devem utilizar tubos com danos visíveis nas roscas.
- 2 Enroscar a tampa de fundo fêmea na ponta macho do tubo.
- 3 Enroscar um elevador na ponta fêmea do tubo.
- 4 Com a ajuda de um guincho, prender um cabo de aço ao elevador e içar o tubo.
- 5 Descer o tubo pelo furo, tendo em atenção que, na base do furo, tem de se ter uma abraçadeira adequada para a dimensão nominal do tubo, de forma a segurar a coluna (figura 5).
- 6 Após se ter prendido o tubo com a abraçadeira, desprender o cabo de aço e retirar o elevador.
- 7 Enroscar o elevador noutro tubo e prender o cabo de aço.
- 8 Içar o tubo e enroscar na coluna do furo, tendo em atenção que ao enroscar não se pode danificar o anel de estanquidade que faz a vedação da coluna, na zona da rosca.
- 9 Após se ter enroscado o tubo, desprender a abraçadeira e descer a coluna.
- 10 Voltar a colocar a abraçadeira no tubo que acabou de se enroscar e repetir os passos anteriores até finalizar a instalação (figuras 6 e 7).

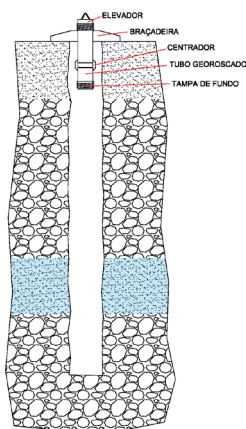


Figura 5 – Representação esquemática da instalação do tubo do sistema de tubagem Tubofuro Georoscado®, para o revestimento de furos tubulares de captação de água: fase inicial

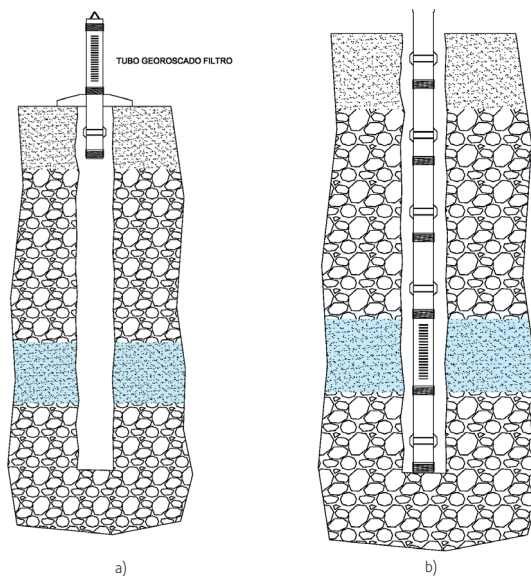


Figura 6: Representação esquemática da instalação do sistema Tubofuro Georoscado®, para o revestimento de furos tubulares de captação de água:  
a) fase de colocação do filtro que permite a passagem da água do aquífero;  
b) aspeto final da coluna de tubagem no fim da instalação

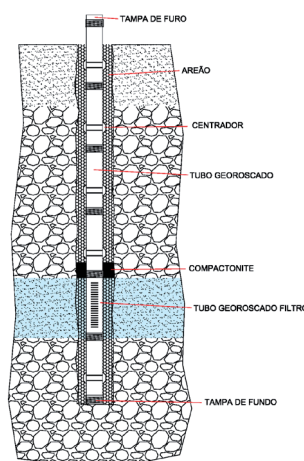


Figura 7: Representação esquemática do furo, após instalação da tubagem de revestimento Georoscado® e enchimento do espaço em torno da coluna com areia

## 6 REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO

### 6.1 Limpeza

A limpeza e o desentupimento da tubagem devem ser feitos por empresas e entidades credenciadas, sob pena de contaminação do aquífero. Para o efeito sugere-se a consulta do anexo D – “Recomendações para a limpeza de tubos de plástico” da norma NP EN 13476-1, dando-se preferência a métodos usando elevados volumes de água e baixa pressão. No caso de utilização de métodos de limpeza recorrendo a baixo volume de água e a alta pressão, não se devem usar pressões de jato de água superiores a 120 bar. Outros métodos alternativos são indicados no referido anexo. Porém, sugere-se que a limpeza dos tubos do sistema Tubofuro Georoscado® seja efetuada de cima para baixo com pressões moderadas (com fluido em contra-corrente), mantendo a pressão do compressor sob controlo, e preservando e respeitando os limites de rebaixamento constantes no gráfico da figura 4.



