

# Foundation Solutions

Projects Central & South America



ArcelorMittal

Edição: Janeiro/2019



Terminal Salineiro Areia Branca, RN

# Foundation Solutions



Passagem de acesso ao aeroporto de Congonhas, SP

## Agilidade, eficiência e economia

Usadas mundialmente, as soluções para fundações e contenções da ArcelorMittal Projects são, por excelência, resultado de um trabalho contínuo desenvolvido há mais de 100 anos.

Uma grande variedade de perfis é oferecida para atender às necessidades específicas de cada projeto.

### Soluções completas para Fundações e Contenção

- Estacas pranchas laminadas a quente
- Sistemas de parede combinada
- Tubos, estacas e camisas metálicas
- Sistema de tirantes

### Aplicações Inovadoras de Produtos

As soluções para fundações da ArcelorMittal Projects atendem a uma ampla variedade de aplicações, desde um simples suporte para escavações até projetos complexos, como:

- Portos, marinas e estaleiros
- Passagens subterrâneas e trincheiras
- Subsolos e estacionamentos subterrâneos
- Pontes e ferrovias
- Adutoras, canalizações e estações de tratamento
- Linhas de transmissão de energia
- Obras industriais
- Barragens e ensecadeiras
- Contenção de pilhas e reservatórios de mineração
- Hidrelétricas, termelétricas e plantas de gás
- Proteção contra enchentes, controle de erosão e obras ambientais
- Reservatórios e bacias de acumulação
- Estabilização de taludes e encostas
- Paredes de impermeabilização
- Moegas e túneis de grãos
- Escoramento de valas e contenções temporárias em geral

### Produtos e serviços personalizados

- Venda
- Aluguel
- Instalação
- Engenharia



Subsolo Praia do Canto  
Local: Vitória, ES  
Produto: GU™ 6N



Porto do Itajaí  
Local: Itajaí, SC  
Produto: Sistema PAZ



Trincheira (DNIT)  
Local: Tuneiras do Oeste, PR  
Produtos: AZ®17-700 e AZ®19-700





## A ArcelorMittal é proprietária das seguintes marcas registradas:

AS 500, AU™, AZ®, GU™, HZ, PU®, AMLoCor, Akila, Beltan, Roxan e Arcoseal.

Nas comunicações e documentos, os símbolos ™ e ® devem seguir as marcas, como, por exemplo, em AZ® e AU™.

Os símbolos devem ser aplicados em todas as comunicações e documentos onde as marcas são usadas. Por exemplo:

AZ® é uma marca do grupo ArcelorMittal.

AU™, AZ® e HZ são marcas comerciais do grupo ArcelorMittal.

AZ® 26-700N é uma estaca prancha fabricada pelo grupo ArcelorMittal.

Os dados e comentários contidos neste documento destinam-se somente para fins informativos gerais. São fornecidos sem garantia de nenhuma espécie. A ArcelorMittal Projects não será responsável por nenhum erro, omissão ou mau uso das informações anexas e, neste ato, se isenta de toda e qualquer responsabilidade resultante da capacidade ou incapacidade de usar as informações aqui contidas. Qualquer pessoa que use este material se responsabiliza por quaisquer riscos. Em nenhuma hipótese a ArcelorMittal Projects será responsável por quaisquer danos, incluindo lucros cessantes, perdas de economia ou outros prejuízos incidentais ou consequentes resultantes do uso das informações deste documento ou da inabilidade de usá-las.

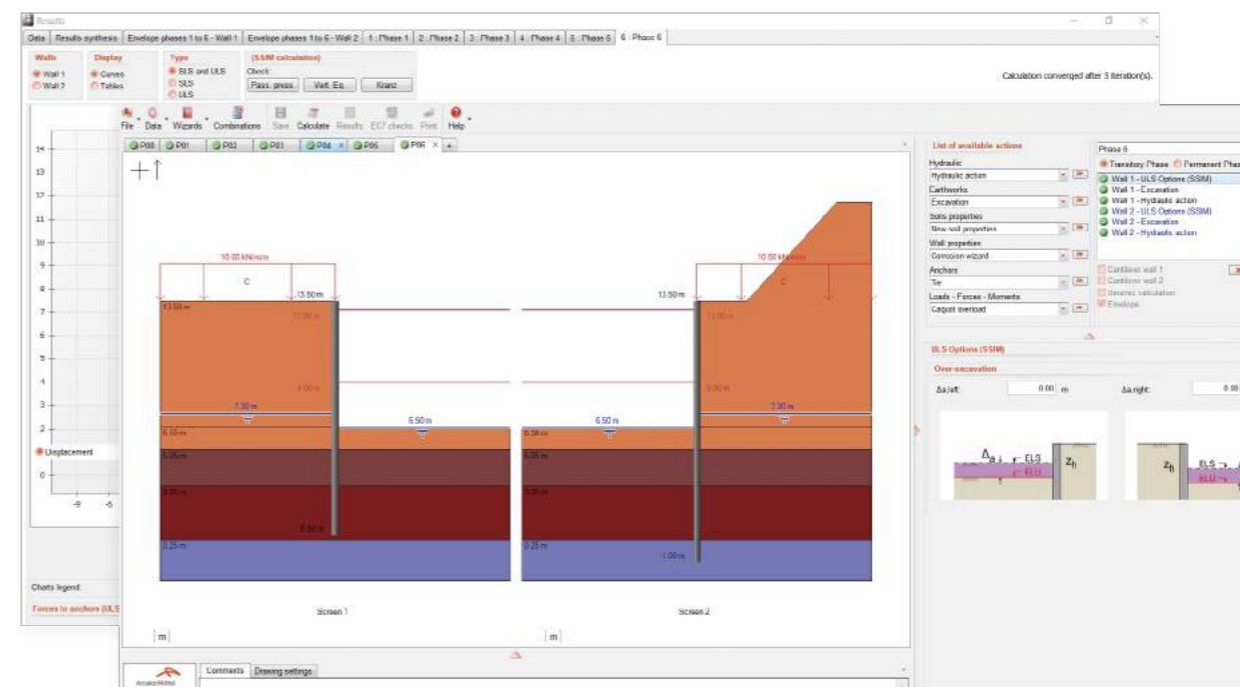
Os nossos perfis de estaca prancha podem ser modificados sem prévio aviso.

