

CAIS PIER

O cais de atracação, destinado a atracação de balsas, navios e dos FPSO's, terá as dimensões básicas de:

The pier, for the mooring of ferries and FPSOs, has the basic dimensions:

- 1a FASE - 100,00 m x 25,00 m - somente para atracação das balsas (Service Barges BS-5, BS-6 and BS-8)
- 1st PHASE - 100,00 m x 25,00 m – Just for mooring of ferries (Service Barges BS-5, BS-6 and BS-8)
- 2a FASE - XXXX m – navios e FPSO (Floating Production Storage and Offloading)
- 2nd PHASE - XXXX m – sheeps and FPSO (Floating Production Storage and Offloading)

Os esforços de atracação a serem obedecidos são os determinados pela Norma Brasileira NBR 9782 (Ações em Estruturas Portuárias, Marítimas ou Fluviais) da ABNT, PIANC Report (Report of the International Commission For Improving the Design of Fender System, California Building Code Section 310-05 Mooring and BERTING analysis and Design) e especificamente a atracação imediata das barcas e futura atracação de dois FPSO's (Floating Production Storage and Offloading) em paralelo.

Efforts to dock to be obeyed are determined by the Brazilian Standard NBR 9782 (Shares in offshore structures, sea or inland waterway) of ABNT, PIANC Report (Report of the International Commission For Improving the Design of Fender System, California Building Code Section 310-05 Mooring and BERTING analysis and Design) and specifically the mooring of boats and immediate future docking of two FPSOs (Floating Production Storage and Offloading) in parallel.

Por isso, deverão ser obedecidas as orientações de atracação de balsas do tipo Service Barges BS-5, BS-6 e BS-8, segundo documento orientativo da Petrobras titulado APPENDIX 1b e projeto de atracação desenvolvido e exposto em Anexo.

Therefore, the guidelines should be followed to dock ferries of the type Service Barges BS-5, BS-6 e BS-8, according to Petrobras guidance document titled APPENDIX 1b and berthing project developed and exposed in the Appendix.

Outras normas brasileiras a serem obedecidas:

Other Brazilian norms to be followed:

NBR-6122 - Projeto e Execução de Fundações

NBR-6122 - Design and Implementation of Foundations;

NBR-12131 – Prova de Carga Estática

NBR-12131 – Static Load Test;

NBR-1644 - Construção de Fundações e de Estruturas de Concreto Armado

NBR-1644 - Construction of Foundations and Reinforced Concrete;

NBR-6118 - Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado

NBR-6118 – Project and Execution of Reinforced Concrete;

NBR-7480 - Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado –
Especificação

NBR-7480 - Especificação Steel for the reinforcement for reinforced concrete structures –
Specification;

NBR-8953 - Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência

[NBR-8953 - Concreto for structural - Classification by density, resistance groups and consistency;](#)

NBR-6123 – Forças devido ao Vento em Edificações

[NBR-6123 – Forces due to wind in Buildings;](#)

NBR-6120 – Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações

[NBR-6120 – Loads for Building Structures Calculation;](#)

NBR-13.208 – Ensaio de Carregamento Dinâmico

[NBR-13.208 – Dynamic Load Test;](#)

NBR-5629 – Execução de Tirantes Ancorados no Terreno

[NBR-5629 – Running Rods Anchored on the Field.](#)

Consideradas as possibilidades de contratos futuros, o cais deverá receber os esforços de atracação de navios do tipo FPSO (Floating Production Storage and Offloading).

[Given the possibilities of future contracts, the pier should receive efforts of berthing ships of the type FPSO \(Floating Production Storage and Offloading\).](#)

O cais receberá sob a superfície guindastes de movimentação de cargas de até 75 ton, a se deslocarem sobre trilhos ou sobre rodas do tipo MHC (Mobile Harbour Crane).

[The pier will receive on the surface of cargo cranes up to 75 ton, to travel on wheels or on tracks like MHC \(Mobile Harbour Crane\).](#)

Considerar a carga estática de 30 ton/m², vide guindaste ALE.

Consider the static load of 30 ton/m², to ALE crane.

O concreto a ser utilizado deverá ser fabricado com cimento adequado para estruturas de concreto em contato com ambientes agressivos, resistente a sulfatos, locais úmidos e obras marítimas.

The concrete to be used shall be constructed with suitable cement for concrete structures in contact with aggressive environments, resistant to sulfates, humid places and maritime works.

A resistência mínima característica à compressão dos concretos deverá ser de 35 MPa.

Minimum resistance characteristic to compression of concrete shall be 35 MPa.

A resistência mínima característica de tração à flexão deverá ser de 4,5 MPa.

Minimum resistance characteristic of tensile bending should be 4.5 MPa.

A superfície deverá ser reforçada à abrasão através da aplicação de compósito cimentício com agregado metálico.

The surface should be enhanced to abrasion through the application of cementitious composites with added metal

3.1 PRÉ-DIMENSIONAMENTO PRELIMINARY DIMENSIONING

Foram identificadas as condições de pré-cálculo da estrutura do cais de atracação para preparação do orçamento e verificação dos custos envolvidos.

There were identified the conditions of pre-calculation of the structure of the pier of mooring for preparation of the budget and verification of the costs involved.

3.1.1 Estrutura Structure

A Figura 08-A e 08-B mostra um corte transversal esquemático da estrutura do cais, em desenvolvimento técnico através de dois sistemas construtivos distintos (opções estruturais)

Figure 08-A and 08-B shows a schematic cross section of the pier structure, under technical development by two different construction systems (structural options).