## 6.2 Reparação ou renovação

Apenas em casos muito particulares é possível corrigir problemas após a conclusão da obra.

Os tubos de PVC-U apresentam uma durabilidade adequada às aplicações e não deverão exigir manutenção corretiva, desde que tenham sido objeto de uma instalação correta.

A grande maioria das avarias que podem ocorrer durante a construção e operação dos furos tubulares deve-se a defeitos e a anomalias construtivas dos próprios furos e a outras causas, designadamente erros do operador da máquina de perfuração, seleção inadequada da classe do tubo para a profundidade de instalação ou para as características geológicas do terreno e inadequação do tubo filtro ao local de instalação. Nestas situações, o furo pode ficar inutilizado, mesmo que revestido com qualquer outro tipo de material, como por exemplo aço, deixando de ser possível efetuar qualquer reparação ou renovação.

## 7 COMERCIALIZAÇÃO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA

### 7.1 Comercialização

A empresa produtora comercializa os produtos através de venda direta ao revendedor e ao instalador.

### 7.2 Assistência técnica

A empresa TUBOFURO está em condições de prestar assistência técnica em obra ou em fase de projeto, sempre que para tal for solicitada. A assistência técnica inclui a apresentação de soluções técnicas adequadas para cada caso específico.

## 8 ANÁLISE EXPERIMENTAL

### 8.1 Condições dos ensaios

Na inexistência de normalização nacional, o LNEC estabeleceu um critério de apreciação com base na documentação internacional, nomeadamente europeia e americana, assim como pelo conhecimento resultante da vasta experiência do LNEC em homologação de tubagem de material plástico.

A apreciação do sistema seguido pelo fabricante para controlo da qualidade do produto final recaiu sobre os seguintes aspetos: controlo das matérias-primas, ensaios realizados sobre os tubos e os acessórios, estado de calibração dos equipamentos usados na realização dos ensaios e rastreabilidade.

A recolha dos tubos e seus componentes necessários para a realização dos ensaios e determinações no LNEC foi efetuada por técnicos do LNEC nas instalações de fabrico da empresa produtora. Os ensaios realizados na fábrica por técnicos da empresa TUBOFURO foram sujeitos a auditoria e qualificação por técnicos qualificados do LNEC.

A análise experimental realizada pelo LNEC consistiu na realização de ensaios de identificação e de caracterização descritos em 1.3.1 e 1.3.2 (quadros 6, 7 e 8). A caracterização dimensional do sistema de tubagem inclui os seguintes parâmetros:

- i. Tubos lisos e estriados: diâmetro exterior, comprimento, espessura de parede e ovalização.
- ii. Uniãos roscadas de tubos lisos ou estriados: diâmetros externo e interno da rosca, comprimento da rosca, número de filetes, altura do filete e passo; diâmetro interno, comprimento e ovalização do abocardo.
- iii. Filtros (tubos lisos e estriados): número e dimensões dos rasgos; espaçamento entre os rasgos.

As outras características avaliadas no LNEC foram as seguintes:

- i. Tubos: aspeto, marcação, temperatura de amolecimento Vicat, deformação longitudinal a quente, massa volúmica, resistência hidrostática, resistência à tração, rigidez circunferencial, deformação diametral, determinação do módulo de elasticidade em flexão e do fator de fluência em compressão.
- ii. Uniãos: estanquidade à pressão interior das uniões a curto prazo (20°C/1 h e 1,7 bar); estanquidade à água, sob pressão positiva (0,5 bar, 15 min) com compressão diametral de 5% na zona de embocadura e de 10% na zona do tubo; estanquidade sob vácuo parcial (-0,3 bar, 15 min), com compressão diametral de 5% na zona de embocadura e de 10% na zona do tubo.

As características avaliadas na TUBOFURO, mediante a realização de ensaios por técnicos da empresa, usando equipamentos e metodologias conformes e qualificadas, foram as seguintes:

- i. Tubos: aspeto, marcação, deformação longitudinal a quente, resistência à tração, resistência ao choque a 0°C, resistência ao punção, rigidez circunferencial e deformação diametral.
- ii. Uniãos: resistência à tração, estanquidade à entrada de água do exterior sob pressão.

### 8.2 Resultados dos ensaios

Os resultados dos ensaios efetuados foram globalmente satisfatórios.