## Departamento Técnico

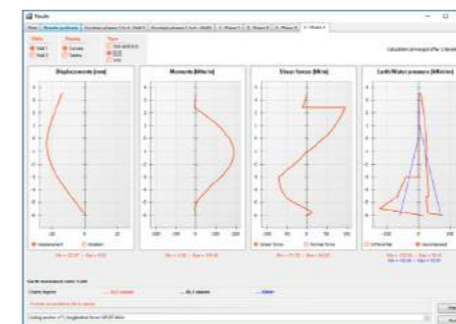
Por meio de uma equipe especializada capaz de integrar produtos e serviços para otimizar soluções e gerar inovações genuínas para seus clientes, a ArcelorMittal Projects oferece suporte técnico customizado para os mais variados tipos de projeto e nas diversas fases da obra:

- Dimensionamento e projeto preliminar de soluções
- Estudos de viabilidade técnica e econômica de projetos
- Aperfeiçoamento e alternativas para redução de custos de projetos
- Otimização de cronograma de construção
- Desenvolvimento e dimensionamento de soluções
- Técnicas inovadoras e simplificadas de construção
- Auxílio no estudo de resistência a fogo
- Suporte para elaboração de planos de cravação
- Assistência durante a instalação
- Cálculos de durabilidade de estruturas
- Realização de treinamentos e palestras em empresas, associações e universidades

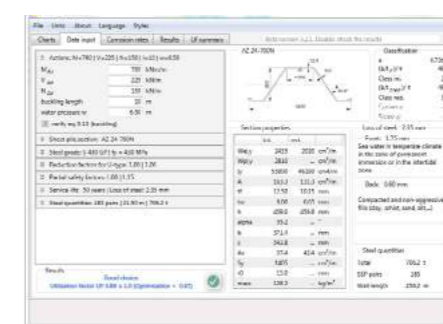
## Projeto Preliminar



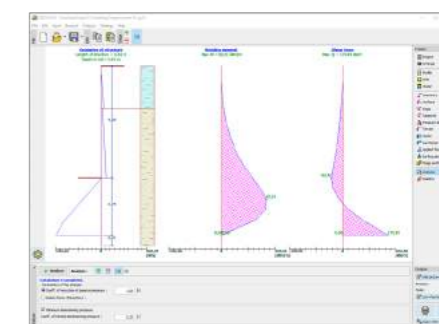
## Softwares de cálculo de contenções com estacas prancha e durabilidade do aço



AMRetain



Durability



ProSheet

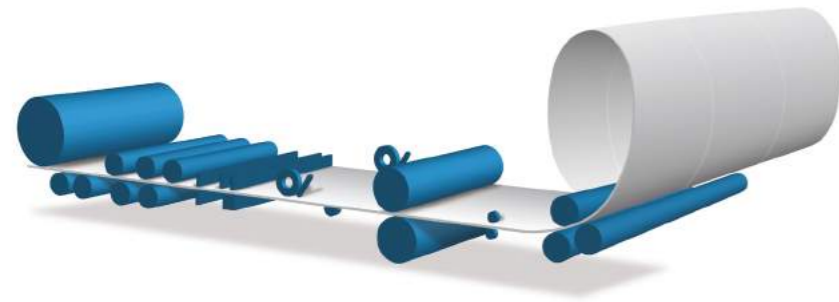
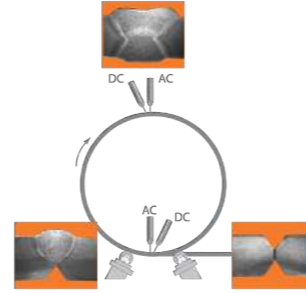


## Tubos de Aço

Nossos tubos de aço carbono com solda helicoidal são produzidos por encomenda com as especificações dimensionais e grau de aço solicitados pelo cliente e são adequados para aplicação estrutural (ex: ASTM A252) ou transporte de fluidos (ex: AWWA C200).

### Processo de soldagem multiarco

O processo de soldagem por arco submerso duplo (DSAW) é usado tanto na solda interna como na solda externa, e utiliza um arco com corrente contínua (DC) no primeiro arame para obter uma solda limpa e de grande penetração, e um arco com corrente alternada (AC) no segundo arame para um acabamento perfeito do cordão de solda.



### Matérias primas e rastreabilidade

A utilização de bobinas de alto padrão produzidas pela ArcelorMittal Tubarão é garantia da qualidade dos materiais aplicados. A rastreabilidade dos tubos desde a laminação da placa usada para a fabricação das bobinas é garantida através do sistema SAP, que armazena as propriedades químicas e mecânicas do aço utilizado e todas as dimensões reais de cada tubo produzido.



Porto de Itapoá, SC

## Projetos



**Barramento A**  
Local: Santa Cruz do Escalvado, MG  
Produtos: Sistema PAZ



**Ponte de São João da Barra**  
Local: São João da Barra, RJ  
Produto: Camisas metálicas



Aduтора Capim Branco, MG



## Range de produção

Inúmeras combinações de diâmetro externo (610 mm a 2032 mm), espessura (6,3 mm a 17,48 mm) e grau de aço podem ser produzidos por encomenda. Outras medidas poderão ser fornecidas mediante consulta prévia.

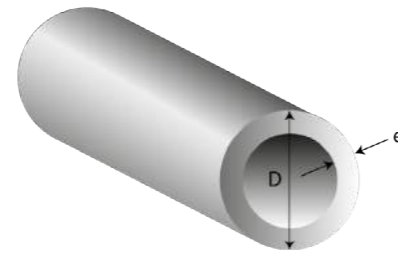
### Cálculo da massa linear dos tubos, em kg/m:

$$\text{Massa} = (D - e) \times e \times 0,24661$$

Onde:

D = diâmetro externo (mm)

e = espessura da parede (mm)



### Massa linear das principais dimensões de tubos, expressas em kg/m:

Espessura	Diâmetro externo																													
	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	
mm	610	660	711	762	813	864	914	965	1016	1067	1118	1168	1219	1270	1321	1372	1422	1473	1524	1575	1626	1676	1727	1778	1829	1880	1930	1981	2032	
1/4	6,35	94	102	110	118	126	134	142	150	158	166																			
5/16	7,94	118	128	138	148	158	167	177	187	197	207	217	227	237																
3/8	9,53	141	153	165	177	189	201	213	224	236	248	260	272	284	296	308	320	332	344	356	368	380	392	403	415	427	439	451	463	475
7/16	11,11	164	178	192	206	220	234	248	261	275	289	303	317	331	345	359	373	387	401	415	429	442	456	470	484	498	512	526	540	554
1/2	12,7	187	203	219	235	251	267	282	298	314	330	346	362	378	394	410	426	442	457	473	489	505	521	537	553	569	585	601	617	632
9/16	14,29	210	228	246	263	281	299	317	335	353	371	389	407	425	442	460	478	496	514	532	550	568	586	604	621	639	657	675	693	711
5/8	15,8				292	312	332	352	372	392	411	431	451	471	491	511	531	551	571	590	610	630	650	670	690	710	730	750	769	789
11/16	17,46								452	474	496	518	539	561	583	605	627	649	671	693	714	736	758	780	802	824	846	868		

\*mediante consulta prévia

### Tolerâncias dimensionais

	Diâmetro externo	Espessura	Massa	Alinhamento
<b>ASTM A252</b>	-/+ 1%	-12,5%	-5% / +15%	-
<b>AWWA C220</b>	1% (máx. 6,05 mm)	-6% (máx. 0,256 mm)	-	2%

### Propriedades mecânicas dos principais tipos de aço utilizados para a fabricação de tubos estruturais

	ASTM A36	ASTM A572					API 5L PSL							CST	CST	
		Gr 42	Gr50	Gr 55	Gr 60	Gr 65	B	X42	X46	X52	X56	X60	X65	X70	COR 400	COR 500
<b>LE mín. (MPa)</b>	250	290	345	380	415	450	245	290	320	360	390	415	450	485	300	345
<b>LR mín. (MPa)</b>	400-550	415	450	485	520	550	415	415	435	460	490	520	535	570	400	500