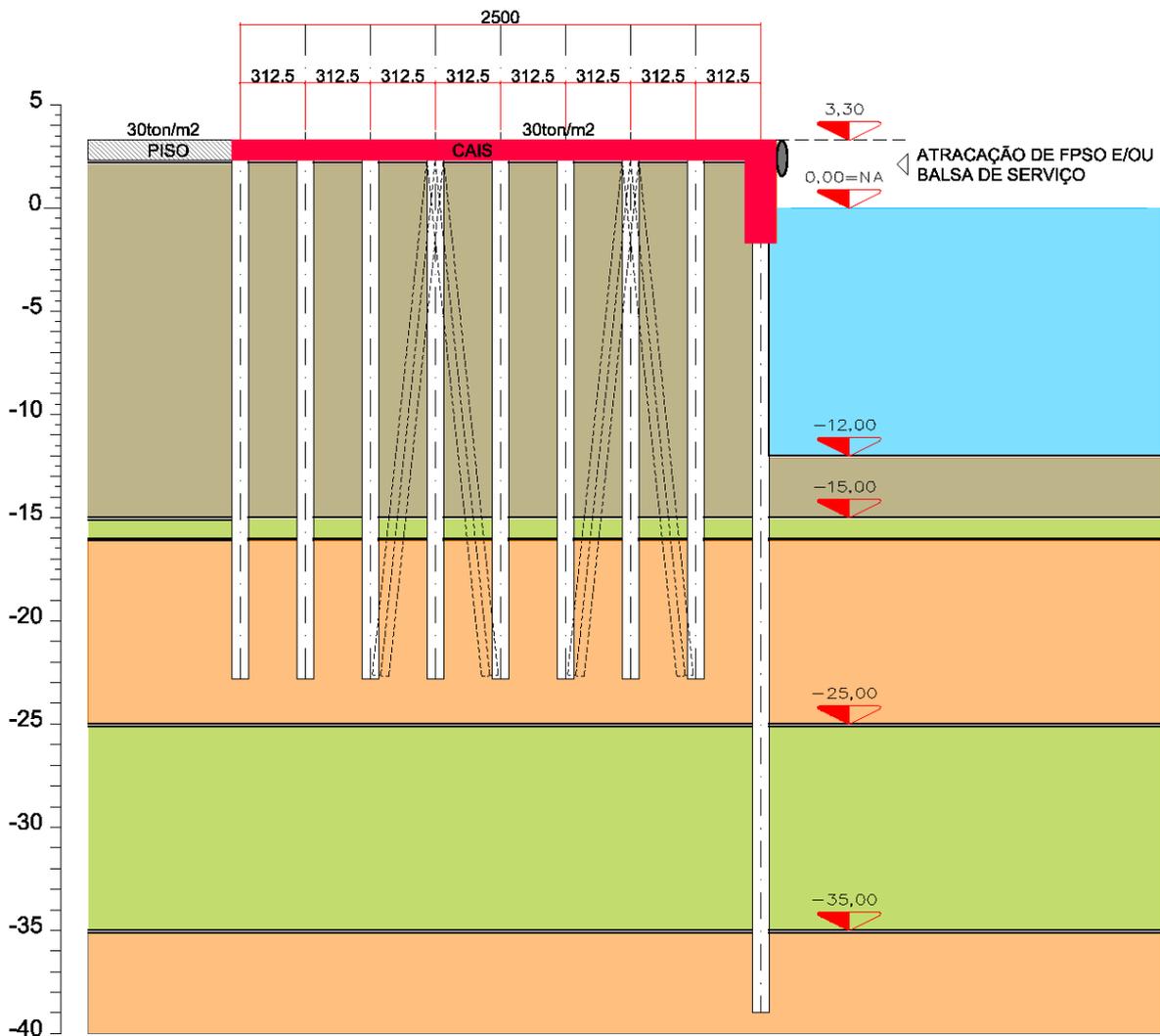


Figura 08-A– Opção A - Estrutura do cais, corte transversal - Estacas
Figure 08-A – Option A - Pier structure, cross cutting - Piles

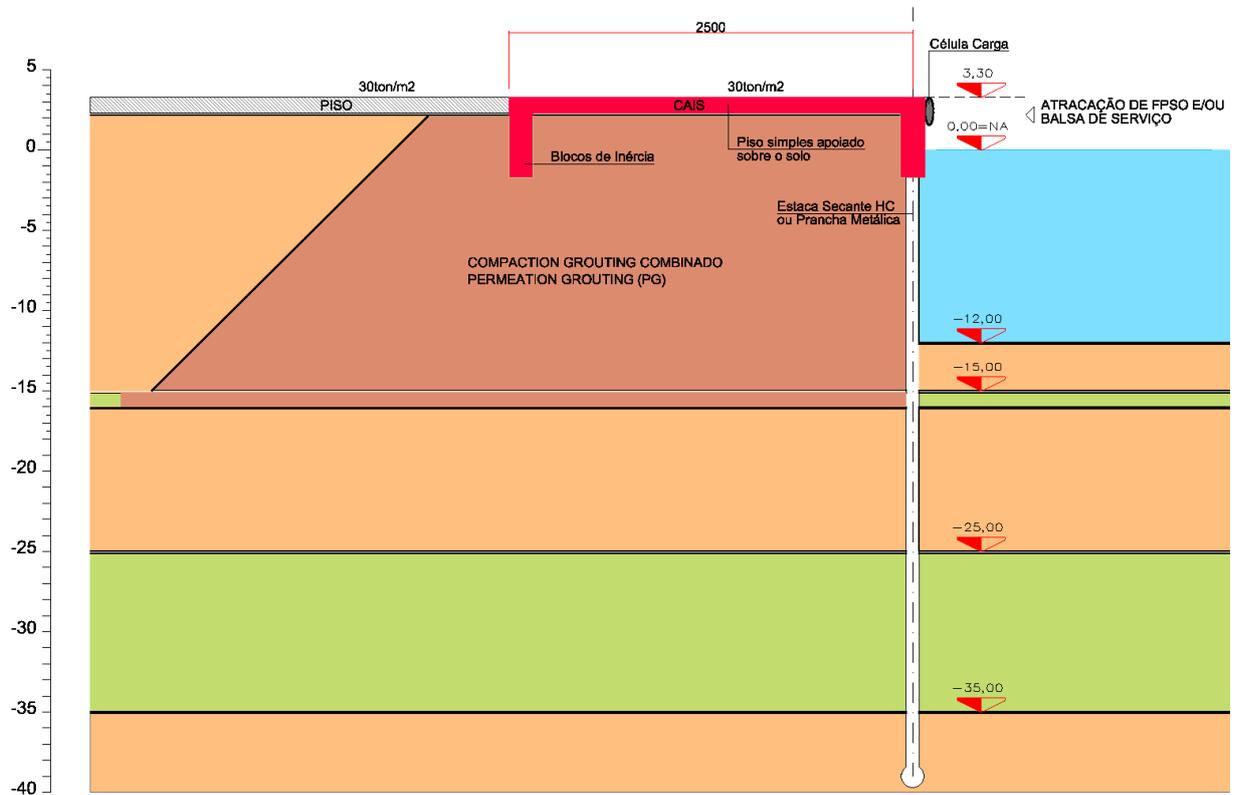


Figura 08-B– Opção B - Estrutura do cais, corte transversal – Permeation Grouting
 Figure 08-B – Option B - Pier structure, cross cutting – Permeation Grouting

A cortina de contenção poderá ser construída através de dois métodos construtivos distintos:

The suppression curtain may be constructed by two different construction methods:

A. OPÇÃO A - ESTACAS PRANCHA METÁLICAS OPTION A – SHEET PILE STEEL

Método convencional e universalmente conhecido há mais de 80 anos, milhões de toneladas de estacas-pranchas em forma de U são usadas em todos os lugares do mundo, em todos os tipos de estruturas.