Os resultados dos ensaios referidos em 8.1 foram satisfatórios, conforme resultados indicados nos quadros 4 a 6, tendo-se verificado que o sistema cumpre também os requisitos dimensionais indicados em 1.2.2.1 (quadros 1 a 5).

O fabricante apresentou o certificado de potabilidade emitido por laboratório acreditado (com a referência da amostra EM 2013003, datada de 20 de junho de 2013), comprovativo da inexistência de efeitos nocivos na qualidade da água, designadamente cor, cheiro, sabor, turvação, carbono orgânico total e pesquisa de parâmetros com origem na migração, determinados de acordo com a norma EN 12873, abrangendo os parâmetros definidos no Decreto-Lei nº 306/2007, de 27 de agosto, relativo à qualidade da água em contacto com a tubagem Tubofuro Georoscado®.

Assim, com base na documentação internacional existente, assim como pelo conhecimento resultante da vasta experiência do LNEC em homologação de tubagem de material plástico, o LNEC efetuou uma apreciação positiva do sistema de tubagem de plástico utilizado para o revestimento de furos de extração de água em profundidade, da marca Tubofuro Georoscado®.

## 9 CONCLUSÕES DAS VISITAS A OBRAS EM CURSO E INSTALAÇÕES ANTERIORES

Foram realizadas visitas a obras com furos em construção e a furos em uso, com idades até cerca de 20 anos, que permitiram verificar o bom desempenho e durabilidade do sistema de tubagem Tubofuro Georoscado®.

Foi possível comprovar a aptidão do sistema no seu campo de aplicação.

## 10 CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO

### 10.1 Higiene e segurança

A produção, a instalação e o manuseamento da tubagem devem ser efetuados utilizando equipamento individual de proteção

adequada, nomeadamente luvas e fatos de trabalho. Durante a produção é obrigatória a utilização de sistema auricular de proteção.

Deve ainda evitar-se a utilização de equipamento ou materiais com arestas cortantes ou pontiagudas durante o transporte, manuseamento e instalação.

As operações de limpeza da tubagem devem ser feitas por empresas e entidades credenciadas, cumprindo a legislação nacional e comunitária, de modo a assegurar a não contaminação do aquífero e a cumprir os requisitos ambientais e de segurança do pessoal.

## 10.2 Constância de qualidade

A entidade produtora deve garantir condições de fabrico que assegurem a constância das características de qualidade dos tubos, definidas no presente Documento de Homologação, devendo as instalações de fabrico dos produtos ser dirigidas por técnico de engenharia, devidamente habilitado e responsável pela qualidade do material produzido.

A constância da qualidade deve ser assegurada pelo controlo interno contínuo do fabricante, confirmado pelas auditorias periódicas de acompanhamento da homologação (1 vez por ano) e pelos ensaios de confirmação realizados em tubos colhidos em fábrica ou em obra (2 vezes por ano).

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil reserva-se o direito de suspender o presente Documento de Homologação se constatar por esse controlo externo que as condições de fabrico não asseguram a indispensável constância da qualidade ou que a empresa não efetua o controlo interno nos moldes aprovados pelo LNEC.

## 10.3 Durabilidade

A entidade produtora deve garantir condições de fabrico que assegurem uma adequada durabilidade dos produtos fabricados.

Não se conhece a durabilidade real do sistema, havendo no entanto sistemas em funcionamento há mais de 20 anos (ver ponto 11).

É normal estabelecer um período de serviço de 50 anos para sistemas de tubagem termoplástica em aplicações para condução e canalização de água, sem perigo de rotura, pelo que no caso da tubagem para extração de água em profundidade se pode

estabelecer um critério semelhante desde que a profundidade máxima de aplicação do sistema Tubofuro Georoscado®, com base na relação profundidade/nível de água indicada na figura 5, seja respeitada.

## 10.4 Ensaios de receção

Os produtos que beneficiam de um Documento de Homologação com certificação podem em regra ser dispensados da realização de ensaios de receção em obra.

Estes só se justificam a título excecional em caso de dúvida sobre a identidade do sistema fornecido relativamente ao que foi objeto do Documento de Homologação, cabendo às fiscalizações decidir da necessidade da sua execução.

Em tal caso, os ensaios deverão ser efetuados de acordo com o esquema de ensaios preconizado neste documento de homologação e devem permitir verificar que as características do sistema de tubagem cumprem os requisitos aqui especificados (quadros 6 a 8).

## 11 REFERÊNCIAS

A empresa TUBOFURO produz e comercializa o sistema de tubagem Tubofuro Georoscado® há cerca de 25 anos.

