



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Traballo Fin de Grao

CURSO 2020/2021

*IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA
SECUNDARIA DO ACEIRO*

Grao en Enxeñaría Mecánica

ALUMNA/O

Minerva Rivas Cabanas

TITORAS/ES

Carolina Camba Fabal

José Luís Mier Buenhombre

DATA

XULLO 2021

TÍTULO E RESUMO

IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA SECUNDARIA DO ACEIRO

A idea na que se centra este proxecto trata do deseño do proceso de descarbonización, desgasificación e redución para un aceiro inoxidable, o dimensionamento da culler na que terá lugar dita produción e o desenvolvemento da distribución das instalacións da metalurxia secundaria considerando os equipos necesarios para tal fin.

O proxecto consiste en conseguir un aceiro inoxidable proposto como obxectivo que presente un baixo índice de corrosión intergranular, primeiro mediante os cálculos necesarios para lograr as características desexadas e posteriormente desenvolvendo a descrición dos equipos necesarios para poder levar a cabo dita actividade.

IMPLANTACIÓN DE UN PROCESO DE METALURGIA SECUNDARIA DEL ACERO

La idea en la que se centra este proyecto trata del diseño del proceso de descarbonización, desgasificación y reducción para un acero inoxidable, el dimensionamento de la cuchara en la que tendrá lugar la producción y el desarrollo de la distribución de las instalaciones de la metalurgia secundaria considerando los equipos necesarios para tal fin.

El proyecto consiste en conseguir un acero inoxidable propuesto cómo objetivo que presente un bajo índice de corrosión intergranular, primero mediante los cálculos necesarios para lograr las características deseadas y posteriormente desarrollando la descripción de los equipos necesarios para poder llevar a cabo dicha actividad.

IMPLEMENTATION OF A SECONDARY STEEL METALLURGY PROCESS

The idea on which this project is focused deals with the design of the decarbonization, degassing and reduction process for a stainless steel, the dimensioning of the ladle in which the production will take place and the development of the distribution of the secondary metallurgy facilities considering the necessary equipment for this purpose.

The project consists of achieving a stainless steel proposed as an objective that presents a low index of intergranular corrosion, first by means of the necessary calculations to achieve the desired characteristics and later by developing the description of the necessary equipment to be able to carry out said activity.

ÍNDICE XERAL

Documento 1: MEMORIA

Anexo: CÁLCULOS

Documento 2: PLANOS

Documento 3: PREGO DE CONDICIÓN

Documento 4: ORZAMENTO



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABALLO FIN DE GRAO
CURSO 2020/2021**

*IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA
SECUNDARIA DO ACEIRO*

Grao en Enxeñaría Mecánica

Documento 1

MEMORIA

ÍNDICE

1 Antecedentes	M-7
2 Obxecto	M-7
3 Alcance	M-7
4 Emprazamento das instalacións.....	M-9
5 Petionario do proxecto.....	M-10
6 Normativa urbanística Concello de Mondoñedo	M-10
6.1 Normativa xeral.....	M-10
6.2 Peches de parcela	M-11
6.3 Condicións estéticas	M-12
6.4 Solo industrial	M-12
6.4.1 Ámbito de aplicación:.....	M-12
6.4.2 Condicións de edificación:	M-12
6.4.3 Condicións de uso:	M-13
6.5 Parcela S20	M-14
6.6 Parcela S21	M-15
6.7 Parcela S22	M-16
6.8 Parcela S23	M-17
7 Metalurxia secundaria	M-17
7.1 Procesos.....	M-18
7.1.1 Resume dos procesos	M-18
7.1.2 Desgasificación estática en culler (Vacuum Degassing, VD)	M-20
7.1.3 Descarburización por osíxeno en baleiro (Vacuum Oxygen Descarburisation, VOD).....	M-21
8 Xustificación do proxecto	M-22
9 Análise do proceso VOD	M-23
9.1 Fase I: Soprado de osíxeno	M-24
9.1.1 Zona reacción M/G	M-24
9.1.2 Zona reacción M/S.....	M-26
9.1.3 Cálculos xerais do metal e escoura	M-27
9.2 Fase II e III: Desgasificación e Redución	M-28
9.3 Resultados e conclusións do modelo dinámico	M-28
9.3.1 Caudal de osíxeno e tempo de soprado	M-32
9.3.2 Influencia da intensidade de axitación inferior do argón e da duración do tempo de redución	M-33
9.3.3 Influencia da presión do proceso durante a etapa de soprado	M-36

10 Optimización do proceso VOD con bombas de baleiro mecánicas.....	M-37
10.1 Soprado programado de osíxeno.....	M-37
10.2 Taxa máxima de descarbonización: limitacións do volume de reacción	M-38
10.3 Equilibrios controlados pola actividade do osíxeno	M-39
10.4 Programa de soprado	M-41
10.5 Ebulición	M-42
10.6 Descarbonización	M-43
10.6.1 Termodinámica da descarbonización.....	M-43
10.6.2 Cinemática da descarbonización	M-44
10.6.3 Control da velocidade de succión durante as fases de descarbonización	M-45
10.6.4 Control da bomba de baleiro durante as fases de soprado de osíxeno....	M-45
10.6.5 Control da bomba de baleiro durante o fervido	M-46
10.6.6 Propiedades dun sistema de baleiro mecánico	M-46
10.6.6.1 Bombas de baleiro de parafuso	M-48
10.6.6.2 Bomba de baleiro de raíces	M-49
10.6.6.3 Lugar e material de inxección de argón	M-52
10.6.6.4 Inxección de osíxeno	M-54
10.6.6.5 Sistema de depósito e subministro de argón e osíxeno	M-60
10.6.6.6 Sistema para o transporte do material fundido.....	M-62
10.6.6.7 Sistema de apertura e peche da culler.....	M-64
10.6.7 Vantaxes adicionais do sistema de baleiro	M-64
10.6.7.1 Estanquidade do sistema de baleiro	M-64
10.6.7.2 Coste operacional.....	M-64
10.6.8 Tratamento de residuos	M-64
11 Referencias.....	M-68
12 Definicións e abreviaturas	M-69
13 Glosario de símbolos	M-70

1 ANTECEDENTES

Este traballo de fin de grao nace debido á necesidade da mellora do comportamento do aceiro inoxidable ante axentes externos que poden ser orixe da perda da resistencia mecánica e inclusive da disolución do material nas veiras dos grans que compoñen o material, imposibilitando en moitos casos a súa utilización.

A Escola Politécnica Superior proxecta o inicio dunha actividade de metalurxia secundaria no polígono industrial do municipio de Mondoñedo, no cal se planea realizar as obras de adecuación e acondicionamento necesarias.

2 OBXECTO

O seguinte proxecto ten como principal obxectivo o deseño do proceso de descarbonización, desgasificación e redución do aceiro, o dimensionamento da culler na que terá lugar dita produción, ademais de realizar o desenvolvemento da distribución das instalacións da metalurxia secundaria considerando os equipos necesarios para tal fin. Estímase unha capacidade de produción anual de 85000 toneladas de aceiro inoxidable. Búscase aportar unha visión xeral da metalurxia secundaria para posteriormente centrarse en dous dos procesos que a compoñen, no caso tratado, VD e VOD.

O aceiro inoxidable é aquel caracterizado pola súa resistencia á corrosión e oxidación atmosférica, propiedade debida principalmente á presenza de cromo, que permite a formación dunha película moi fina de óxido de cromo na superficie do aceiro e é impermeable e insoluble nos medios corrosivos habituais.[1]

Segundo a Norma UNE-EN 10088-1: Aceiros inoxidables. Parte 1: Relación de aceiros inoxidables, os aceiros inoxidables son aqueles que conteñen, polo menos, un 10,5% de cromo e un máximo de 1,2% de carbono, aínda que tradicionalmente considerouse que un aceiro inoxidable é aquel que contén, como mínimo, un 12% de Cr.

3 ALCANCE

Mediante o desenvolvemento deste proxecto preténdese conseguir un aceiro inoxidable AISI 316L, o tipo L fai referencia ao seu baixo contido en carbono.