### Serviços adicionais e acessórios

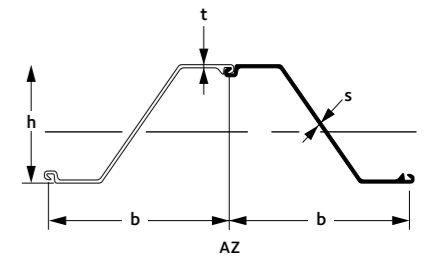
Mediante solicitação podemos agregar serviços adicionais aos tubos para entregá-los na obra prontos para serem instalados:

- Pintura protetiva
- Conectores soldados
- Anéis de reforço
- Anéis de acoplamento
- Tampões

## Estacas Pranchas AZ®

As características únicas das estacas pranchas AZ® são a forma contínua de sua alma e a localização específica do conector fora da linha neutra do perfil, com influência positiva no módulo de seção e as seguintes vantagens:

- Relação extremamente competitiva entre módulo de seção e massa
- Maior inércia, para reduzir deflexões
- Sem redução da resistência devido à flexão da linha neutra ou deslocamento do eixo neutro
- Maior largura, resultando em excelente performance de instalação
- Boa resistência à corrosão, com maior espessura nos pontos críticos de oxidação
- Disponíveis em aços de alta resistência para possibilitar o uso de estacas mais leves



Perfil	Largura		Altura h (mm)	Espessura t (mm)	Espessura s (mm)	Área seção transversal (cm²/m)	Massa		Momento de inércia (cm⁴/m)	Módulo flexão elástico (cm³/m)	Momento estático (cm³/m)	Módulo de seção plástico (cm²/m)
	Simples b (mm)	Duplas b+b (mm)					Estaca (kg/m)	Parede (kg/m²)				
<b>AZ® 700 e AZ® 770</b>												
<b>AZ 12-770</b>	770	1540	344	8,5	8,5	120	72,6	94	21430	1245	740	1480
<b>AZ 13-770</b>	770	1540	344	9,0	9,0	126	76,1	99	22360	1300	775	1546
<b>AZ 14-770</b>	770	1540	345	9,5	9,5	132	79,5	103	23300	1355	805	1611
<b>AZ 14-770-10/10</b>	770	1540	345	10,0	10,0	137	82,9	108	24240	1405	840	1677
<b>AZ 12-700</b>	700	1400	314	8,5	8,5	123	67,7	97	18880	1205	710	1415
<b>AZ 13-700</b>	700	1400	315	9,5	9,5	135	74,0	106	20540	1305	770	1540
<b>AZ 13-700-10/10</b>	700	1400	316	10,0	10,0	140	77,2	110	21370	1355	800	1600
<b>AZ 14-700</b>	700	1400	316	10,5	10,5	146	80,3	115	22190	1405	835	1665
<b>AZ 17-700</b>	700	1400	420	8,5	8,5	133	73,1	104	36230	1730	1015	2027
<b>AZ 18-700</b>	700	1400	420	9,0	9,0	139	76,5	109	37800	1800	1060	2116
<b>AZ 19-700</b>	700	1400	421	9,5	9,5	146	80,0	114	39380	1870	1105	2206
<b>AZ 20-700</b>	700	1400	421	10,0	10,0	152	83,5	119	40960	1945	1150	2296
<b>AZ 24-700</b>	700	1400	459	11,2	11,2	174	95,7	137	55820	2430	1435	2867
<b>AZ 26-700</b>	700	1400	460	12,2	12,2	187	102,9	147	59720	2600	1535	3070
<b>AZ 28-700</b>	700	1400	461	13,2	13,2	200	110,0	157	63620	2760	1635	3273
<b>AZ 36-700N</b>	700	1400	499	15,0	11,2	216	118,6	169	89610	3590	2055	4110
<b>AZ 38-700N</b>	700	1400	500	16,0	12,2	230	126,4	181	94840	3795	2180	4360
<b>AZ 40-700N</b>	700	1400	501	17,0	13,2	244	134,2	192	100080	3995	2305	4605
<b>AZ 42-700N</b>	700	1400	499	18,0	14,0	259	142,1	203	104930	4205	2425	4855
<b>AZ 44-700N</b>	700	1400	500	19,0	15,0	273	149,9	214	110150	4405	2550	5105
<b>AZ 46-700N</b>	700	1400	501	20,0	16,0	287	157,7	225	115370	4605	2675	5350
<b>AZ 48-700</b>	700	1400	503	22,0	15,0	288	158,5	226	119650	4755	2745	5490
<b>AZ 50-700</b>	700	1400	504	23,0	16,0	303	166,3	238	124890	4955	2870	5735
<b>AZ 52-700</b>	700	1400	505	24,0	17,0	317	174,1	249	130140	5155	2990	5985
<b>AZ®-750</b>												
<b>AZ 28-750</b>	750	1500	509	12,0	10,0	171	100,8	134	71540	2810	1620	3245
<b>AZ 30-750</b>	750	1500	510	13,0	11,0	185	108,8	145	76670	3005	1740	3485
<b>AZ 32-750</b>	750	1500	511	14,0	12,0	198	116,7	156	81800	3200	1860	3720
<b>AZ®</b>												
<b>AZ 18</b>	630	1260	380	9,5	9,5	150	74,4	118	34200	1800	1050	2104
<b>AZ 18-10/10</b>	630	1260	381	10,0	10,0	157	77,8	123	35540	1870	1095	2189
<b>AZ 26</b>	630	1260	427	13,0	12,2	198	97,8	155	55510	2600	1530	3059
<b>AZ 46</b>	580	1160	481	18,0	14,0	291	132,6	229	110450	4595	2650	5295
<b>AZ 48</b>	580	1160	482	19,0	15,0	307	139,6	241	115670	4800	2775	5553
<b>AZ 50</b>	580	1160	483	20,0	16,0	322	146,7	253	121060	5015	2910	5816



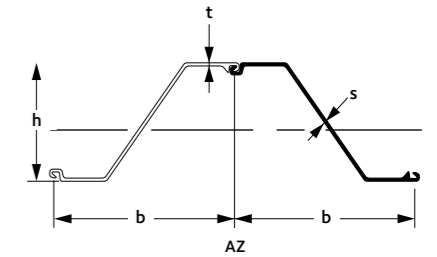


Complexo Viário Arena de Dunas, RN

## Nova Série AZ® 800

A nova geração de estacas prancha AZ, com 800 mm de largura, apresenta ainda mais vantagens:

- Largura maior reduz o número de elementos necessários, facilita o manuseio e consequentemente reduz o tempo de instalação
- Adequadas a todos os tipos de solo
- Excelente cravabilidade com os equipamentos disponíveis no mercado
- Elevado momento de inércia reduz as deformações sob carregamento



Perfil	Largura		Altura h (mm)	Espessura			Área seção transversal (cm <sup>2</sup> /m)	Massa		Momento de inércia (cm <sup>4</sup> /m)	Módulo flexão elástico (cm <sup>2</sup> /m)	Momento estático (cm <sup>3</sup> /m)	Módulo de seção plástica (cm <sup>3</sup> /m)
	Simples b (mm)	Duplas b+b (mm)		t (mm)	s (mm)	Estaca (kg/m)		Parede (kg/m <sup>2</sup> )					
<b>AZ® 800</b>													
<b>AZ 18-800</b>	800	1600	449	8,5	8,5	129	80,7	100,9	41320	1840	1065	2135	
<b>AZ 20-800</b>	800	1600	450	9,5	9,5	141	88,6	110,7	45050	2000	1165	2330	
<b>AZ 22-800</b>	800	1600	451	10,5	10,5	153	96,4	120,5	48790	2165	1260	2525	
<b>AZ 23-800</b>	800	1600	474	11,5	9,0	151	94,6	118,2	55260	2330	1340	2680	
<b>AZ 25-800</b>	800	1600	475	12,5	10,0	163	102,6	128,2	59410	2500	1445	2890	
<b>AZ 27-800</b>	800	1600	476	13,5	11,0	176	110,5	138,1	63570	2670	1550	3100	