Conventional method and universally known for more than 80 years, millions of tons of sheet pile steel in U form are used in every place of the world, in all kind of structures.

As estacas em forma de U possuem múltiplas vantagens:

U form piles have multiples advantages:

- Uma grande variedade de seções que formam várias séries com múltiplas características geométricas, oferecendo assim a seção que é mais tecnicamente e economicamente viável para um dado projeto.
- A wide range of sections forming several series with multiple geometric features, thus offering the section that is more technically and economically feasible for a specific project.
- A combinação de grandes comprimentos de alma com diferentes espessuras de flange obtendo assim excelentes propriedades estáticas.
- The combination of great lengths of cable core with different flange thicknesses thus obtaining excellent static properties.
- A forma simétrica dos elementos individuais tem feito com que essas estacas-pranchas sejam convenientes para serem reutilizadas.
- The symmetric form of the individual elements has made these sheet pile steel convenient to be reused.
- A possibilidade de montar e fixar as estacas em pares, na usina, acarreta melhoria de qualidade na instalação e também do desempenho.
- The possibility to set up and fasten the piles in pairs, at the plant, results in improved quality installation and also on performance.
- Fixação fácil dos tirantes e das articulações giratórias até mesmo dentro da água.
- Easy fastening of straps and swivels even in water.
- Boa resistência a corrosão; a maior espessura do aço fica na parte externa da geometria.

- [Good resistance to corrosion; steel's thickest part remains in the geometry outside.](#)

As estacas-prancha tipo U, com larguras úteis que podem chegar a 750 mm são as que apresentam melhor relação do Módulo Elástico x Peso (kg/m²). Este tipo de estaca combina economia na quantidade de aço com excelente performance de instalação, reduzindo assim os custos da obra, mesmo em condições de solos difíceis. A maior largura útil implica em um menor número de conectores por metro linear de parede, o que influencia diretamente na redução do consumo de aço e na permeabilidade do sistema.

[U form sheet pile steel, with useful width that may be reach to 750 mm are the ones that show the best relation Elastic Module x Weight \(kg/m²\). This kind of pile combines economy in the quantity of steel with excellent installation performance, reducing work costs, even in difficult soils conditions. The greatest useful width implicates in a smaller number of connectors by linear meter on wall, that influences directly in reduction of the steel consume and on system permeability.](#)

As estacas Tipo U podem ser solicitadas aos pares, ou seja, com larguras úteis de 1500 mm, contribuindo assim para uma melhor performance estática (os conectores podem ser solicitados prensados) e produtividade de instalação.

[U type piles can be ordered in pairs, which means, with useful widths of 1500 mm, thus contributing to a better static performance \(the connector can be ordered pressed\) and installation productivity.](#)

As estacas-pranchas Tipo Z podem ser consideradas uma evolução na linha de produtos, tendo como sua principal característica a mudança de posição dos conectores. Neste tipo de estacas, o plano de máxima tensão de cisalhamento não passa pelos conectores o que contribui para aumentar sua capacidade estrutura. Por esta razão, estacas Tipo Z são utilizadas em grande escala para obras estruturais expostas a altas pressões hidrostáticas ou executadas em solos de baixa resistência.

[Z type sheet piles can be considered a product line evolution, they have as their mainly feature the connectors position change. In this kind of pile, the maximum tension plan of shear does not pass by the connectors what contributes to increase its structural capacity.](#)

For this reason, Z type piles are used in large scale in structural works exposed to high hydrostatic pressure or executed in low resistance soils.

Devido à grande demanda do mercado da área portuária por estruturas que possam suportar profundidades de cais cada vez maiores, também foram desenvolvidas as paredes combinadas HZ, com Módulo de Flexão que podem chegar a 30.000 cm³/m.

Due to the great offshore area demand for structures that can accept pier depth increase, it was also developed the combined HZ walls, with Bending Module that can be reach to 30.000 cm³/m.

As paredes HZ são uma combinação de perfis H e Z com dupla função:

HZ walls are a combination of profiles H and Z with double function:

- a) Estacas H: suportar os carregamentos horizontais de terra e pressões hidrostáticas e suportar cargas verticais.

H Piles: bear horizontal ground loads and hydrostatic pressure and bear vertical loads.

- b) As estacas intermediárias AZ trabalham como contenção de terra e transferência de carregamentos. Múltiplas combinações podem ser realizadas com estes elementos variando o número de H utilizados e o tipo de AZ para contenção, resultando em soluções economicamente viáveis de rápida execução.

Intermediary AZ piles work as ground suppression and transfer of loads. Multiple matches can be made with these elements ranging the number of H used and the type of AZ to suppression, resulting in solutions economically feasible of quick execution.

As principais vantagens da utilização de estacas-pranchas metálicas laminadas a quente são:

The main advantages in the use of sheet pile steel hot-rolled are:

- Ambiental: baixo impacto ambiental desta solução. Não há remoção de material para possíveis bota foras, bem como a utilização de lama bentonítica altamente impactante ao meio ambiente.
- Environmental: low environmental impact of this solution. No material removal for possible throw it out, as well as the use of the bentonite clay highly impacting to the environment.
- Rapidez: obras executadas em estacas-pranchas metálicas são muito rápidas, com baixa mobilização na instalação do canteiro de obras.
- Fastness: works executed in sheet pile steel are very fast, with low mobilization in installation of the construction site.
- Versatilidade: por se tratarem de uma estrutura metálica a versatilidade é muito grande possibilitando facilmente expansões, reparações ou mudanças no projeto.
- Versatility: for being a metal structure the versatility is huge, easily enabling expansions, repairs or changes in the project.