Este tipo de aceiro é austenítico, aliado con ferro, cromo, níquel, molibdeno e baixo contido en carbono que presenta unha boa resistencia á corrosión.

Este grupo de aceiros inoxidables é o que maior prestacións ten dende o punto de vista de fabricación de compoñentes e equipos, así como de comportamento en servizo. Teñen propiedades de conformacións excelentes, moi boa soldabilidade e gran resistencia aos distintos tipos de corrosión.

Segundo a ficha técnica do aceiro obxectivo deste proxecto, os aceiros inoxidables austeníticos do grupo Cr-Ni-Mo conteñen molibdeno para incrementar a resistencia á corrosión por picaduras acadando resultados moi elevados con respecto a outros aceiros inoxidables austeníticos, debido a que a presenza de molibdeno aumenta o potencial de picadura. Os do tipo L (baixo contido en C) teñen, ademais, menor susceptibilidade á corrosión intergranular, porque evítase a precipitación de carburos de Cr en aplicacións que impliquen o seu uso a temperaturas de sensibilización, como soldaduras.

¹ [1]

Por outra parte, tamén se pode valorar as aplicacións nas que son empregadas este tipo de aceiros, como a industria química ou petroquímica, alimentaria, farmacéutica e téxtil, aplicacións con soldadura, tubos e caldeiraría ou cisternas de vehículos.

A ficha técnica do aceiro inoxidable a alcanzar é,

COMPOSICIÓN QUÍMICA	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
	≤0,030	≤0,75	≤2,00	≤0,040	≤0,015	16,50-18,00	10,50-13,00	2,50-3,00

APLICACIONES
- Industria química y petroquímica
- Industria alimentaria, farmacéutica y textil
- Adornos arquitectónicos
- Aplicaciones con soldadura
- Tubos y calderería
- Cisternas de vehículos

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS EN ESTADO DE RECOCIDO	Rp _{0,2}	> 240 N/mm ²
	Rm	550 - 700 N/mm ²
	Alargamiento	> 45%
	Dureza	< 200 HB

PROPIEDADES FÍSICAS A 20°C presenta una densidad de 8 kg/dm³ y un calor específico de 500 J/kg·K

	20°C	100°C	200°C	300°C	400°C	500°C
Módulo de elasticidad (GPa)	200	194	186	179	172	165
Coefficiente medio dilatación térmica entre 20°C (10 ⁻⁶ x K ⁻¹) y	-	16	16,5	17	17,5	18
Conductividad térmica (W/m·K)	15	16	17,5	19	21	22,5
Resistividad eléctrica (Ω·mm ² /m)	0,75	0,82	0,95	1,05	1,12	1,19

SOLDADURA Los consumibles recomendados son los siguientes:

Electrodos revestidos	Alambres y varillas	Electrodos huecos
E 19 12 3 L	G 19 12 3 L (GMAW)	T 19 12 3 L
ER 316L (Si)	W 19 12 3 L (GTAW)	ER 316L (Si)
ER 317L (Si)	P 19 12 3 L (PAW)	ER 317L (Si)
	S 19 12 3 L (SAW)	
	ER 316 (Si)	
	ER 317 (Si)	

CORROSIÓN POR PICADURAS E INTERSTICIAL El acero ACX 260 es más resistente a la corrosión por picaduras y a la corrosión intersticial que el ACX 120. Los inoxidables de la familia Cr-Ni se pueden emplear en medios que contengan hasta 200 ppm de iones cloruros mientras que los de la familia Cr-Ni-Mo pueden estar en contacto con soluciones de hasta 1000 ppm.

RESISTENCIA A LA CORROSIÓN	<p>Los aceros inoxidables austeníticos de la familia Cr-Ni-Mo, presentan mejores propiedades de resistencia a la corrosión generalizada y atmosférica que los aceros inoxidables Cr-Ni.</p> <p>Presentan una velocidad de corrosión inferior a 0,10 mm/año cuando están en contacto con los siguientes medios:</p> <ul style="list-style-type: none">- Ácido fosfórico al 20% en ebullición.- Ácido sulfúrico al 20% a temperatura ambiente.- Ácido tartárico al 60% a 80°C.- Ácido acético al 50% en ebullición.- Ácido fórmico al 100% a 60°C.- Cerveza.- Leche.- Ácido oleico al 100% a 180°C.- Gasolina.
CORROSIÓN BAJO TENSIONES	<p>La corrosión bajo tensiones puede ocurrir en los aceros inoxidables austeníticos cuando están sometidos a esfuerzos de tracción en medios con iones cloruros y temperaturas superiores a 60°C.</p>
CORROSIÓN INTERGRANULAR	<p>En aplicaciones que conlleven un uso continuado en el rango de temperaturas de 450 a 850°C, u operaciones de soldadura con riesgo de sensibilización, se recomienda usar este tipo de acero (aleaciones de bajo C) para así minimizar el riesgo de corrosión intergranular.</p>
RESISTENCIA A LA OXIDACIÓN EN CALIENTE	<p>La máxima temperatura de servicio para estos tipos de aceros en aplicaciones continuas es de 920°C. Para ciclos térmicos intermitentes, la máxima temperatura de servicio es de 870°C.</p>
MANTENIMIENTO SUPERFICIAL	<p>Es imprescindible realizar periódicamente unas adecuadas prácticas de limpieza para conservar las superficies de forma indefinida y obtener las mejores prestaciones del acero inoxidable.</p> <p>Para la correcta limpieza, se recomienda el empleo de agua y jabones de tipo neutro, aplicados con una bayeta o cepillo que no arañe al inoxidable. Finalizar siempre la operación con un buen enjuagado con agua, para conseguir la completa eliminación del producto limpiador empleado.</p> <p>Se deben evitar los productos clorados. En caso de que sea imprescindible su uso, el contacto ha de ser mínimo y tiene que ir seguido por un abundante enjuagado con agua.</p>
ESPECIFICACIONES	<p>Los aceros inoxidables austeníticos del grupo Cr-Ni-Mo están incluidos en las principales normas internacionales.</p> <p>Pueden ser suministrados de acuerdo a los requerimientos de las normas EN, ASTM, ASME, AMS, QQS, MILS.</p> <p>Los inoxidables del grupo Cr-Ni-Mo están homologados según:</p> <ul style="list-style-type: none">- PED (Pressure Equipment Directive), DGRL 97/23/EG de acuerdo con EN 10028-7 y AD2000 Merkblatt W2 y W10.- Lloyd's Register of Shipping. <p>Cumplen con los requisitos de las directivas europeas de:</p> <ul style="list-style-type: none">- Industria alimentaria, RE 1935/2004.- Cromo hexavalente, ROHS.- Aparatos eléctricos, ROHS.

Ilustración 1: Ficha técnica de acero inoxidable AISI 316L da asociación Cedinox²

4 EMPRAZAMIENTO DAS INSTALACIÓNS

A planta de Metalurxia Secundaria, así como todas as instalacións necesarias para o seu correcto funcionamento, estarán localizadas no Parque Empresarial de Mondoñedo (Lugo) nas parcelas **S20, S21, S22, S23**.

Este enclave do norte da provincia de Lugo foi escollido pola súa situación privilexiada de fácil acceso pola A8 e N-634 a 20 Km da costa da Mariña Lucense e a 72 km de Lugo. Ademais de estar ben comunicado con outras zonas como A Coruña (a 118 km) ou Santiago de

² [2]

Compostela (a 158 km) tamén proporciona conexións con outras comunidades como Asturias (a 136 km de Avilés) ou Castela-León.

5 PETICIONARIO DO PROXECTO

O proxecto lévase a cabo baixo a petición da Escola Politécnica Superior de Ferrol, pertencente á UDC, como requisito para completar a formación da alumna Minerva Rivas, cumprimentando con este o Traballo de Fin de Grao da titulación de *Simultaneidade de Grao en Enxeñaría Mecánica e Enxeñaría Naval e Oceánica*.

ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR, UDC (FERROL)	
CIF	6550005-J
Domicilo Fiscal	Campus de Esteiro – c/ Mendizábal s/n
Concello	Ferrol (15403)
Provincia	A Coruña

6 NORMATIVA URBANÍSTICA CONCELLO DE MONDOÑEDO

A normativa urbanística que deberá cumprir a planta proxectada será a que foi aprobada polo Concello de Mondoñedo, xa que aí estarán emprazadas as edificacións.

Os terreos sobre os que se implantou o parque empresarial atópanse dentro da delimitación do territorio histórico do Camiño de Santiago polo que é necesario cumprir as medidas establecidas para mitigar o impacto sobre a paisaxe, cómpre sinalar que o parque non está a carón do Camiño, senón que está separado polo noiro da estrada N-634 que non forma parte do parque, polo que non é posible regular as actuacións de amortecemento previstas pola “Guía de boas prácticas para as actuacións nos Camiños de Santiago”, mais se procede a modificar as condicións das edificacións e as condicións estéticas para minimizar este impacto.

6.1 Normativa xeral

No caso de edificios independentes dentro dunha parcela, a separación mínima entre eles será de 3m.

Permítese patios abertos ou pechados. A dimensión mínima destes patios fíxase coa condición de que, en planta, se poida inscribir un círculo de diámetro igual á altura da máis alta das edificacións, se estas teñen locais susceptibles de estancia habitual de persoas; ou á metade do diámetro se os ocos ao patio pertencen a zona de paso, almacéns ou outras que non reúnan as condicións para a estancia habitual das persoas.

Permítese semisotos cando se xustifiquen debidamente, de acordo coas necesidades. Poderanse dedicar a locais de traballo cando os ocos de ventilación teñan unha superficie non menor a 1/8 da superficie útil do local.

Permítese sotos cando se xustifique debidamente. Queda prohibido utilizar os sotos como locais de traballo.

Permítese que as construcións e elementos accesorios necesarias para o adecuado funcionamento dos almacéns e industrias, tales como depósitos elevados, silos, torres de refrixeración, chemineas,..., excedan a altura máxima permitida nas edificacións.

Para determinar a superficie de ocupación en planta e a superficie construída terase en conta o exposto no apartado 1.2 destas ordenanzas, que expón que O Concello de Mondoñedo require a cooperación do IGVS (Instituto Galego da Vivenda e Solo), ao que se lle asigna a realización da política de solo e vivenda da Xunta de Galicia, e en concreto, a elaboración e proposta á Consellería dos plans e programas en materia de solo. O Concello de Mondoñedo e o IGVS asinan un convenio de colaboración para a preparación do solo industrial e execución do parque empresarial.

O IGVS determina a posibilidade de implantar un parque empresarial mediante a formulación dun proxecto sectorial que conteña a regulación detallada e pormenorizada das instalacións segundo as especificacións do Decreto 80/2000, do 23 de marzo, polo que se regulan os plans e proxectos sectoriais de incidencia supramunicipal. Proposta definitivamente aprobada en decembro do 2009.

6.2 Peches de parcela

O límite da parcelas nas aliñacións a viarias e nas liñas medianeiras, obxecto de recuamentos, materializárase cun cerramento tipo que se fixe para o parque ou, no seu caso, resolverase respectando un deseño adecuado que deberá someterse a aprobación municipal. O peche reflectirase no proxecto construtivo.

Dado que o parque está incluído dentro da delimitación do territorio histórico asociado ao Camiño de Santiago, terase en conta o disposto na “Guía de boas prácticas para as actuacións nos Camiños de Santiago”, no que respecta a materiais e cores dos cerramentos, así como das especies vexetais a plantar. Así, os materiais non previstos para quedar á vista deberán revestirse con morteiros ou con outros materiais adecuados e pintarse. No que respecta á cor dos materiais de acabado, deben evitarse as cores puras ou intensas, en especial as ocres amarelas, ocres vermellas, laranxas e granates, e optar máis ben polos tons claros e neutros. As cores brancas e grises poden ser adecuados.

Os peches das aliñacións a espazos públicos (non a viarios), realizaranse cunha banda opaca de 0,60m de altura máxima e poderase chegar ata 1,80m con sebes vexetais ou proteccións diáfanas.

No caso dos peches traseiros das parcelas que lindan coa estrada N-634, poderase eliminar a banda opaca e substituíla por un peche diáfano con sebes vexetais, de maneira que se formen pantallas que oculten as edificacións desde determinados puntos de vista ou para romper o seu perfil, de forma que o seu impacto véxase atenuado.

Os sebes vexetais realizaranse con especies autóctonas, preferentemente de especies xa existentes na zona.

A construción do cerramento común a dúas parcelas correrá a cargo da industria que primeiro se estableza debendo abonarlle a segunda o custo que correspondería á metade do cerramento tipo antes citado, debendo realizar este abono antes do comezo da construción.

No suposto de parcelas lindeiras con grandes diferenzas entre as cotas de terreo, construíranse muros seguindo o límite das parcelas, para a contención de terras, a sufragar por partes iguais entre os propietarios das dúas parcelas. Así mesmo, no caso de que se establecese unha delas en primeiro lugar, e realizase pola súa conta o muro de contención, a segunda que se establecese deberá realizar o abono correspondente a esta.^[3]

³ [3]

6.3 Condicións estéticas

Permítense os revocos sempre que estean ben terminados. As empresas beneficiarias quedarán obrigadas ao seu bo mantemento e conservación.

Tanto as paredes medianeiras como os paramentos susceptibles de posterior ampliación deberá tratarse como unha fachada, debendo ofrecer calidade de obra terminada.

Os rótulos empregados axustaranse ás normas dun correcto deseño en canto a composición e cores utilizados e realizaranse a base de materiais inalterables aos axentes atmosféricos. A empresa beneficiaria é a responsable, en todo momento, do seu bo estado de mantemento e conservación.

As edificacións en parcelas con fronte a máis dunha rúa, e, en xeral a calquera sistema de espazos libres de dominio e uso público (xardíns, viarios, aparcadoiros), quedarán obrigadas a que todos os seus paramentos de fachada teñan a mesma calidade de deseño e acabado.

Terán consideración de fachada aqueles paramentos que aínda que non teñan fronte a unha rúa ou espazo público sexan visibles por cuestións de topografía ou criterios de medición de rasantes.

As construcións auxiliares e instalacións complementarias das industrias deberán ofrecer un acabado digno, e que non desmereza da estética do conxunto, para o que devanditos elementos deberán tratarse con idéntico nivel de calidade que a edificación principal.

Dado que o parque está incluído dentro da delimitación do territorio histórico asociado ao Camiño de Santiago, terase en conta o disposto na "Guía de boas prácticas para as actuacións nos Camiños de Santiago", no que respecta a materiais e cores. Así, os materiais non previstos para quedar á vista deberán revestirse con morteiros ou con outros materiais adecuados e pintarse. No que respecta á cor dos materiais de acabado, deben evitarse as cores puras ou intensas, en especial as ocres amarelas, ocres vermellas, laranxas e granates, e optar máis ben polos tons claros e neutros. As cores brancas e grises poden ser adecuados.

Permítense a utilización de cerramentos de paneis de formigón prefabricado, ou paneis de chapa metálica con acabados e cores acordos co establecido na presente normativa, sempre que o seu acabado sexa mate.

Non se permite o uso de bloques de formigón para deixar á vista.^[4]

6.4 Solo industrial

6.4.1 Ámbito de aplicación:

Comprende as áreas delimitadas e grafiadas no plano de zonificación.

6.4.2 Condicións de edificación:

Tipoloxía: Acaroadá (entre medianeiras, agrupada e pareada illada)

Superficie mínima de parcela: 400 m²

Fronte mínimo de parcela: 10 m

Altura máxima de edificación: 9 m

Altura máxima de planta: A definida anteriormente

⁴ [3]

Altura libre de planta: 3 m

Número de plantas: 2

Recuamentos mínimos a aliñacións: Os establecidos no plano de Aliñacións e Replanteo.

Recuamentos mínimos a lindeiros: Permítese edificar acaroadado, no caso de que non se chegue coa edificación a lindeiro o recuamento mínimo será de 3 m.

Ocupación máxima de parcela: A establecida polos propios recuamentos da parcela.