## Projetos



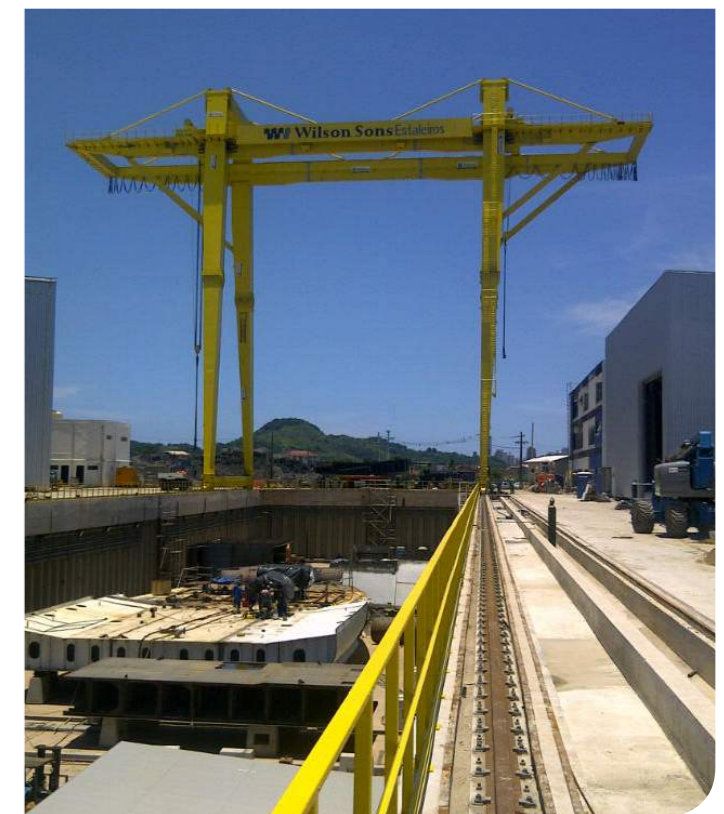
Comperj, RJ



Complexo Viário Arena das Dunas  
Local: Natal, RN  
Produtos: AU™ 14 e AZ® 19-700



Contenção de Rejeitos  
Local: Brumadinho, MG  
Produto: AZ® 19-700



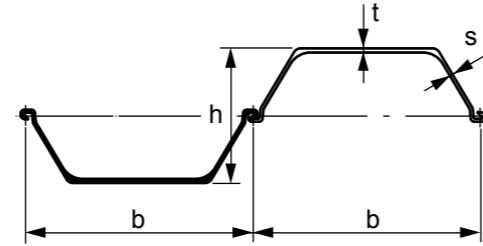
Estaleiro Wilson Sons  
Local: Guarujá, SP  
Produtos: AZ® 14-700 AZ® 37-700



## Estacas Pranchas AU™/PU®/GU™

São inúmeras as vantagens das estacas prancha tipo U:

- Vasta gama de modelos com características geométricas variadas possibilita a opção técnica e economicamente ideal para cada projeto
- Fácil fixação de tirantes e acessórios giratórios, mesmo debaixo d'água
- A forma simétrica dos elementos individuais torna estes modelos particularmente convenientes para reuso
- Boa resistência à corrosão, com maior espessura nos pontos críticos de oxidação
- Disponíveis em aços de alta resistência para possibilitar o uso de estacas mais leves



Perfil	Largura b (mm)	Altura h (mm)	Espessura		Área seção transversal (cm²/m)	Massa		Momento de inércia (cm⁴/m)	Módulo flexão elástico (cm³/m)	Momento estático (cm³/m)	Módulo de seção plástico (cm²/m)
			t (mm)	s (mm)		Estaca (kg/m)	Parede (kg/m²)				
<b>AU™</b>											
AU 14	750	408	10,0	8,3	132	77,9	104	28680	1405	820	1663
AU 16	750	411	11,5	9,3	147	86,3	115	32850	1600	935	1891
AU 18	750	441	10,5	9,1	150	88,5	118	39300	1780	1030	2082
AU 20	750	444	12,0	10,0	165	96,9	129	44440	2000	1155	2339
AU 23	750	447	13,0	9,5	173	102,1	136	50700	2270	1285	2600
AU 25	750	450	14,5	10,2	188	110,4	147	56240	2500	1420	2866
<b>PU®</b>											
PU 12	600	360	9,8	9,0	140	66,1	110	21600	1200	715	1457
PU 12S	600	360	10,0	10,0	151	71	118	22660	1260	755	1543
PU 18-1	600	430	10,2	8,4	154	72,6	121	35950	1670	980	1988
PU 18	600	430	11,2	9,0	163	76,9	128	38650	1800	1055	2134
PU 18+1	600	430	12,2	9,5	172	81,1	135	41320	1920	1125	2280
PU 22 -1	600	450	11,1	9,0	174	81,9	137	46380	2060	1195	2422
PU 22	600	450	12,1	9,5	183	86,1	144	49460	2200	1275	2580
PU 22 +1	600	450	13,1	10,0	192	90,4	151	52510	2335	1355	2735
PU 28-1	600	452	14,2	9,7	207	97,4	162	60580	2680	1525	3087
PU 28	600	454	15,2	10,1	216	101,8	170	64460	2840	1620	3269
PU 28+1	600	456	16,2	10,5	226	106,2	177	68380	3000	1710	3450
PU 32	600	452	19,5	11,0	242	114,1	190	72320	3200	1825	3687



**Concessionária FORD**  
Local: São João do Meriti, RJ  
Produtos: AU™ 14



**Enseadeira SEMASA**  
Local: Itajaí, SC  
Produto: AU™ 14

Perfil	Largura b (mm)	Altura h (mm)	Espessura		Área seção transversal (cm²/m)	Massa		Momento de inércia (cm⁴/m)	Módulo flexão elástico (cm³/m)	Momento estático (cm³/m)	Módulo de seção plástico (cm²/m)
			t (mm)	s (mm)		Estaca (kg/m)	Parede (kg/m²)				
<b>GU™</b>											
GU 6N	600	309	6,0	6,0	89	41,9	70	9670	625	375	765
GU 7N	600	310	6,5	6,4	94	44,1	74	10450	675	400	825
GU 7S	600	311	7,2	6,9	98	46,3	77	11540	740	440	900
GU 8N	600	312	7,5	7,1	103	48,5	81	12010	770	460	935
GU 8S	600	313	8,0	7,5	108	50,8	85	12800	820	490	995
GU 10N	600	316	9,0	6,8	118	55,8	93	15700	995	565	1160
GU 11N	600	318	10,0	7,4	128	60,2	100	17450	1095	630	1280
GU 12N	600	320	11,0	8,0	137	64,6	108	19220	1200	690	1400
GU 13N	600	418	9,0	7,4	127	59,9	100	26590	1270	755	1535
GU 14N	600	420	10,0	8,0	136	64,3	107	29410	1400	830	1685
GU 15N	600	422	11,0	8,6	146	68,7	115	32260	1530	910	1840
GU 16N	600	430	10,2	8,4	154	72,6	121	35950	1670	980	1988
GU 18N	600	430	11,2	9,0	163	76,9	128	38650	1800	1055	2134
GU 20N	600	430	12,2	9,5	172	81,1	135	41320	1920	1125	2280
GU 21N	600	450	11,1	9,0	174	81,9	137	46380	2060	1195	2422
GU 22N	600	450	12,1	9,5	183	86,1	144	49460	2200	1275	2580
GU 23N	600	450	13,1	10,0	192	90,4	151	52510	2335	1355	2735
GU 16-400	400	290	12,7	9,4	197	62,0	155	22580	1560	885	1815
GU 18-400	400	292	15,0	9,7	221	69,3	173	26090	1785	1015	2080