Segundo dados fornecidos pela empresa, indicam-se seguidamente algumas das obras mais significativas já executadas com o sistema de tubagem Tubofuro Georoscado®:

- Adra – Águas da Região de Aveiro, S.A. (Oliveira do Bairro)
- Águas do Ribatejo, EIM (Chamusca)
- Câmara Municipal de Setúbal (Setúbal)
- CALCOB – Coop. Agric. Lavradores Conc. Oliveira Bairro, C.R.L (Oliveira do Bairro)
- CALI – Consórcio Alimentar, Lda. (Chamusca)
- AGROTAVIRA – Sociedade Agrícola, Lda. (Tavira)
- Fruitsrouges, Lda. (Alcanena)
- Novavagos – Construções, Lda. (Aveiro)
- Savibel Sociedade Avícola, S.A. (Viseu)
- Município de Ponte de Sor (Ponte de Sor)
- Município de Oliveira de Frades (Oliveira de Frades)
- Município de Oliveira do Bairro (Oliveira do Bairro)

## ANEXO I

### Descrição do controlo da qualidade realizado pelo fabricante

A verificação do controlo interno da produção é assegurada mediante auditoria ao laboratório de controlo de qualidade da fábrica, que se realiza uma vez por ano, e pela verificação das características indicadas em 1.3, mediante ensaios efetuados a amostras colhidas em fábrica ou em obra, duas vezes por ano.

O controlo interno realizado pelo fabricante incide sobre as matérias-primas, a fase de fabrico e os produtos acabados.

#### A1.1 Matérias-primas

As matérias-primas rececionadas devem apresentar os certificados de controlo de qualidade do fornecedor, sendo verificadas as condições em que se encontra o produto fornecido e se cumpre os requisitos estabelecidos. A receção é apenas avaliada com base nos certificados de qualidade das matérias-primas fornecidas.

#### A1.2 Fase de fabrico

Durante a produção são controladas as condições de temperatura da extrusora e do sistema de arrefecimento, a pressão, o caudal de alimentação e a velocidade de puxo do sistema de extrusão. As dimensões dos produtos fabricados são controladas manualmente, após o corte, para verificar a conformidade dimensional da tubagem com os requisitos preestabelecidos.

Em caso de se verificar uma anomalia, os produtos não conformes são identificados e rejeitados, tentando-se corrigir os parâmetros da máquina. Caso não se consiga resolver o problema de imediato, a produção é interrompida. Os produtos rejeitados podem ser eventualmente reciclados. Os parâmetros de fabrico encontram-se otimizados para cada tipo de produto fabricado.

#### A1.3 Produtos

##### A1.3.1 Durante a produção

Ao nível do produto são controlados e registados os seguintes parâmetros:

- Controlo visual
- Marcação
- Espessuras de parede
- Diâmetro exterior
- Comprimento
- Ovalização

Este controlo permite verificar a conformidade dimensional da tubagem com os requisitos dimensionais e de marcação preestabelecidos.

Em caso de se verificar uma anomalia, os produtos não conformes são identificados e rejeitados, tentando-se corrigir os parâmetros da máquina. Caso não se consiga resolver o problema de imediato, a produção é interrompida. Os produtos rejeitados podem ser eventualmente reciclados. Os parâmetros de fabrico encontram-se otimizados para cada tipo de produto fabricado.

##### A1.3.2 Produtos finais

Ao nível do produto acabado são controlados e registados principalmente os seguintes parâmetros:

- Controlo visual (estado das superfícies, cor, perfeição do corte, uniões, marcação e estado da embalagem)
- Controlo dimensional (diâmetro, espessura, ovalização e uniões)
- Rigidez circunferencial e compressão diametral
- Resistência ao impacto
- Estabilidade dimensional
- Resistência à tração
- Resistência ao punçoamento

Apresentam-se, nos quadros A1.1 e A1.2, os ensaios previstos no plano de controlo interno de produção da empresa TUBOFURO.