Edificabilidade: 1 m²/m². [5]

6.4.3 Condicións de uso:

Calquera actividade industrial, así como os seus usos compatibles, que cumpran coa lexislación vixente.

O uso industrial é o correspondente aos establecementos destinados á obtención de materias primas ou derivadas destas, incluíndo o almacenaxe, envasado, reparación, transporte e distribución de ditos produtos, ou a exposición, reparación e garda de maquinaria, así como ás funcións que complementan a actividade industrial propiamente dita.

Considéranse usos compatibles co industrial aquelas actividades non especificamente industriais, como oficinas, laboratorios, centros informáticos, empresas de servizos, garaxe-aparcamento e talleres de automóbil.

En tipoloxía illada considérase tamén usos compatibles os hipermercados e establecementos de hostalería.

A admisibilidade destes usos compatibles queda supeditada á existencia ou implantación simultánea do uso industrial principal na parcela considerada. Polo que, previa ou simultaneamente á solicitude de usos compatibles, será obrigatorio a autorización da actividade industrial principal.

Non obstante ao anterior, nas parcelas industriais lucrativas lindeiras ao sur do chamado vieiro principal de distribución (toda a banda de parcelas que vai dende a S-1 ata a S-14, con vista directa á estrada N-634), así como nas situadas ao norte do vieiro e lindeiras co equipamento comercial lucrativo (parcelas S-19 e S-20), os usos previstos como compatibles tamén poderán ser considerados como uso principal, sen que a súa autorización estea vinculada á implantación dunha actividade industrial.[6]

⁵ [3]

⁶ [3]

6.5 Parcela S20

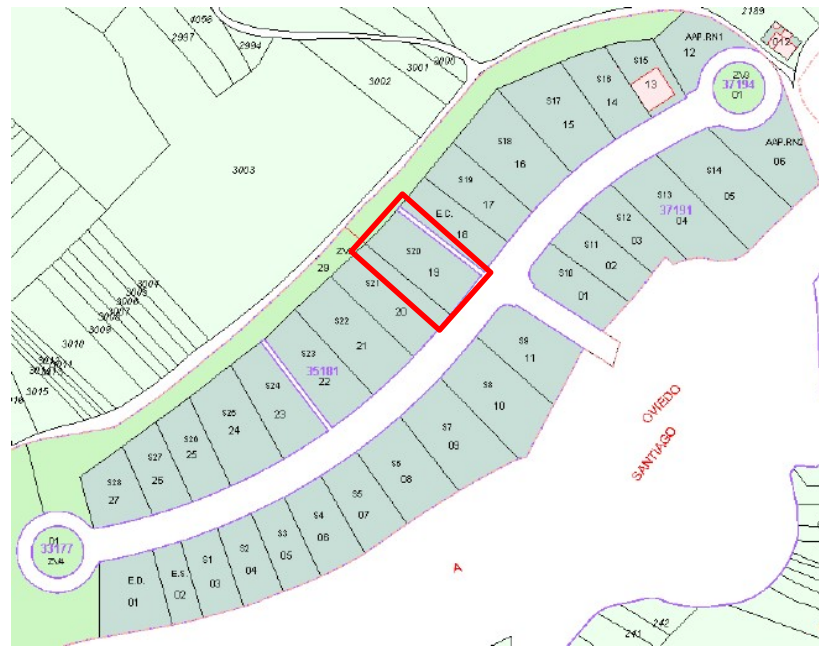


Ilustración 2: Parcela S20 polígono industrial mindoniense

A parcela dispón dunha superficie de $1514.51 m^2$ cun fronte de 27 m e fondo variable, mentres que, o fondo dereita mide 57.5 m e o esquerdo 59.9 m.

O uso ao que é destinada esta parcela é mixto e a súa ocupación axústase ao anteriormente exposto na ordenanza municipal do concello de Mondoñedo,

- Recuamento fronte de 5 m.
- Recuamento fondo 3 m.
- Recuamentos laterais 3 m.
- Ocupación do 69%.
- Edificabilidade de $1 m^2 c/m^2 s$ (superficie edificable/superficie solar).
- Altura máxima de 9 m/2 plantas.
- Tipoloxía edificatoria acaroada/illada.

6.6 Parcela S21

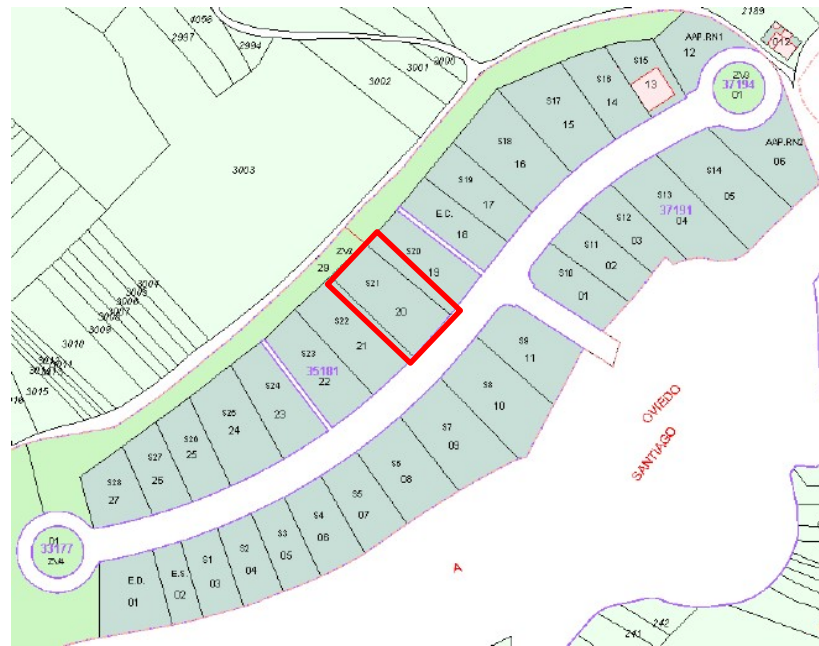


Ilustración 3: Parcela S21 polígono de industrial mindoniense

A parcela dispón dunha superficie de 1710.37 m^2 cun fronte de 30.1 m e fondo variable, mentres que, o fondo dereita mide 59.9 m e o esquerdo 62.5 m.

O uso ao que é destinada esta parcela é mixto e a súa ocupación axústase ao anteriormente exposto na ordenanza municipal do concello de Mondoñedo,

- Recuamento fronte de 5 m.
- Recuamento fondo 3 m.
- Recuamentos laterais 3 m.
- Ocupación do 67%.
- Edificabilidade de $1\text{ m}^2\text{c}/\text{m}^2\text{s}$ (superficie edificable/superficie solar).
- Altura máxima de 9 m/2 plantas.
- Tipoloxía edificatoria acaroada/illada.

6.7 Parcela S22

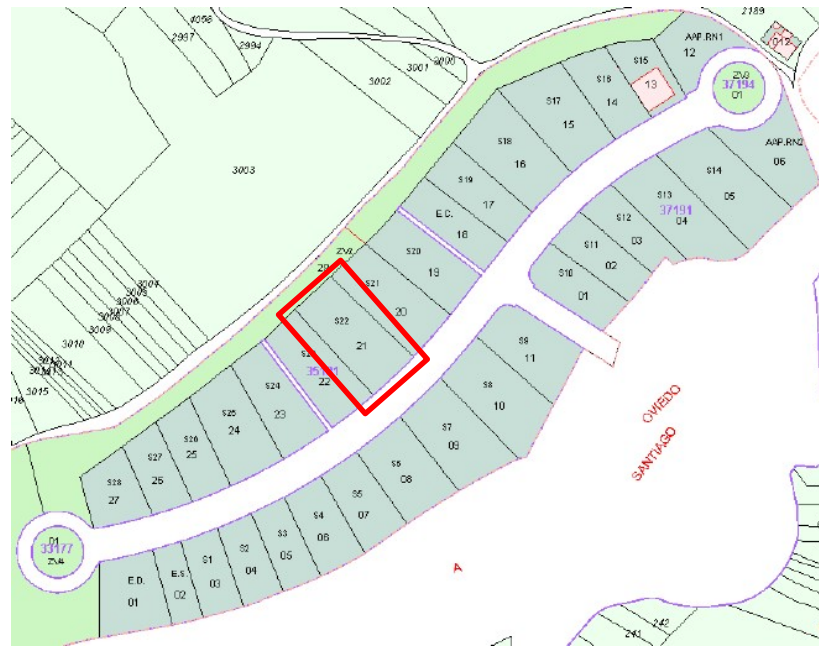


Ilustración 4: Parcela S22 polígono industrial mindoniense

A parcela dispón dunha superficie de $1763.57 m^2$ cun fronte de 30 m e fondo variable, mentres que, o fondo dereita mide 62.5 m e o esquerdo 62.7 m.