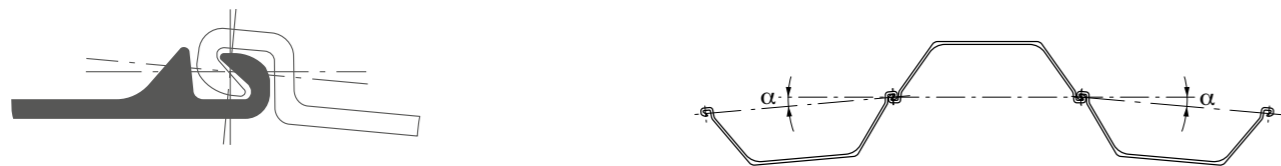


**Ponte do Paiva**  
Local: Recife, PE  
Produtos: GU™ 6N



## Conectores

Todas as estacas AZ®, AU™, GU™ e PU® possuem conectores tipo Larssen de acordo com a norma EN 10248 e podem ser conectadas umas às outras.



Ângulo de rotação teórico do conector:  $\alpha$  máx = 5°

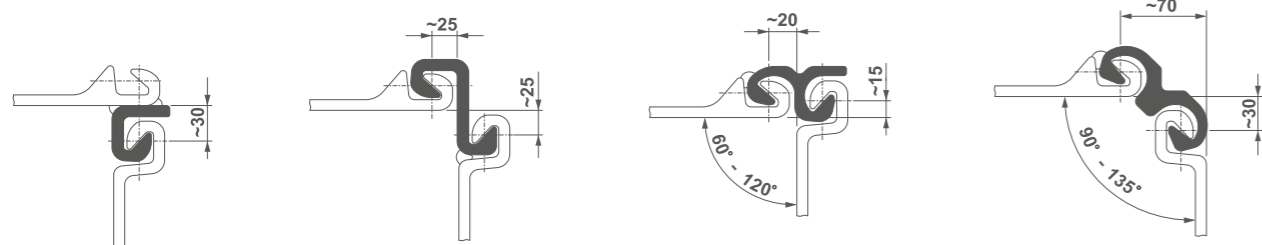
## Conectores de Canto

C9  
Massa - 9,3 kg/m

C14  
Massa - 14,4 kg/m

DELTA 13  
Massa - 13,1

OMEGA 18  
Massa - 18,0



Os conectores de canto especiais possibilitam formar os perfis de canto ou junção sem usar perfis especiais. Os conectores de canto são fixados à estaca prancha de acordo com a Norma EN 12063.

Diferentes especificações de soldagem estão disponíveis mediante solicitação. Os conectores de canto são encaixados e soldados com um recuo de 200 mm a partir da parte superior dos perfis.



Porto de Pecém, CE

## Projetos



**Desvio Rio Joana**  
Local: Barra da Tijuca, RJ  
Produto: GU™ 14N, AZ® 17-700, AZ® 19-700

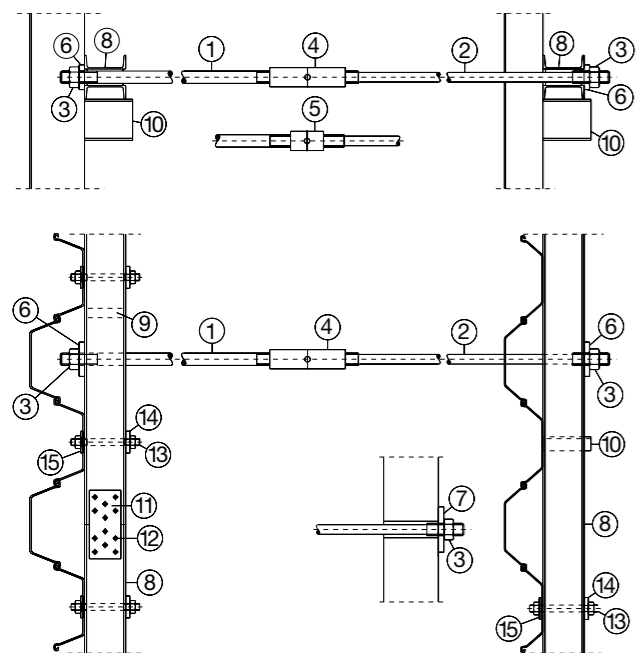


Porto de Itaguá, RJ



## Sistema de Ancoragem

É comum paredes de contenção de estacas prancha precisarem de suporte complementar na parte superior, além da ficha no solo. Ensecadeiras temporárias geralmente usam perfis ou estroncas dentro da escavação. Paredes de contenção permanentes são geralmente ancoradas com um sistema de tirantes ligados a uma parede instalada a determinada distância atrás da parede principal. Outros sistemas de ancoragem também podem ser usados. A figura mostra uma conexão típica de tirantes horizontais para paredes de estacas pranchas de tipo U, com os seguintes componentes:



- 1 Tirante frontal ponta rosqueada
- 2 Tirante rosca extremidade alargada
- 3 Porca
- 4 Acoplador extensor
- 5 Acoplador
- 6 Chapa de apoio
- 7 Chapa de apoio
- 8 Longarina
- 9 Espaçador
- 10 Suporte para longarina
- 11 Chapa de emenda
- 12 Parafusos para chapa de emenda
- 13 Parafusos de fixação
- 14 Chapa de fixação
- 15 Chapa de fixação



Sistema de Ancoragem

## Estacas Pranchas Planas AS 500

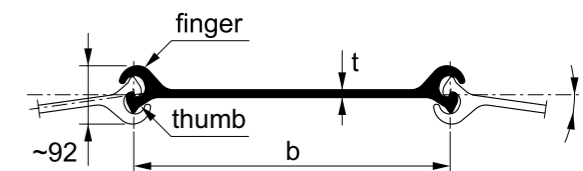
As estacas pranchas ArcelorMittal Projects com alma contínua são as mais resistentes do mundo.

Graças ao contato triplo entre os conectores, uma tração de até 6.000 kN/m pode ser obtida.