O emprego de estacas-pranchas laminadas a quente em obras de engenharia deve estar em conformidade com o Código Europeu, EAU 1996 (Última versão), EN 10248 aprovada em 19/05/1995 e utilizada em numerosos países.

The use of hot-rolled sheet pile steel in engineering works must be according with the European Code, EAU 1996 (Final version), EN 10248 approved in 19/05/1995 and used in numerous countries.

A primeira parte desta norma especifica os requerimentos para estacas laminadas a quente com respeito a características de composição química do aço, propriedades mecânicas e aspectos de entrega.

The first part of this rule specifies the requirements to hot-rolled piles relating to steel chemistry composition characteristics, mechanical properties and delivery aspects.

A norma europeia EN 10248 parte 1 também inclui 6 graduações possíveis para aços com tensões de escoamento de 240N/mm² à 430N/mm² (S240GP, S270GP, S320GP, S360GP, S390GP E S430GP).

The European rule EN 10248 part 1 also includes 6 possible graduations for steel with leakage tension from 240N/mm² to 430N/mm² (S240GP, S270GP, S320 GP, S360GP, S390GP and S430GP).

As tolerâncias em dimensão, espessura, massa, bem como os critérios técnicos para os conectores estão na segunda parte da norma.

Tolerances on dimensions, thickness, mass, as well as technical criteria for the connectors are on the second part of the rule.

Detalhes mais específicos de utilização podem ser encontrados na EN 12063 que trata da execução de trabalhos geotécnicos especiais com utilização de paredes de estacas metálicas laminadas.

More specific details of utilization can be found on EN 12063 that treats of special geotechnical works execution using rolled metal piles walls.

B. OPÇÃO B - ESTACAS TIPO HÉLICE CONTÍNUA SECANTES **OPTION B – CONTINUOUS FLIGHT AUGER PILES**

Ultimamente, pela abertura do mercado global e a inserção do Brasil neste, houve grande progresso no desenvolvimento de equipamentos de estacas escavadas, principalmente as do tipo hélice-continua, atingindo a profundidades de 40 m com diâmetros de até 1200 mm.

Lately, due to global market opening and Brazil's participation on it, there was a great progress on drilling piles equipments development, mostly continuous flight auger piles type, reaching 40m depth with 1200 mm diameter.

Introduzidas no Brasil em 1987, tiveram uma utilização crescente nos últimos anos. Os estudos do comportamento dessas estacas têm crescido na mesma proporção, com a realização de inúmeras provas de carga e de eventos técnicos específicos, tratando desse assunto.

Introduced in Brazil in 1987, they have an increased use in the past years. Studies of these piles behavior have grown in the same proportion, with countless load proof achievement and specific technical events, addressing this subject.

As estacas HC podem ser utilizadas em terrenos de baixa resistência ou submersos e terrenos de alta resistência com o uso de escarificação, possibilitando a execução de estacas próximas a prédios vizinhos não causando a descompressão do terreno, ruídos e vibrações.

CFA piles can be used in low resistance or submersed ground as well as in high resistance with the use of scarification, enabling the execution of piles near to neighbor buildings causing no ground decompression, noise and vibration.

Oferece maior segurança e maiores capacidades de carga e possibilita centrar o eixo da perfuração sobre o pilar com precisão milimétrica, o que elimina solicitações adicionais não previstas; permite operar em qualquer superfície de solo, requerendo pequenos espaços para manobras.

They offer more security and more load capabilities enabling to center the drilling axis on the column with millimeter accuracy thus eliminating additional unforeseen requests; enable to operate in every type of soil, requiring small maneuvering spaces.

O equipamento permite maior velocidade, reduz as preocupações do construtor na administração da compra de materiais e controle do preparo do concreto para fundações. A velocidade de escavação e a concretagem imediata sob pressão, evita a desestruturação do solo pelo alívio de tensões. A velocidade diminui os custos, e é mais barata do que as similares executadas usando processos convencionais, principalmente em solos submersos, também dispensa o uso de lama bentonítica para a concretagem nas estacas submersas. A estaca tipo “hélice-contínua” tem sido uma vantajosa alternativa para obras de médio a grande porte que requerem rapidez, versatilidade e minimização dos impactos de vizinhança comparada com outros tipos de estacas a percussão.

The equipment allows more speed, reduces the builder worries related to administration of buying materials and controlling the concrete preparation for foundation. Drilling speed and immediate concreting under pressure avoid the soil disruption by tension relief. Speed decreases costs, and it is cheaper than similar

executed using conventional processes, mainly in submersed soils, also dispenses the use of bentonite clay to concrete on submersed piles. The pile type “continuous flight auger” has been an advantageous alternative to works from medium to large sizes that requires fastness, versatility and minimize neighborhood impacts compared with other types of impact piles.

A estaca hélice contínua é uma estaca de concreto moldada "*in loco*", executada por meio de trado contínuo ou segmentado e a injeção de concreto é através da haste central do trado simultaneamente a sua retirada do terreno.

Continuous flight auger pile is an “in loco” cast concrete pile, executed by continuous auger or segmented and the injection of concrete is made through the central shaft of the auger simultaneously with the removal from the ground.

A haste de perfuração é composta por uma hélice espiral solidarizada a um tubo central, equipada com bitz de vídia ou tungstênio na extremidade inferior que possibilitam a sua penetração no terreno, colocando-se a armação após a sua concretagem.

The drilling shaft is composed by a spiral helix associated to a central tube, equipped with tipped-bits or tungsten at the lower end that enable it to penetrate the ground, placing the frame after its concreting.

Foi desenvolvida nos E.U.A., na década de 80 foi difundida em toda Europa e Japão, e executada pela primeira vez no Brasil em 1987 com equipamentos desenvolvidos aqui, montados sob guindastes de esteiras, com torque de 35 KN e hélices com 275 mm, 350 e 425 mm de diâmetro, executando estacas de até 15m de profundidade.

It was developed in the USA, in the 80's it was widespread throughout Europe and Japan, and executed for the first time in Brazil in 1987 with equipments developed here, mounted under treadmill cranes, with a torque of 35 KN and helix with 275 mm, 350 and 425 mm diameter, executing piles up to 15 m depth.

O mercado brasileiro foi invadido por máquinas européias a partir da década de 90, principalmente da Itália com torque de 90 KNm a mais de 200 KNm, diâmetros de hélice de até 1000 mm, executando estacas de até 24 m de profundidade.