O uso ao que é destinada esta parcela é mixto e a súa ocupación axústase ao anteriormente exposto na ordenanza municipal do concello de Mondoñedo,

- Recuamento fronte de 5 m.
- Recuamento fondo 3 m.
- Recuamentos laterais 3 m.
- Ocupación do 66%.
- Edificabilidade de $1 m^2 c/m^2 s$ (superficie edificable/superficie solar).
- Altura máxima de 9 m/2 plantas.
- Tipoloxía edificatoria acaroada/illada.

6.8 Parcela S23

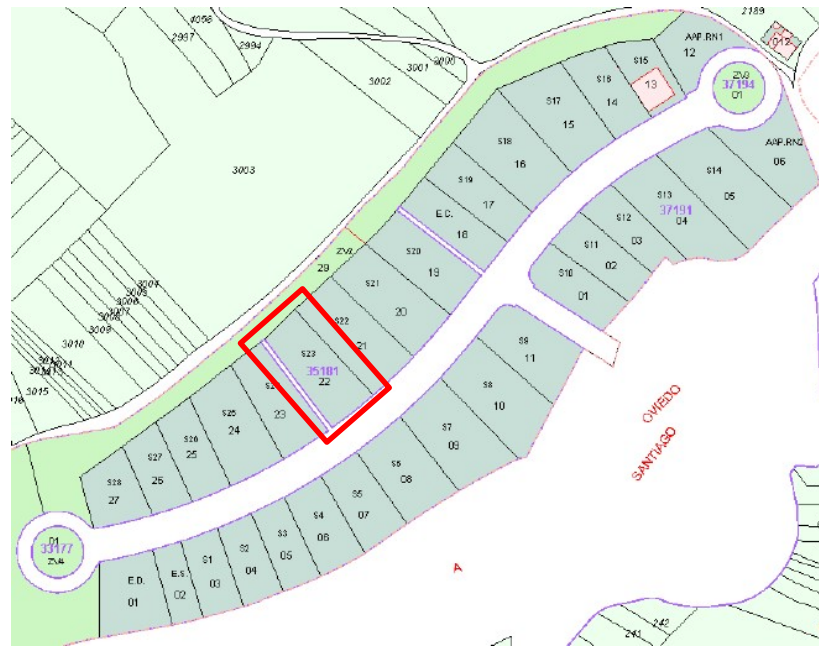


Ilustración 5: Parcela S23 polígono industrial mindoniense

A parcela dispón dunha superficie de 1565.64 m^2 cun fronte de 28.3 m e fondo variable, mentres que, o fondo dereita mide 62.7 m e o esquerdo 60.3 m.

O uso ao que é destinada esta parcela é mixto e a súa ocupación axústase ao anteriormente exposto na ordenanza municipal do concello de Mondoñedo,

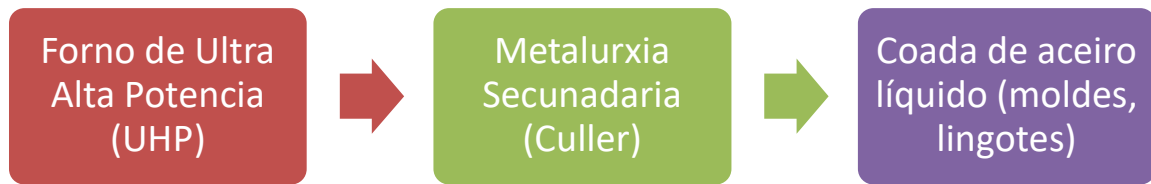
- Recuamento fronte de 5 m.
- Recuamento fondo 3 m.
- Recuamentos laterais 3 m.
- Ocupación do 60%.
- Edificabilidade de $1\text{ m}^2\text{c}/\text{m}^2\text{s}$ (superficie edificable/superficie solar).
- Altura máxima de 9 m/2 plantas.
- Tipoloxía edificatoria acaroada/illada.

7 METALURXIA SECUNDARIA

A metalurxia secundaria fai referencia aos procesos de tratamento do aceiro líquido obtido dos fornos eléctricos ou convertedores. O obxectivo desta é purificar o aceiro e mellorar as súas propiedades.

O aceiro que provén dun forno eléctrico de ultra alta potencia (UHP) é tratado mediante procesos por baleiro ou a presión atmosférica, xa sexan nunha cámara de baleiro onde se introduce a culler ou na propia culler. Existen distintos tipos de tratamento co obxectivo de desgasificar e axustar a composición e temperatura do aceiro obtido do forno UHP para xerar así unha coada de aceiro xa libre de impurezas e coas especificacións requiridas. Para lograr a eliminación de impurezas como xofre, osíxeno ou inclusións non metálicas, úsase a metalurxia secundaria, obtendo un aceiro de características moi rigorosas listo para ser solidificado en moldes, barras, lingotes, etc.

O aceiro líquido que chega aos procesos de metalurxia secundaria pode proceder de dúas vías diferentes, da siderurxia eléctrica (fornos de arco eléctrico ou UHP) ou da siderurxia ao osíxeno (converteiros).



Para concluír, pódese definir a metalurxia secundaria como o conxunto de procesos cuxo obxectivo é a obtención dun aceiro libre de impurezas cunha composición química acertada, cunha temperatura adecuada en función das especificacións para ser solidificado e darlle a forma adecuada para a súa aplicación. Estes procesos inclúen a homoxeneización, axuste da súa composición, axuste dos elementos da aliaxe, control da temperatura, desulfuración, desoxidación e descarbonización entre outras.

7.1 Procesos

Os distintos procesos que compoñen a metalurxia secundaria, como xa se mencionou con anterioridade, pódense levar a cabo ao baleiro ou a presión atmosférica.

Os procesos ao baleiro conseguen resultados notábeis na consecución dos obxectivos, mentres que os resultados dos procesos levados a cabo a presión atmosférica non son tan brillantes. Sen embargo, a relación resultados/inversión obtida polo segundo método é compensatoria nunha siderurxia que fabrica aceiros moi especiais. Tanto uns como outros poden realizarse sen aportación térmica adicional ou con caldeo posterior. No caso tratado, estudáranse dous procesos levados a cabo ao baleiro xa que son de uso común e os resultados obtidos son os desexados, a obtención dun aceiro inoxidable coas especificacións mencionadas anteriormente.

De entre os procesos máis importantes, o proxecto aquí exposto centrarase nos de VD/VOD.

Desgasificación en baleiro (VD, Vacuum Degassing) é un proceso levado a cabo ao baleiro e sen aportación térmica. Á súa vez, pode ser:

- Estático en cámara desgasificadora, sen ou con axitación, a cal pode ser xerada mediante un gas ou por indución eléctrica.
- En chorro de metal do forno á culler, de aí a outra coada e posteriormente á lingoteira.

Neste caso, o proceso estudado será estático en cámara desgasificadora con axitación xerada por medio dun gas, argón.

Descarbonización por osíxeno en baleiro (VOD, Vacuum Oxygen Descarburisation) é un proceso levado a cabo ao baleiro e con caldeo por osíxeno. Aproveita o carácter exotérmico co que baixo estas condicións se desenvolve a reacción de combustión do carbono polo osíxeno inxectado sobre o baño.

Hai que ter en conta, que todos os procesos metalúrxicos baseados no emprego do baleiro non se puideron desenrolar ata que non houbo bombas de baleiro axeitadas para os volumes a tratar.