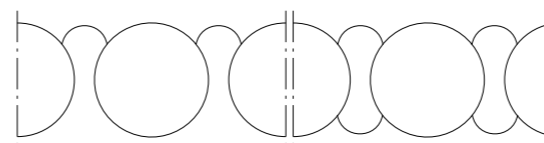
Perfil	Largura	Espessura	Máxima resistência à tração (kN/m)	Ângulo de desvio (°)	Área seção transversal (cm <sup>2</sup> )	Massa		Módulo flexão elástico (cm <sup>3</sup> /estaca)	Momento de inércia (cm <sup>4</sup> /estaca)
	b (mm)	t (mm)				Estaca (kg/m)	Parede (kg/m <sup>2</sup> )		
AS 500-9.5	500	9,5	3000	4,5	81,3	63,8	128	46	168
AS 500-11.0	500	11,0	3500	4,5	89,4	70,2	140	49	186
AS 500-12.0	500	12,0	4500	4,5	94,6	74,3	149	51	196
AS 500-12.5	500	12,5	5500	4,5	97,2	76,3	153	51	201
AS 500-12.7	500	12,7	5500	4,5	98,2	77,1	154	51	204
AS 500-13.0	500	13,0	6000	4,5	100,6	79,0	158	54	213

Observações:

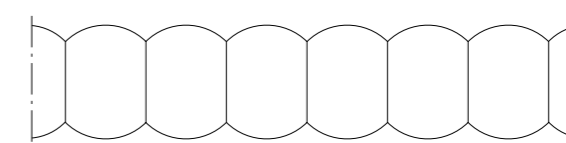
1. A largura efetiva a ser considerada para fins de instalação (layout) é de 503 mm para todas as estacas planas AS 500.
2. Ângulo de desvio máximo de 4° para perfis de comprimento > 20 m.



## Tipos de Células



Células circulares com estacas pranchas de junção de 35° e um ou dois arcos de conexão.



Células de diafragma com estacas pranchas de junção com 120°.

As seguintes resistências à tração dos conectores podem ser garantidas:

Perfil	F <sub>máx</sub> (kN/m)*
AS 500-9.5	3500
AS 500-11.0	4000
AS 500-12.0	5000
AS 500-12.5	5500
AS 500-12.7	5500
AS 500-13.0	6000

\*para grau de aço relacionado e informações adicionais, favor entrar em contato conosco.

Para verificação da resistência das estacas pranchas, tanto o escoamento da alma como a falha do conector devem ser considerados.



Marina Pez Vela, Costa Rica

## Instalação de Célula Circular

1. Instalação de gabarito (template)



2. Encaixe até o fechamento da célula



3. Cravação das estacas prancha







Barramento B, MG

# Projetos



Garagem Charitas, RJ

## Especificações das Estacas Prancha

### Características do Aço

Os perfis AZ®, AU™, PU®, AS e HZ podem ser entregues nos graus de aço baseados na Norma EN 10248-1, mencionados abaixo.

Grau de aço EN 10248	Limite escoamento mínimo (N/mm <sup>2</sup> )	Limite resistência mínimo (N/mm <sup>2</sup> )	Alongamento mínimo L <sup>o</sup> = 5,65 √S <sub>o</sub> (%)	Composição química (% máx.)					
				C	Mn	Si	P	S	N
S 240 GP	240	340	26	0,25	-	-	0,055	0,055	0,011
S 270 GP	270	410	24	0,27	-	-	0,055	0,055	0,011
S 320 GP	320	440	23	0,27	1,70	0,60	0,055	0,055	0,011
S 355 GP	355	480	22	0,27	1,70	0,60	0,055	0,055	0,011
S 390 GP	390	490	20	0,27	1,70	0,60	0,050	0,050	0,011
S 430 GP	430	510	19	0,27	1,70	0,60	0,050	0,050	0,011
S 460 AP*	460	550	17	0,27	1,70	0,60	0,050	0,050	0,011

\*especificação ArcelorMittal

Outras especificações, como S 460 AP, ASTM A572 e aços especiais com melhor performance contra corrosão, como AMLoCor e ASTM A 690, ou aços com adição de cobre podem ser fornecidos mediante solicitação.

### Tabela de Equivalência de Aços

Europa	EN 10248	S 270 GP	S 320 GP	S 355 GP	S 390 GP	S 430 GP	S 460 AP
EUA	ASTM	A 328	-	A 572 Gr. 50; A 690	A 572 Gr. 55	A 572 Gr. 60	A 572 Gr. 65
Canadá	CSA	Gr. 260 W	Gr. 300 W	Gr. 350 W	Gr. 400 W	-	-
Japão	JIS	SY 295	-	-	SY 390	-	-

### Tolerâncias

Tolerâncias	AU™, PU®, GU™	AZ®	AS 500®	HZ®-M
Massa <sup>1</sup>	± 5%	± 5%	± 5%	± 5%
Comprimento (L) <sup>2</sup>	± 200 mm	± 200 mm	± 200 mm	± 200 mm
Altura (h) <sup>2</sup>	H ≤ 200 mm: ± 4 mm			
	H > 200 mm: ± 5 mm	H ≥ 300 mm: ± 7 mm	-	H ≥ 500 mm: ± 7 mm
Espessura (t,s)	t, s ≤ 8,5 mm: ± 0,5 mm	t, s ≤ 8,5 mm: ± 0,5 mm	t > 8,5 mm: ± 6%	t, s > 12,5 mm: - 1,5 mm / - 2,5 mm
	t, s > 8,5 mm: ± 6%	t, s > 8,5 mm: ± 6%		
Largura estaca individual (b)				± 2% b
Largura estaca dupla (2b)				± 3% (2b)
Retilidade (q)				≤ 0,2% L
Extremidades fora de esquadro				± 2% b

<sup>1</sup> Da massa total entregue    <sup>2</sup> Da peça simples



Paimado, Colômbia



## Sistema de Paredes Combinadas

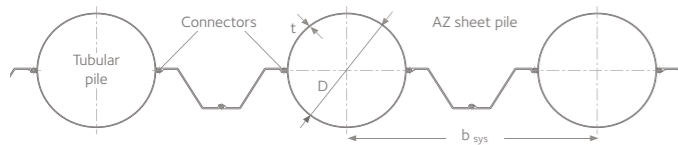
As estacas pranchas de aço podem ser facilmente unidas para formar paredes combinadas com grande resistência à flexão.

Os sistemas mais comuns são formados por estacas prancha AZ® como elementos intermediários combinadas com perfis HZ®-M ou tubos de aço como elementos primários, ou "king pile".

## Sistema de Parede Combinada PAZ

A combinação PAZ é um sistema de parede mista composto por tubos e estacas prancha AZ® unidos por conectores especiais do tipo C9 soldados aos tubos.

Neste sistema, as estacas prancha intermediárias AZ® transferem as cargas do solo para os tubos, que absorvem os carregamentos verticais integralmente e possibilitam que as estacas prancha AZ® sejam mais curtas do que os elementos primários, gerando economia de material.



O módulo de resistência equivalente  $W_{sys}$  e o momento de inércia  $I_{sys}$  da parede combinada são determinados pelas seguintes fórmulas:

$$I_{sys} = \frac{I_{king\ pile} + I_{ssp}}{b_{sys}}$$

$$W_{sys} = \frac{10 \cdot I_{sys}}{D/2}$$

$$I_{king\ pile} = \frac{\pi}{6.4 \cdot 10^5} \cdot D^4 - (D-2t)^4$$

- $I_{sys}$  [cm<sup>4</sup>/m]: momento de inércia da parede combinada
- $W_{sys}$  [cm<sup>3</sup>/m]: módulo resistência elástico da parede combinada
- $I_{king\ pile}$  [cm<sup>4</sup>]: momento de inércia do tubo
- $I_{ssp}$  [cm<sup>4</sup>]: momento de inércia da estaca prancha intermediária
- $b_{sys}$  [m]: largura do sistema
- $D$  [mm]: diâmetro externo do tubo
- $t$  [mm]: espessura do tubo

Nossa ferramenta de cálculo online está disponível para iOS e Android no aplicativo da ArcelorMittal Projects.