### QUADRO A1.1

Ensaio de libertação de produto (BRT) realizados pelo fabricante nos tubos lisos e estriados do sistema Tubofuro Georoscado®

Parâmetro	Norma de referência	Instrução de trabalho	Frequência	Responsável
Diâmetro	EN ISO 3126	ITC.RP.02.01 Medição do Diâmetro	1 x /turno Início	Operadores
Espessura	EN ISO 3126	ITC.RP.02.02 Medição da Espessura	3 x /turno Início; meio; fim	Operadores
Comprimento	EN ISO 3126	ITC.RP.02.03 Medição do Comprimento	1 x /turno	Operadores
Dimensão da Boca	EN ISO 3126	ITC.RP.02.04 Medição da Dimensão da Boca	1 x /turno	Operadores
Resistência ao Choque	ASTM D2444	IT.RP.02.05 Resistência ao Impacto	No arranque e 1 x / turno	Operadores
Deformação Longitudinal	NP EN ISO 2505	ITC.RP.02.08 Deformação Longitudinal	1 x /semana	Laboratório
Resistência à Tração	EN ISO 6259-1 ISO 6259-2	IT.RP.02.09 Resistência à Tração	1 x /semana	Laboratório
Aparência	Especificação Tubofuro	ITC.RP.02.10 Aparência	3 x /turno Início; meio; fim	Operadores
Cor	Especificação Tubofuro	ITC.RP.02.11 Cor	3 x /turno	Operadores
Marcação	LNEC DH 929	ITC.RP.02.12 Marcação	1 x / turno	Operadores
Resistência ao Punçamento	ASTM F480	IT.RP.02.13 Resistência ao Punçamento	1 x /semana	Laboratório
Rigidez Circunferencial	EN ISO 9969	IT.RP.02.14 Rigidez Circunferencial	1 x /semana	Laboratório
Compressão Diametral	EN ISO 13968	IT.RP.02.15 Compressão Diametral	1 x /semana	Laboratório

## QUADRO A1.2

Ensaio de verificação de produto (PVT) realizados pelo fabricante nas uniões do sistema  
Tubofuro Georoscado®

Parâmetro	Norma de referência	Instrução de trabalho	Frequência	Responsável
Estanquidade da união por determinação da resistência à pressão interior (20°C/1 h/1,7 bar)	EN ISO 1167	IT.RP.02.18 Estanquidade da união	1 × /ano	Laboratório
Resistência à tração da união roscada	Especificação Tubofuro	IT.RP.02.19 Resistência à tração da união	1 × /ano	Laboratório

## ANEXO 2

## Armazenagem

Os tubos são armazenados em suportes com as características indicadas no Quadro A2.1.

A armazenagem deve obedecer às seguintes condições:

- As tubagens devem ser armazenadas de modo a estarem ao abrigo de focos de calor e do contacto com objetos cortantes.
- Deve evitar-se o contacto com produtos químicos agressivos como combustíveis, dissolventes, pinturas agressivas, etc.
- Os tubos devem ser armazenados de modo a minimizar a possibilidade de danificação por esmagamento ou perfuração. Deve-se evitar também o contacto com condutas de vapor ou água quente e, ainda, com quaisquer superfícies de temperatura superior a 50°C.
- Os tubos devem ser armazenados sempre que possível empilhados em posição horizontal sobre paletes de madeira ou outra superfície não abrasiva, sem ultrapassar 1,5 metros de altura.
- As paletes devem ser niveladas e os suportes de apoio lateral devem ficar espaçados entre si com uma distância máxima de 2 m.
- Se o tempo de armazenagem esperado for superior a 6 meses, devem ser tomadas precauções para evitar a exposição prolongada à luz solar direta. Em armazenagens durante tempos curtos, mas em que ocorra descoloração resultante de exposição solar, deve-se garantir, através da realização de ensaios, que isso não afetou o desempenho funcional da tubagem.

## QUADRO A2.1

Características dimensionais dos suportes e quantidades de tubo admissíveis

Ø (mm)	Dimensões da madeira (mm)			Número de tubos na base	Número total de tubos por palete
	Baixo	Lateral	Cima		
60	830	410	910	14	108
63	990	370	1070	16	93
75	1050	320	1120	14	68
90	1080	430	1160	12	70
110	1100	470	1160	10	48
125	1000	550	1080	8	45
140	1200	740	1120	8	45
160	1200	705	1120	7	33
180	1160	634	1080	6	22
190	1140	669	1140	6	18
200	1080	704	1200	6	18
208	1120	732	1040	5	18
225	1125	792	1125	5	18
250	1000	660	1000	4	11
280	1120	740	1120	4	11
315	945	832	945	3	8
330	990	871	990	3	8



Descritores: Tubo de cloreto de polivinilo / Captação de águas subterrâneas / Conduta enterrada / Documento de homologação  
Descriptors: PVC pipe / Groundwater catchment / Underground pipe / Approval documents