7.1.1 Resume dos procesos

- I. No forno eléctrico de arco fúndese unha carga composta, principalmente, por chatarra de inoxidable, ferrocromo carburado e con silicio e ferromanganeso carburado e níquel.

- II. Dentro do forno efectúase unha oxidación incompleta, que non chega a oxidar o cromo, polo que o carbono pasa a CO gas e o silicio da lugar a sílice (SiO_2) que pasa a formar parte da escoura.
- III. O aceiro que quedou co 0.5% de carbono aproximadamente e está a uns 1580 °C cólase na culler. Durante o vertido engádese cal (CaO) para escourificar a sílice obtida da anterior oxidación.
- IV. O transporte do material fundido entre as distintas zonas da planta lévase a cabo mediante vehículos moi especiais que moven contedores con forma de torpedo termicamente illados e o verten no recipiente de destino.
- V. A culler introdúcese no tanque VOD, cérrase e conéctanse os sistemas de soprado, adicións e control. A continuación, pónense en marcha as bombas de baleiro ata acadar unha presión de 70 torr. Neste instante iníciase o soprado de osíxeno. De maneira simultánea e a través dos tapóns porosos do fondo da culler, inyéctase o gas de axitación. Este gas sole ser argón, anque para algúns aceiros pode ser máis interesante o nitróxeno. Ao final desta etapa o aceiro queda a 1690 °C e con menos do 0.1% de carbono.
- VI. Desgasificación en baleiro. Neste momento o baño de aceiro está altamente saturado de osíxeno. O soprado detense e intensifícase o baleiro xerado, quedando a presión do tanque a menos de 5 torr. Mantense a batuxada do gas de axitación polo fondo da culler. Todo este proceso provoca un forte fervido que arrefría o caldo; polo que, o aceiro queda a uns 1650 °C e cunha composición de aproximadamente un 0.03% de carbono e 0.05% de xofre.
- VII. Axuste final. Unha vez completada a descarbonización, e sen deter a batuxada do gas de axitación, agréganse os ferro-aliados, escourificantes e fundentes a través das esclusas de baleiro, axustando a escoura e a composición química do baño. No caso de ser necesario, engádese a chatarra refrixerante. O aceiro obtido está a uns 1580 °C e con tan só 0.001% de xofre.

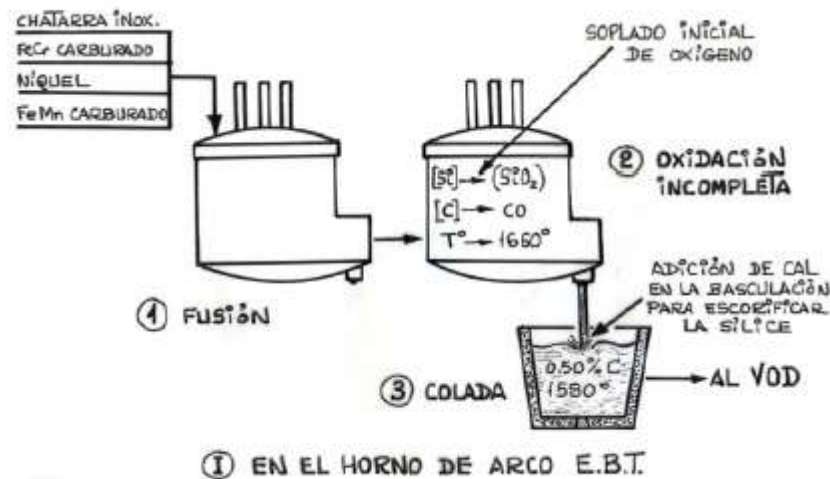


Ilustración 6: Etapas do proceso VOD⁷

⁷ [4]

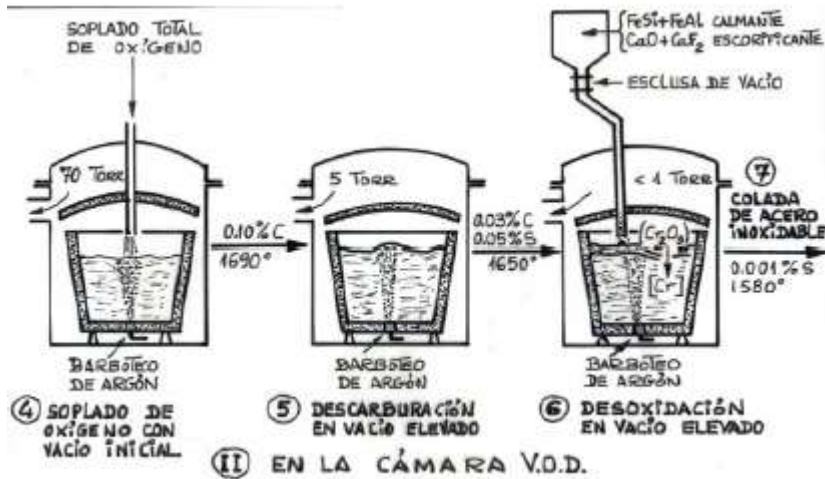


Ilustración 7: Etapas do proceso VOD⁸

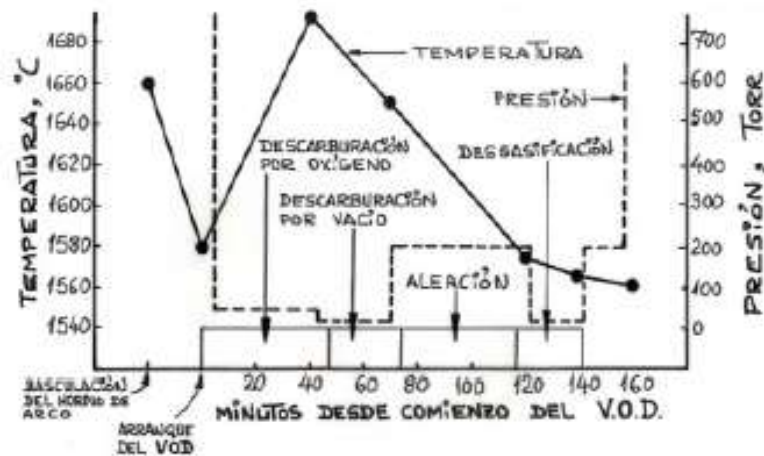


Ilustración 8: Cronoloxía dunha operación no proceso VOD⁹

7.1.2 Desgasificación estática en culler (Vacuum Degassing, VD)

Consiste nun sistema sinxelo. A culler enchida no forno introdúcese nunha cámara na que se fai o baleiro duns 30 torr durante 10 minutos. Créase unha ebullición que aumenta o nivel do aceiro na culler 300 ou 400 mm de altura, polo que é obrigatorio o emprego de culleres relativamente altas.

Previamente ao desgasificado débese eliminar da culler a máxima escouza posible para que cando se faga o baleiro, o aceiro tan só estea recuberto dunha capa moi delgada desta e non dificulte o escape dos gases.

Este método presenta unha serie de desvantaxes como:

- O derrame provocado polo violento desprendemento de gases.
- A presión ferrostática impide a formación de burbullas, excepto cerca da superficie, polo que tan só se desgasifica o metal inmediatamente debaixo desta.

⁸ [4]

⁹ [4]

- O proceso debe de ser curto para evitar unha diminución en exceso da temperatura que dificultaría a coada posterior de moldes, lingoteiras ou coada continua.
- A debilidade da difusión e convección impide o alcance dunha boa homoxeneización do metal.

Co fin de paliar estas dificultades, dispóñense de varios sistemas de axitación do metal líquido. A primeira é a introdución forzada a través dun tapón poroso, dun gas inerte que elimina os gases da solución por un efecto mecánico de barrido. A máxima purificación alcázase nos primeiros cinco minutos, pero os aceiros acougados requiren de polo menos seis minutos para alcanzar unha desgasificación efectiva.

A indución electromagnética é outro proceso de axitación no que se substitúe a culler por un forno de indución sobre o cal se verte o aceiro procedente do forno de arco ou convertedor. Unha bobina rodea o crisol deste e provoca correntes de convección no baño que facilitan a súa desgasificación.