Os elementos primários das paredes combinadas também atuam como perfis de fundação, suportando cargas verticais elevadas, como por exemplo, cargas de guindastes, e as estacas prancha intermediárias agem principalmente como elementos de contenção do solo e de transferência de carga.



**Barramento B**  
Local: Santa Cruz do Escalvado, MG  
Produto: Sistema PAZ

## Exemplos de sistema PAZ com estacas prancha intermediárias AZ® 19-700 Dupla

Tubos		Sistema PAZ com estaca prancha intermediária AZ® 19-700 Dupla				
Diâmetro (mm)	Espessura (mm)	$b_{sys}$ (m)	$M_{60\%}^{(1)}$ (kg/m <sup>2</sup> )	$M_{80\%}^{(2)}$ (kg/m <sup>2</sup> )	$I_{sys}$ (cm <sup>4</sup> /m)	$W_{sys}$ (cm <sup>3</sup> /m)
914	10	2,374	134	148	145440	3185
914	12	2,374	153	166	168920	3695
914	14	2,374	171	185	192090	4205
1016	12	2,476	159	172	214910	4230
1016	14	2,476	178	191	245690	4835
1016	16	2,476	198	211	276090	5435
1219	14	2,679	191	203	379690	6230
1219	16	2,679	213	225	428970	7040
1219	18	2,679	235	247	477760	7840
1422	16	2,882	226	237	625160	8795
1422	18	2,882	250	261	698040	9820
1422	20	2,882	273	284	770280	10835
1524	16	2,984	232	242	740640	9720
1524	18	2,984	256	267	827700	10860
1524	20	2,984	281	291	914070	11995
1626	16	3,086	237	247	867640	10670
1626	18	3,086	262	273	970330	11935
1626	20	3,086	288	298	1072250	13190
1829	16	3,289	247	256	1155290	12635
1829	18	3,289	274	283	1293400	14145
1829	20	3,289	300	310	1430580	15645

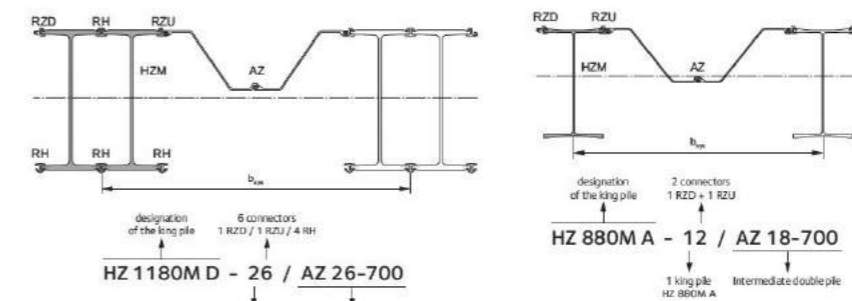
- <sup>(1)</sup>  $M_{60\%}$ : massa da parede combinada com comprimento da estaca prancha intermediária e conectores igual a 60% do comprimento dos tubos.
- <sup>(2)</sup>  $M_{80\%}$ : massa da parede combinada com comprimento da estaca prancha intermediária e conectores igual a 80% do comprimento dos tubos.

## Sistema de Parede Combinada HZ®/AZ®

A combinação HZ-M/AZ® é um sistema de parede mista composto de:

- Estacas pranchas primárias HZ®-M como elemento primário de elevada capacidade de carga
- Estacas pranchas AZ® como elementos intermediários
- Conectores especiais (RH/RZD/RZU)

O sistema é formado pela combinação de suportes estruturais compostos de um ou dois perfis principais HZ-M alternados com estacas prancha AZ® duplas.



Os elementos primários HZ-M com sulcos usinados nos flanges e espessura de até 40 mm realizam duas funções estruturais diferentes:

- Contenção de solo e água
- Estacas para cargas verticais

As estacas prancha intermediárias AZ® atuam como elementos de contenção do solo e transferência de carga, podendo ser mais curtas do que os perfis HZM.



## Exemplos de combinações HZM... - 12 com estacas prancha AZ® 18-700 (b sys = 1.927 mm)

Perfil	Área seccional (cm <sup>2</sup> /m)	Momento de inércia (cm <sup>4</sup> /m)	Módulo resistência elástico <sup>(1)</sup> (cm <sup>3</sup> /m)	Módulo resistência elástico <sup>(2)</sup> (cm <sup>3</sup> /m)	Massa <sup>(3)</sup>		Área revestimento Lado água (m <sup>2</sup> /m)
					Massa <sub>100%</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	Massa <sub>60%</sub> (kg/m <sup>2</sup> )	
HZ 880M A	274,1	240500	5380	6160	215	177	2,48
HZ 880M B	290,5	259000	5820	6560	228	190	2,48
HZ 880M C	298,0	271570	6100	6850	234	196	2,48
HZ 1080M A	315,5	443030	7745	8690	248	209	2,47
HZ 1080M B	327,5	476790	8340	9295	257	219	2,47
HZ 1080M C	349,0	517420	9065	10010	274	235	2,48
HZ 1080M D	366,4	557070	9735	10720	288	249	2,48
HZ 1180M A	380,4	586870	10220	11255	299	260	2,48
HZ 1180M B	389,3	613030	10680	11705	306	267	2,48
HZ 1180M C	406,5	651410	11275	12410	319	280	2,49
HZ 1180M D	420,2	681600	11830	12895	330	291	2,50

<sup>(1)</sup> Referência à parte externa da aba do HZM.

<sup>(2)</sup> Referência à parte externa do conector.

<sup>(3)</sup> LRH = LHZM; LRZU = LRZD; Massa 100: LAZ = 100% LHZM; Massa 60: LAZ = 60% LHZM.

Consulte todas as combinações no site: [http://www.arcelormittal.com/sheetpiling/uploads/files/AMCRPS\\_HZM-AZ\\_GB\\_2013\\_web.pdf](http://www.arcelormittal.com/sheetpiling/uploads/files/AMCRPS_HZM-AZ_GB_2013_web.pdf)



Contenção de Rejeitos Brumadinho, MG

## Projetos



Terminal BPort  
Local: Porto do Açu, RJ



Terminal BPort  
Local: Porto do Açu, RJ



Porto de Mucuripe, CE



## Aluguel de Estacas Prancha

Visando atender à crescente demanda de soluções rápidas, seguras e eficazes para obras de contenção temporárias, oferecemos serviço de locação de estacas prancha de aço laminadas a quente em todo território nacional.