The Brazilian market was invaded by European machines from the 90's, mainly from Italy with torque from 90KNm up to 200KNm, helix diameter up to 1000 mm, executing piles up to 24 m depth.

O equipamento empregado pelas empresas para cravar a hélice no terreno é constituído de um guindaste de esteiras (Figura 2), sendo nele montada a torre vertical de altura apropriada à profundidade da estaca, equipada com guias por onde corre a mesa de rotação de acionamento hidráulico. Os equipamentos disponíveis permitem executar estacas de no máximo 30m de profundidade e inclinação de até 1:4 (H:V).

The equipment used by the companies to insert the helix in the ground is constituted of a treadmill crane (Picture 2), and it is mounted on it the vertical tower of appropriated height to the pile depth, equipped with guides through which flows the rotation table of hydraulic actuation. The available equipment allows to execute piles up to 30m deep and inclination up to 1:4 (H:V).

Esses equipamentos destacam-se pela alta produtividade e versatilidade e possuem todos os itens tecnológicos e operacionais das perfuratrizes de grande porte.

These equipments stand out for high productivity and versatility and have all the technological and operational items of large drills.

Isento de vibrações e com baixo nível de ruído, executa trabalhos em locais em difícil acesso ou em obras internas com pé direito de 8,50 m e com distância mínima de 35 cm da divisa ao eixo da estaca.

Vibration free and with a low noise level, execute works in places of difficult access or at internal works with ceiling height of 8,50 m and with minimum distance of 35 cm from the border to the pile axis.

Para se controlar a pressão de bombeamento do concreto, o equipamento possui instrumento medidor digital, que informa todos os dados de execução da estaca, tais como: inclinação da haste, profundidade da perfuração, torque e velocidade de rotação da hélice, pressão de injeção, perdas e consumo de concreto.

To control the pressure of the concrete pumping, the equipment has a digital measuring instrument, which informs all pile's execution data, as: shaft inclination, drilling depth, torque and speed of the helix rotation, injection pressure, losses and concrete consumption.

Os parâmetros indicados no mostrador digital são registrados e fornecidos a um computador para aplicação de software que imprime o relatório da estaca com as informações obtidas no campo.

The parameters indicated at the digital display are registered and provided to a computer to software application that prints the pile report with all the information obtained at the field.

Tem-se também, o monitoramento por computador de bordo que permite o registro em software e posterior impressão de relatórios.

Also, there is monitoring by on-board computer that allows registering in software and posterior report print.

No caso das obras marítimas e de lençol freático alto, pela dispensa da lama bentonítica.

In case of sea works and high groundwater, by the exemption of bentonite clay.

Outra aplicação das estacas hélice contínua é chamada de estaca secante, onde são executadas uma ao lado da outra com uma certa sobreposição, formando uma parede de contenção contínua estanque hidráulicamente (Figura 09 e Fotos 1, 2A, 2B e 2C), objeto deste estudo.

Another application of the continuous flight auger pile is called secant pile, where are executed side by side with certain overlap, forming a continuous retaining wall hydraulically watertight (Picture 09 and Photos 01, 02A, 02B and 02C), object of this study.

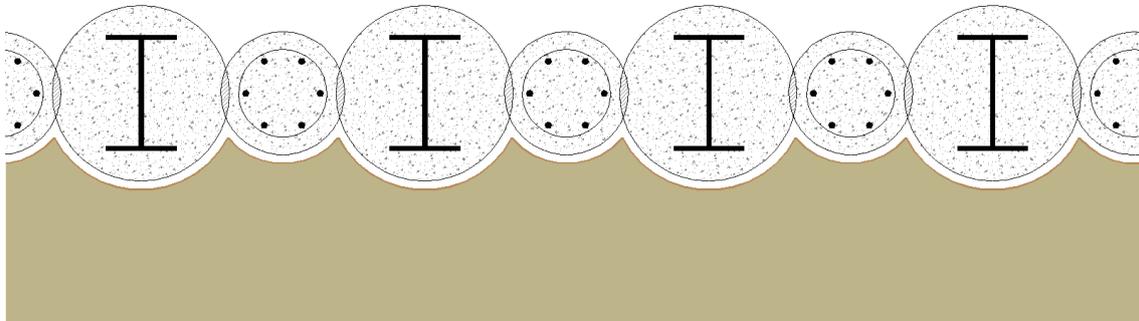


Figura 09 – Cortina de estacas escavadas contínuas e secantes.
Figure 09 – Curtain of piles de estacas carved continually and secant.

As fases de execução da estaca tipo hélice contínua são: perfuração, concretagem simultânea a extração da hélice do terreno e colocação da armação.

The execution phases of the continuous flight auger pile are: drilling, simultaneously concreting to the helix extraction from the ground and frame placement.

A perfuração consiste em fazer a hélice penetrar no terreno por meio de torque apropriado para vencer a sua resistência.

The drilling consists in make the helix penetrate the ground by appropriated torque to overpass its resistance.

A haste de perfuração é composta por uma hélice espiral solidarizada a um tubo central, equipada com dentes na extremidade inferior que possibilitam a sua penetração no terreno.

The drilling shaft is composed by a spiral helix associated to a central tube, equipped with teeth at the lower end that allow penetration in the ground.

A metodologia de perfuração permite a sua execução em terrenos coesivos e arenosos, na presença ou não do lençol freático e atravessa camadas de solos resistentes com índices de SPT acima de 50 dependendo do tipo de equipamento utilizado.

The drilling methodology allows its execution in cohesive and sandy grounds, in the presence or not of groundwater and it crosses resistant layers of soil with SPT index over 50 depending on the type of utilized equipment.

A velocidade de perfuração produz em média 250 m por dia dependendo do diâmetro da hélice, da profundidade e da resistência do terreno.

The drilling speed produces on average 250 m per day depending on the diameter of the helix, depth and ground resistance.

Alcançada a profundidade desejada, o concreto é bombeado através do tubo central, preenchendo simultaneamente a cavidade deixada pela hélice que é extraída do terreno sem girar ou girando lentamente no mesmo sentido da perfuração.

When reached the desired depth, the concrete is pumped through the central tube, filling simultaneously the cavity created by the helix which is extracted from the ground without rotate or slowly rotating in the same direction of the drilling.