Este último sistema presenta diversos inconvenientes como a súa cara instalación ou a dificultade de operación. Por outro lado, está restrinxido ao tratamento de pequenas cantidades de aceiro. Polo que, hoxe en día só existe o sistema de axitación por gas inerte a través de tapón poroso.

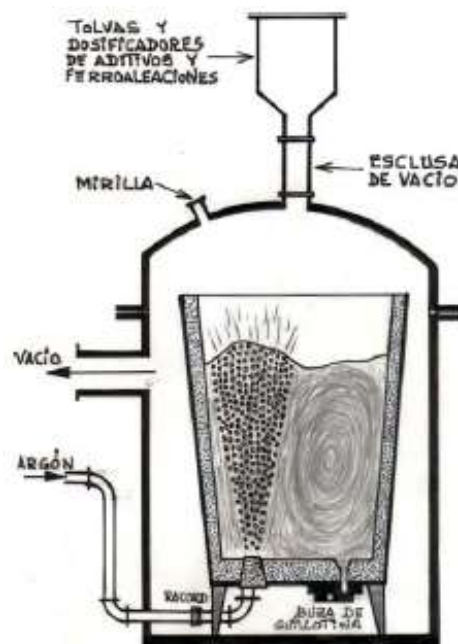


Ilustración 9: Desgasificado estático en cámara de baleiro con barboteo con argón¹⁰

7.1.3 Descarbonización por osíxeno en baleiro (*Vacuum Oxygen Descarburisation, VOD*)

Este proceso consiste en soprar osíxeno a temperatura ambiente por unha lanza introducida pola cuberta da cámara ou culler de desgasificado ata que o aceiro acade unha temperatura de 1600-1650 °C. Durante a operación inxéctase argón no fondo da culler provocando así un axitado no baño. Tras o afinado e despois de eliminar o baleiro, engádese unha escoura reductora para recuperar o cromo ata o 98-99%. Realízanse as adicións finais e

¹⁰ [4]

axústase a temperatura coándose o aceiro de seguido. O control da temperatura faise partindo da temperatura do aceiro ao iniciar a operación e da súa composición. Xeralmente esixe unha subida de 100 °C de temperatura que se debe de compensar, se é preciso, cunha axitación de argón ou adición de chatarra.

Este procedemento naceu pola necesidade de crear aceiros cun mínimo contido en carbono e en xofre, especialmente inoxidables, como é o obxectivo deste proxecto.

A elección de argón como gas inerte débese a que outros como o nitróxeno, a altas temperaturas, poden dar lugar a nitruros de aluminio ou titanio, algo pouco desexable para o obxectivo de proxectos como o aquí tratado.

O equipo VOD consta, esencialmente, dun tanque hermético no que se introduce a culler que provén do forno de arco ou convertedor. Este tanque está conectado a unha ou varias bombas de baleiro de exectores de vapor. Atravesando a tapa hermética atópase a lanza de soprado de osíxeno. En xeral, os compoñentes do conxunto son:

- Control de temperatura do caldo.
- Toma de mostra e análise.
- Funil e dosificadores automáticos de escourificantes e ferro-aliados a presión atmosférica.
- Funil e dosificadores automáticos de escourificantes e ferro-aliados con esclusa de baleiro intermedia.
- Funil e dosificadores automáticos de chatarra refrixerante.
- Inxectores de arame de aluminio e adicións encapsuladas (cored wire).
- Cuarto e equipos de control con mando manual e automático.
- Culler de tratamento equipada cun ou varios tapóns porosos para a inxección de gas de axitación. A culler e/ou a cámara contan con tapas ou pantallas que protexen a bóveda e equipos auxiliares de radiación e proxeccións.

8 XUSTIFICACIÓN DO PROXECTO

Vistos os resultados obtidos durante o desenrolo deste proxecto é necesario xustificar a razón pola cal se desexa diminuír a cantidade de carbono presente no aceiro se xa, inicialmente, a composición presenta unha cantidade de carbono moi baixa, de 0.0485%.

A explicación está dada polo concepto de corrosión intergranular, deterioro por corrosión localizada e/ou adxacente aos límites do gran dunha aliaxe, orixinando perda da resistencia mecánica e inclusive a disolución do material nas veiras do gran, imposibilitando en moitos casos o uso do aceiro para fins como a soldadura, na que se acadan temperaturas críticas para a precipitación de cromo.

Un dos métodos de control deste tipo de inconveniente é reducindo o contido de carbono arredor do 0.03 por 100 en peso ou menos para lograr así que non poidan precipitar cantidades significativas de carburo de cromo e evitar deixar esas zonas por debaixo do 10% de cromo mínimo necesario para a pasivación, e polo tanto sensibles á corrosión. Este fenómeno coñécese como sensibilización e se se dan as condicións ambientais, de temperatura, de fluídos agresivos, etc., pode producirse a corrosión intergranular. ¹¹

¹¹ [5]

9 ANÁLISE DO PROCESO VOD

Tras acadar unha visión xenérica dos procesos obxectivo deste traballo de fin de grao, é necesario realizar unha análise máis exhaustiva de cada un deles para lograr uns resultados contrastados e fiables.

O proceso VOD é un de conversión que opera baixo a redución da presión total, para o seu análise este proxecto baséase no estudo dun modelo dinámico para un proceso industrial, fundamentado na análise termodinámica e cinemática das reaccións producidas.

O proceso VOD está composto por tres etapas. As condicións reais do desenrolo son función das condicións iniciais do metal e do grado de aceiro a obter.

- I. **Soprado de osíxeno.** En primeira instancia o osíxeno é soprado para descarbonizar o metal. Aliados e fundentes son engadidos en adianto. O caudal de osíxeno está entre 30 e 60 $N * m^3/min$, o tempo de soprado varía entre 30 e 60 minutos e a presión de baleiro está entre $1 * 10^4$ e $2 * 10^4 Pa$. A temperatura inicial do metal está no rango de 1500 a 1650 °C. Fundentes como dolomita e cal e algúns aliados como Fe-Si e Fe-Cr son engadidos de acordo coa composición e grao do aceiro. O caudal de argón da axitación inferior é de $0.25 N * m^3/min$.
- II. **Desgasificación.** Na etapa de desgasificación (dura uns 10 minutos), a presión total é reducida a aproximadamente 100-500 Pa. A descarbonización do metal incrementa aínda máis debido ao descenso de presión. Nesta etapa non se engaden nin aliados nin fundentes. O caudal de argón da axitación inferior é de $0.35 N * m^3/min$.
- III. **Redución.** Durante a etapa de redución, un axente redutor como o ferrosilicio é engadido para recuperar o cromo que foi oxidado durante a fase de soprado. Ademais, agréganse fundentes como dolomita, cal ou fluorita para controlar a composición e fluidez da escoura. Esta fase de redución dura uns 40 minutos. A presión de baleiro é de 100-500 Pa. Os rangos finais de temperatura van de 1640 a 1750 °C. O caudal de argón da axitación inferior é de $0.35 N * m^3/min$.

Como as reaccións do proceso son claramente diferentes durante as tres etapas, o modelo dinámico debería integrar as características específicas de cada unha delas.