Principais vantagens:

- Execução extremamente rápida
- Podem ser reutilizadas diversas vezes
- Conectores laminados proporcionam estanqueidade à parede
- Grandes escavações com segurança
- Instalação simples com baixo custo de mobilização
- Maior segurança (baixa mobilização de pessoal)
- Obra sem resíduos, rejeitos ou contaminantes
- Canteiro de obras enxuto



**Poço do Elevador**  
Local: Belém, PA  
Produto: GU™ 13N

Principais aplicações temporárias:

- Escoramento de valas
- Canalizações de rios
- Estações de tratamento e bombeamento
- Ensecadeiras
- Contenção de subsolos e poços de elevador
- Moegas e túneis de grãos
- Contenção de taludes
- Escavações temporárias
- Estabilização de encostas



**Moega**  
Local: Imbituba, SC  
Produto: AU™ 14, AZ® 17-700

Alguns dos modelos de estacas prancha disponíveis para aluguel: PU 8HWS, AU 14, GU 6N, GU 8N, GU 13N, GU 14N, AZ 12-700, AZ 19-700, AZ 26-700



**UTE GE Power**  
Local: Aracajú, SE  
Produtos: GU™ 6N, GU™ 8N, GU™ 13N



**ETE do Fragoso**  
Local: Olinda, PE  
Produto: GU™ 6N

## Instalação de Estacas Prancha

A escolha do equipamento é crucial para o sucesso da cravação. De modo geral essa definição é orientada pelo peso e tamanho das estacas prancha em relação à profundidade e características do solo e pelas necessidades da obra e especificações de projeto, tais como interferências e disponibilidade de espaço físico. A instalação de estacas prancha pode ser realizada por meio de percussão ou vibração, sendo que os diferentes tipos de martelos vibratórios podem ser acoplados tanto a guindastes (telescópicos ou treliçados, sobre esteira ou patolados) quanto a escavadeiras, dependendo do caso.

A AMP possui vasta experiência na instalação de elementos metálicos em diversos tipos de obra e presta serviços de instalação e retirada de estacas prancha, oferecendo uma solução completa, desde a engenharia até o produto instalado.

### Vantagens

A AMP une expertise na execução, equipamentos de ponta, produtos de alta qualidade ArcelorMittal e assistência técnica diferenciada:

#### • Rapidez de Execução

A técnica de cravação de estacas prancha através da vibração ou percussão permite executar o projeto em velocidade superior às demais soluções de engenharia, reduzindo o cronograma da obra e gerando economia na alocação de equipamentos e custos diretos e indiretos.

#### • Segurança dos Trabalhadores

A instalação de estacas prancha metálicas demanda pouca mobilização de pessoal e por um curto período de tempo, reduzindo a exposição de trabalhadores ao risco e tornando a obra mais segura.

#### • Limpeza e Qualidade da Obra

A aplicação de elementos metálicos não gera nenhum tipo de resíduo líquido (água, concreto, polímeros, etc.), mantendo a frente de serviço sempre limpa, organizada e, conseqüentemente, mais segura.

#### • Atenção ao Meio Ambiente

A metodologia não agride o meio ambiente e elimina os custos de destinação de resíduos, pois não gera materiais ou contaminantes como bentonites ou polímeros. Além disso, o aço é um produto 100% reciclável.



**Escoramento de Vala Comperj**  
Local: Itaboraí, RJ  
Produtos: AU™ 14, GU™ 13N, GU™ 14N, AZ® 17-700, AZ® 19-700, AZ® 26-700



**Escoramento de Vala Comperj**

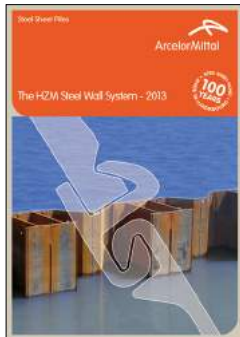


**Escoramento de Vala Comperj**



# Catálogos Técnicos

Visite nosso site e faça o download do material técnico completo:  
[www.arcelormittal.com/sheetpiling](http://www.arcelormittal.com/sheetpiling)



The HZM Steel Wall System  
 GB (2013), DE, FR, US, IT, SP, PT  
 (2011)



AS 500 Straight web steel sheet  
 piles. Design and Execution.  
 GB



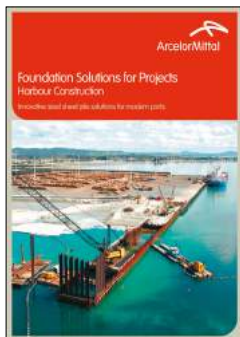
Spirally welded steel pipes  
 GB



HP bearing piles  
 GB, DE, FR, SP



Cold formed steel piles  
 GB, DE, FR, NL



Harbour construction  
 GB



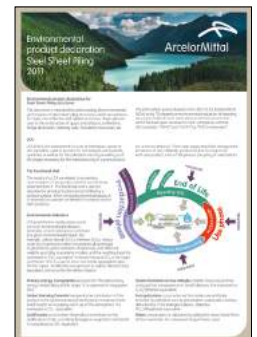
Underground car parks  
 GB, PT



Underground car parks - fire resistance  
 GB



High speed line south - NL  
 GB, FR, NL



Environmental  
 Product Declaration  
 GB



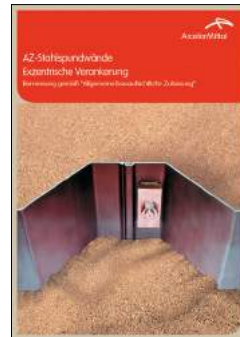
Installation of sheet piles  
 GB, DE, FR



Jetting-assisted sheet pile driving  
 GB, DE, FR



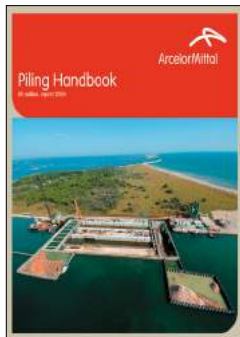
Anchoring of sheet piles  
 GB, DE



Off-centre anchoring  
 GB, DE, FR



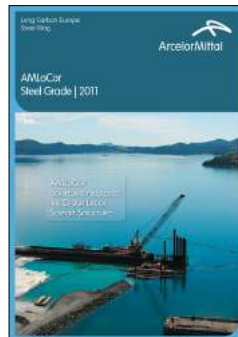
Impervious steel sheet pile walls  
 GB, DE, FR



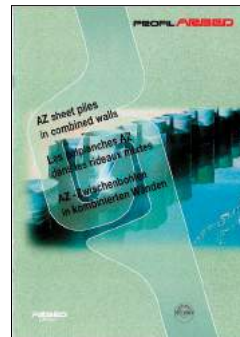
Piling handbook  
 GB  
 (Electronic file only)



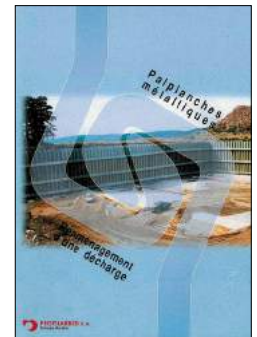
Declutching detector  
 GB, DE, FR



AMLoCor Steel Grade  
 AMLoCor 1A  
 GB, DE, RU



AZ sheet piles in combined walls  
 GB, DE, FR



Waste disposal  
 GB, DE, FR

[www.arcelormittal.com/projects/americas](http://www.arcelormittal.com/projects/americas)

Foundation Solutions – Edição: Janeiro/2019

Central de Relacionamento  
**0800 015 1221**  
[www.arcelormittal.com/sheetpiling](http://www.arcelormittal.com/sheetpiling)