O concreto normalmente utilizado apresenta resistência característica f_{ck} de 20 MPa, é bombeável e composto de areia e pedriscos e o consumo mínimo de cimento é de 350 a 450 kg/m³, sendo facultativa a utilização de aditivos. O cimento a ser utilizado é o ARS (alta resistência a sulfatos).

Concrete normally used has characteristic resistance f_{ck} of 20 MPa, it is pumpable and composed of sand and gravel, and the minimum consumption of cement is from 350 to 450 kg/m³, being optional the use of additives. The cement to be used is the ARS (high sulfate resistance).

O abatimento ou "Slump" é mantido entre (22 ± 2) cm, o slump flow é de 48 a 53 cm, fator água cimento entre 0,53 a 0,56, exsudação $\leq 1,0\%$, teor de ar incorporado $\geq 1,5\%$ e início de pega $\geq 3,0$ horas. Normalmente é utilizada bomba de concreto ligada ao equipamento de perfuração através de mangueira flexível. O preenchimento da estaca com concreto é normalmente executado até a superfície de trabalho sendo possível o seu arrastamento abaixo da superfície do terreno, guardadas as precauções quanto à estabilidade do furo no trecho não concretado e a colocação da armação.

The rebate or "Slump" is maintained between (22 ± 2) cm, the "slump flow" is from 48 to 53cm, water cement factor between 0,53 to 0,56, exudation $\leq 1,0\%$, air content incorporated $\geq 1,5\%$

and early alloy $\geq 3,0$ hours. Normally it is used concrete pump connected to the drilling equipment through flexible hose. Filling the pile with concrete is normally executed until work surface, being possible to be dragged under ground surface, observed appropriated precautions related to hole stability in the not concreted stretch and the frame placement.

O método de execução da estaca hélice contínua exige a colocação da armação após a sua concretagem. A armação, em forma de gaiola ou perfil metálico, é introduzida na estaca por gravidade ou com o auxílio de um pilão de pequena carga ou vibrador.

The method of execution from the continuous flight auger pile requires the placement of the frame after concreting. The frame, in form of cage or metallic profile, is introduced at the pile by gravity or with the support of a pestle of small charge or vibrator.

O concreto é bombeado para o interior da perfuração ao mesmo tempo em que se retira a hélice, preenchendo os espaços vazios e evitando o desmoronamento das paredes da perfuração, e conseqüentemente o seccionamento da estaca.

Concrete is pumped to the drilling interior at the same time the helix is removed, filling the empty spaces and avoiding landslip of the drilling walls, and consequently pile sectioning.

O concreto é bombeado sob pressão (aprox. 10 kg/cm^2), o que aumenta o atrito lateral e, portanto confere à estaca uma capacidade de carga maior do que as executadas por processos convencionais.

Concrete is pumped under pressure (approximately 10 kg/cm^2), which increases side friction and, therefore confers to the pile a load capacity bigger than the ones executed by conventional processes.



Foto 1 - estacas secantes em gabarito
Photo 1 – secant piles template



Foto 2A - estacas secantes em obra
Photo 2A– secant piles



Foto 2C - estacas secantes em obra
Photo 2C– secant piles

3.1.2 Análise Estrutural **Structural Analysis**

Os estudos de estabilidade do cais estão sendo realizados através de modelo de elementos finitos FLACK e PLAXIS, prevendo as duas opções estruturais A (estrutura sobre estacas) e B (estrutura sobre solo reforçado chamado Permeation Grouting).

Pier stability studies are being accomplished through model of finite elements FLACK and PLAXIS, foreseeing both structural options A (structure on piles) and B (structure on reinforced soil called Permeation Grouting).

Ainda, a parede de contenção está sendo analisada no modelo “estacas-prancha metálicas” x “estacas hélice-contínua secantes”.

Also, the suppression wall is being analyzed through model “metallic plates piles” x “secant continuous flight auger piles”.

As cargas atuantes, além do empuxo do solo (reforçado ou não) serão as de:

The active loads, besides soil thrust (reinforced or not) will be:

- a) Sobre o piso do cais – 30 toneladas por metro quadrado atendendo ao solicitado pelo guindaste ALE;

On pier floor – 30 tons per square meter, according ALE crane solicitation;

- b) Atracação – embarcação do tipo “Navio FPSO” antes de depois da integração e balsas do tipo “Balsas de Serviço” BS-05, 06, 07 e 08.

Mooring – vessel type “FPSO” before and after integration and balces type “Service Balces” BS-05, 06, 07 and 08.

ENSECADEIRA COFFERDAM

A ensecadeira é uma obra de terra que visa preparar o terreno para a construção do cais e futuro dique seco em local seco, isto é, permite construir as obras sobre terra firme e seca e não sobre camada de água.

Cofferdam is a work that aims to prepare the site for the construction of the pier and futuro dry dock in dry place, which means, allows construct the works on solid and dry ground and not on water stratum.

As ensecadeiras terão duas finalidades distintas, a construção do cais e a construção futura do dique seco.

The cofferdams will have two distincts purposes: the construction of the pier and the construction of the future dry dock.

A ensecadeira do cais, pela falta de materiais pétreos e solos de baixa permeabilidade, será desenvolvida por peças compostas de mantas geotêxteis ensacando areia dragada, denominadas pelo fabricante de Geotubos (Geotube).

The cofferdam of the pier, by the lack of stone materials and soils of low permeability will be developed in parts composed of geotextil cloth bagging dredged sand, called by the manufacturer of Geotubes (Geotube).

O material deverá ser de tubos de geotêxtil tecido de polipropileno de alta densidade.

The material should be woven geotextile tubes for high-density polypropylene.

Os tubos de geotêxtil quando preenchidos por bombeamento de material dragado passa por um processo de aumento das pressões internas, as quais solicitam de maneira representativa o geotêxtil, provocando inclusive o seu ataque por fluência (carga aplicada por determinado período de tempo, provocando a deformação do material).

The geotextile tubes when filled by pumping dredged material undergoes a process of increasing internal pressures, which request as a representative form the geotextil, provokind includevelly its attack by fluce (applied load for a certain period of time, causing deformation of the material).

Esta aplicação exige a utilização de geossintético com alta resistência à tração, principalmente no momento do bombeamento, que pode ser necessária alta pressão ou apenas a ação da pressão atmosférica. Isto ocorre pelo fato de ser o momento de maior solicitação, uma vez que o desaguamento promove uma dissipação dessas pressões (Castro 2005, Martins 2006, Pilarczyk 2000).

This application requires the use of geosynthetic material with high tensile strength, especially at the period of pumping, which may be necessary high pressure or just the action of atmospheric pressure. This is because it is the moment of greatest request, as it promotes a dewatering dissipation of these pressures (Castro 2005, Martins 2006, Pilarczyk 2000).

A resistência é calculada pelo método de cálculo baseado nos estudos desenvolvidos pelo Prof. Dr. Raymond H. Plaut do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do Virginia Tech, EUA já considerando os Fatores de Redução é de 70 kN/m, na direção circunferencial. O geotêtil tecido para a confecção dos espigões deverá apresentar resistência igual ou maior para ser utilizado nesta aplicação.

The strenght is calculated by the method of calculation based on the studies developed by Prof. Dr. Raymond H. Plaut from Civil Engineering and Environmental Department of Virginia Tech, EUA, already considering the Reduction Factors of 70 kN/m circumferential direction. The geotextil cloth for the manufacture of spikes should provide equal or greater strength to be used in this situation.

O punctionamento do geotêtil é também item a ser especificado em virtude do espigão estar em presença de fluxo intenso em algumas épocas do ano, o que o submete a possíveis danos por impacto de objetos flutuantes (tais como galhos, troncos, animais etc), que possam estar em movimento seguindo o curso do canal.

The punching of the geotextile is also the item to be specified because of the spike being in the presence of heavy flow at certain periods of the year which submits it to possible impact damage from floating objects (such as branches, logs, animals, etc), that may be in motion following the course of the channel.

Alguns parâmetros estão envolvidos neste processo, conforme é listado a seguir:

There are some parameters involved in this process, as listed below:

- Resistência máxima à tração: igual ou maior do que 96,3 kN/m no sentido circunferencial e longitudinal igual ou superior a 70 kN/m (Pela ASTM D 4595)
- Ultimate tensile strength: equal to or greater than 96.3 kN/m in the circumferential and longitudinal equal to or greater than 70 kN/m (By ASTM D 4595).
- Massa por unidade de área: igual ou maior do que 585 g/m² (Pela ASTM D 5261)
- Mass per unit area: equal to or greater than 585 g/m² (By ASTM D 5261).
- Deformação máxima (ensaio de faixa larga): igual ou menor do que 20% nos sentidos longitudinal e circunferencial (Pela ASTM D 4595)
- Maximum deformation (test large strip) equal to or less than 20% in the longitudinal and circumferential (By ASTM D 4595).

Para as unidades de topo é seguro que se tenha uma unidade Geotube com geotêxtil constituinte com resistência superior em função da exposição mais intensa aos raios UV e mais sujeito a impactos de elementos flutuantes. Para isso a especificação mínima é apresentada a seguir.

To top units is safe to have a constituent unit Geotube with geotextile with superior strength due to the intense exposure to UV rays and more vulnerable to impacts of floating element. For this, the minimum specification is presented below.

- Resistência máxima à tração: igual ou maior do que 175 kN/m nos dois sentidos (circunferencial e longitudinal) (Pela ASTM D 4595)
- Massa por unidade de área: igual ou maior do que 1117 g/m² (Pela ASTM D 5261)
- Deformação máxima (ensaio de faixa larga): igual ou menor do que 20% nos sentidos longitudinal e circunferencial (Pela ASTM D 4595)
- Ultimate tensile strength: equal to or greater than 175 kN/m for both directions (circumferential and longitudinal) (By ASTM D 4595).
- Mass per unit area: equal to or greater than 1117 g/m² (By ASTM D 5261).
- Maximum deformation (test of large strip): equal to or less than 20% in the longitudinal and circumferential (By ASTM D 4595).

Os polímeros constituintes dos geotêxteis são fortemente agredidos pelo ataque dos raios UV. Nestas condições, o geotêxtil tecido deve ser obrigatoriamente preparado quimicamente, a fim de resistir a essa degradação num determinado número de horas, regulado por norma.

The constituent polymerers of the geotextiles are strongly attacked by the UV rays. Accordingly, the cloth geotextile must be prepared chemically in order to resist this degradation in a number of hours set by standard.

- Resistência a raios UV (% restante após 500 h): igual ou maior que 80% (Pela ASTM D 4355) para unidades Geotube de base e igual ou maior do que 85% para unidades Geotube de topo (Pela ASTM D 4355).
- Resistance to UV rays (% remaining after 500 h): equal to or greater than 80% (By ASTM D 4355) for Geotube units of base equal to or greater than 85% for Geotube units top (By ASTM D 4355).

A costura é um elemento gerenciador do processo. Isto ocorre por se tratar de um ponto vulnerável do sistema.

No caso de tubos de geotêxtil esta atenção deve ser dada tanto à costura longitudinal, quanto a costura transversal.

Seam is one manager element of the process. This is because it is a vulnerable point of the system.

In the case of geotextile tubes that attention should be given to both the longitudinal and transverse seam.

A costura deve ser igualmente resistente aos esforços impostos aos quais o tubo de geotêxtil estará submetido.

Seguem abaixo as suas especificações:

The seam should also be resistant to the efforts imposed on which the geotextile tube will be tested.

Here are its specifications:

- Resistência de fábrica da costura: igual ou maior do que 70 kN/m (Pela ASTM D 4884) e para as unidades de topo do espigão a resistência da costura deve ser maior ou igual a 87,6 kN/m (Pela ASTM D 4884).
- Devem ser feitas costuras circunferências e arrematadas por dentro do tubo.
- Factory Seam Strength: equal to or greater than 70 kN/m (By ASTM D 4884) and for the top units of the spike the seam strength must be greater than or equal to 87.6 kN/m (By ASTM D 4884).
- Seams should be made in circles and sold by inside the tube.

As portas de enchimento concentram muitos esforços, principalmente no momento do enchimento do tubo.

Estes dispositivos devem utilizar flanges circulares de PVC, juntas de vedação de neoprene e mangas de tecido flexível a fim de promover um forte e eficiente sistema de prevenção contra vazamentos e rompimentos.

The doors filling concentrate much effort, especially when filling the tube.

These devices must use PVC flanges, gaskets and neoprene sleeves flexible fabric in order to promote a strong and effective system for preventing leakage and disruptions.

Estes dispositivos devem possuir fechamento rosqueável em PEAD para permitir o selamento do tubo após o encerramento dos trabalhos.

These devices must have screw closure in HDPE (PEAD) to allow the sealing of the tube after the end of the activities.

Para este trabalho deverão ser usadas portas de enchimento com diâmetro de 8”.

For this work should be used doors filling with a diameter of 8 ".

O princípio de segurança para o dimensionamento de um produto permanece de maneira clássica ao longo da história da Engenharia e, neste caso, não poderia ser diferente. Este princípio trata da minoração da resistência e majoração das cargas.

The security principle for the dimensioning of a product remains the classic way over Engineering and the history of this case, could not be different .This principle addresses the mitigation of resistance and increase of the loads

É importante que o material apresentado conforme a especificação possua laudo técnico fornecido por laboratório certificado pelo INMETRO, atestando suas propriedades indicadas em catálogo, no intuito de evitar a utilização de produtos com baixo controle de qualidade.

It is important that the materials submitted as the specification has a technical report provided by INMETRO, attesting to their properties listed in the catalog in order to avoid using products with low quality control.

A fim de garantir a responsabilidade do fornecedor do material pelo produto entregue em obra e para que haja rigoroso controle de qualidade, quanto à fabricação dos tubos de geotêxtil, tem-se que:

In order to ensure the responsibility of the supplier of the material for the product delivered on site and there is strict quality control, and the manufacture of geotextile tubes, we have that:

- Estes devem ter as fibras do geotêxtil tecido extrudadas e tramadas na fábrica fornecedora. Além disso, o tubo de geotêxtil deverá ser montado e costurado na própria fábrica.

- These must have the fibers of the geotextil woven extruded and fabric at the supplier. In addition, the geotextil tube should be mounted and tailored in-house.

- A fábrica fornecedora deverá já ter instalado pelo menos 50 km de tubos de geotêxtil e deverá ter fornecido este tipo de material há pelo menos 10 anos.

- The plant supplier should already have installed at least 50 km of geotextile tubes and should have providing this type of material for at least 10 years.

O geotêxtil tecido que fará a composição do sistema anti-solapamento e dos tubos-lastro deverá ter a seguinte especificação:

The geotextile cloth that will make the composition of anti-washout-pipes and ballast should have the following specification:

- Resistência máxima à tração – igual ou superior a 87 kN/m no sentido longitudinal e transversal de fabricação (Pela ASTM D 4595).

- Deformação máxima (ensaio de faixa larga): igual ou menor do que 20% nos sentidos longitudinais e transversais (Pela ASTM D 4595)
- Resistência de fábrica de costura – igual ou superior a 43 kN/m (Pela ASTM D 4884)
- Resistência a raios UV (% restante após 500 h): igual ou maior que 70% (Pela ASTM D 4355)
- Abertura aparente máxima do poro – 0,60 mm (Pela ASTM D 4751).
 - Ultimate tensile strength –equal to or greater than 87 kN/m longitudinal and transverse manufacturing (By ASTM D 4595)
 - Maximum deformation (test of large strip): equal to or less than 20% longitudinal and transverse (By ASTM D 4595).
 - Resistance seam factory – equal to or greater than 43 kN/m (By ASTM D 4884).
 - Resistance to UV rays (% remaining after 500 h): equal to or greater than 70% (By ASTM D 4355).
 - Maximum apparent Opening of the pore – 0.60 mm (By ASTM D 4751).

O sistema anti-solapamento é composto por dois tubos-lastro que, à medida que a correnteza escava o terreno, são soterrados para garantirem a proteção da área.

The anti-washout is composed of two tubes, ballast, as the current digs the site they are buried to ensure the protection of the area.

As correntes na direção do fluxo do canal provocam este solapamento, porém a turbulência formada atrás do espigão também possui intensidade suficiente para solapar a face que está à jusante.

The currents in the flow direction of the channel cause these washouts, but the turbulence formed behind the spike has also sufficient strength to washout the face that is downstream.

A manta de geotêxtil tecido deve ter no mínimo 17 m de largura disposta de maneira simétrica entre os tubos lastro e deverá estar instalada ao longo de todo o comprimento do

espigão, ultrapassando de 2 m o comprimento da unidade Geotube de base.

The blanket of geotextile fabric should be at least 17 m wide arranged symmetrically between the tubes and ballast and must be installed along the entire length of the spike, exceeding 2 m the length of the Geotube unit of base.

O detalhe típico da instalação do Geotubo é apresentado na Figura 21.

The typical detail of the Geotubo installation is shown in Figure 21:

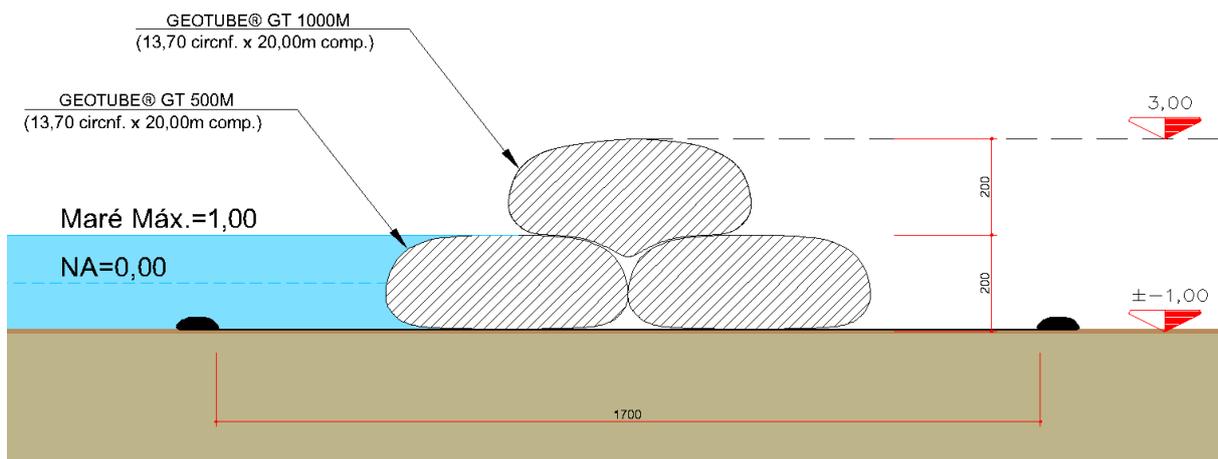


Figura 21 - Detalhe tipo de instalação do geotube
Figure 21 – Detail type installation of the geotube