Os axentes redutores empregados durante a etapa de redución máis comunmente utilizados son o ferrosilicio, carbono e carburo de calcio. Un dos obxectivos deste proceso é a descarbonización do material, polo que, neste proxecto, o material redutor escollido será o ferrosilicio. Polo tanto os tres procesos quedarían como,

- I. **Soprado de osíxeno.** O osíxeno é soprado para descarbonizar o metal. Aliados e fundentes son engadidos en adianto. O caudal de osíxeno escollido é de $30 N * m^3/min$, o tempo de soprado de 46 minutos e a presión de baleiro será de $1 * 10^4$. A temperatura inicial do metal está no rango de 1500 a 1650 °C. Fundentes como dolomita e cal e algúns aliados como Fe-Si e Fe-Cr son engadidos de acordo coa composición e grao do aceiro. O caudal de argón da axitación inferior é de $0.25 N * m^3/min$.
- II. **Desgasificación.** A etapa de desgasificación dura uns 10 minutos, a presión total é reducida a aproximadamente 100-500 Pa. A descarbonización do metal incrementa aínda máis debido ao descenso de presión. Nesta etapa non se engaden nin aliados nin fundentes. O caudal de argón da axitación inferior é de $0.35 N * m^3/min$.
- III. **Redución.** Durante a etapa de redución, o axente redutor, ferrosilicio é engadido para recuperar o cromo que foi oxidado durante a fase de soprado. Ademais, agréganse fundentes como dolomita, cal ou fluorita para controlar a composición e fluidez da escoura. Esta fase de redución dura uns 40 minutos. A presión de

baleiro é de 100-500 Pa. Os rangos finais de temperatura van de 1640 a 1750 °C. O caudal de argón da axitación inferior é de $0.35 \text{ N} \cdot \text{m}^3/\text{min}$.

9.1 Fase I: Soprado de osíxeno

Para poder completar esta etapa asúmese que:

- Soamente existen dúas zonas de reacción, de Metal/Gas (M/G) e de Metal/Escoura (M/S).
- Non se produce reacción algunha no resto do volume.

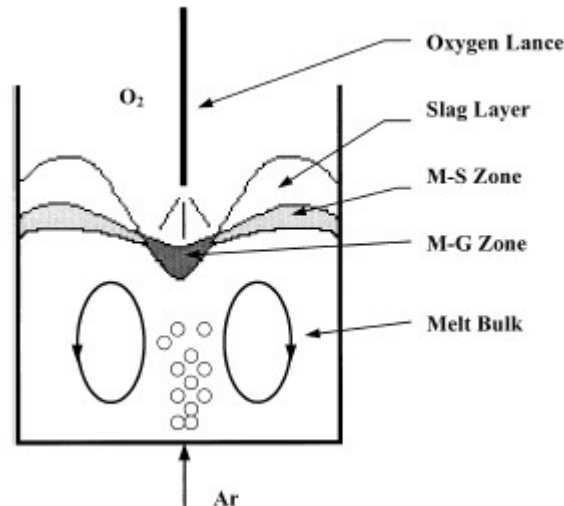
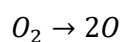


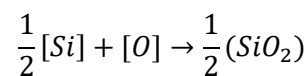
Ilustración 10: Esquema das zonas de reacción M/G e M/S durante a etapa de soprado de osíxeno¹²

9.1.1 Zona reacción M/G

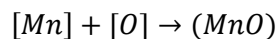
As reaccións que teñen lugar nesta zona son:



Obtense o dióxido de silicio (sílice) por medio da reacción do silicio da mestura co osíxeno,



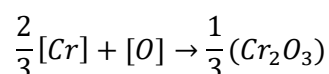
Ademais o osíxeno reacciona co manganeso do aceiro líquido para dar lugar a óxido de manganeso,



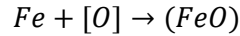
Coa reacción de osíxeno gas e o carbono do aceiro obtense monóxido de carbono,



Osíxeno soprado reacciona tamén co cromo e ferro que compoñen a mestura para dar lugar a óxido de cromo (III) e óxido de ferro (II) (óxido ferroso),



¹² [4]



Asúmese que a zona de reacción M/G contén unha cantidade constante de metal que reacciona coa fase gas nun intervalo fixo de tempo. Despois disto, esta cantidade de metal é inmediatamente mesturada co resto de volume de material e unha nova cantidade de metal é seleccionada e adxudicada á zona da reacción M/G. Este volume de metal pasa agora polo mesmo ciclo que o anterior. Cabe mencionar que a cantidade de metal depende da axitación do gas de argón do inferior, do soprado de osíxeno superior e da xeometría da culler.

Para o cálculo das reaccións na zona de reacción M/G, o tempo total de soprado divídese nun determinado número de pasos segundo o tempo. Nestes períodos de tempo unha determinada cantidade de osíxeno e metal entra na zona de reacción M/G. O osíxeno que non se deriva aos gases de escape é distribuído entre as reaccións de oxidación e un aumento da cantidade de osíxeno disolto na masa metálica.

Para calcular a cantidade de osíxeno diluído no metal, considérase que o contido de osíxeno da masa de metal debe ser igual ao seu límite de solubilidade, o cal vén determinado pola mínima concentración en equilibrio cos outros elementos diluídos.

Así, nun intervalo de tempo Δt , despois de n pequenos pasos de tempo Δt_s , o contido de osíxeno na reacción da zona M/G,

$$C_{O1}^{t(n)} = \frac{C_{O1}^{t(n-1)} M_{mg}^{t(n-1)} + (Q_O^t * \Delta t_s - \frac{R^t}{N})}{M_{mg}^{t(n)}} * 100$$

Onde,

- mg representa a zona de reacción de M/G.
- $n = 1, \dots, N$
- M_{mg} é a cantidade de metal en cada un dos instantes, en kg.
- Q_O^t é a fluxo de osíxeno, en kg/s.
- R^t representa a cantidade de osíxeno consumida nas reacción de oxidación no intervalo de tempo Δt , en kg.
- $C_{O1}^{t(n)}$ é a concentración de osíxeno despois de $(n - 1) * \Delta t_s$ durante o período $t \sim t + \Delta t$ na zona de reacción M/G (dada en % de peso).

En cada pequeno paso de tempo Δt_s , a cantidade do elemento que se oxida é,

$$W_{mg}^{i(t)(n)} = \frac{1}{m} * \frac{M_i}{M_O} * \frac{R^t}{N}$$

Onde,

- $W_{mg}^{i(t)(n)}$ é o cambio de peso do elemento i na zona de reacción M/G nun pequeno intervalo de tempo Δt_s , durante o período $t \sim t + \Delta t$. Dada en kg.
- m é o número de átomos de osíxeno que se integra por cada átomo do elemento específico i .
- $i = Si, Mn, C, Cr, Fe$.

A cantidade do correspondente óxido formado é,

$$W_{mgs}^{j(t)(n)} = \frac{1}{m} * \frac{M_j}{M_i} * W_{mg}^{i(t)(n)}$$

Onde,

- $W_{mgs}^{j(t)(n)}$ é o cambio de peso da compoñente da escoura j debida á reacción na zona M/G nun pequeno intervalo de tempo Δt_s , durante o período $t \sim t + \Delta t$. Dada en kg.

- $j = SiO_2, MnO, Cr_2O_3, FeO$
- $i = Si, Mn, Cr, Fe$
- mgs representa a compoñente j da escoura na zona M/G da reacción.

Nun período de tempo da reacción, Δt , o cambio total no peso de cada elemento i do metal e cada elemento j da escoura, como resultado das reaccións M/G, é:

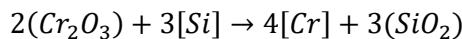
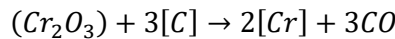
$$W_{mg}^{i(t)} = \sum_{n=1}^N W_{mg}^{i(t)(n)} \quad (i = Si, Mn, C, Cr, Fe)$$

$$W_{mgs}^{j(t)} = \sum_{n=1}^N W_{mgs}^{j(t)(n)} \quad (j = SiO_2, MnO, Cr_2O_3, FeO)$$

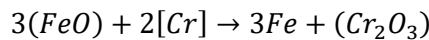
9.1.2 Zona reacción M/S

Nesta zona teñen lugar as seguintes reaccións,

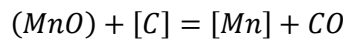
- O óxido de cromo (III), escoura provinte de reaccións anteriores, reacciona co carbono da mestura para dar lugar a cromo e monóxido de carbono, ademais de reaccionar co silicio da mestura para dar lugar a máis cromo e máis sílice,



- O óxido ferroso e o cromo reaccionan entre eles para obter como resultado ferro e máis óxido e cromo,



- Mentres que o carbono da mestura reacciona tamén co óxido de manganeso para dar lugar a monóxido de carbono e manganeso,



Un concepto similar ao empregado na zona de reacción M/G é o que se considera para esta tamén. Aquí, unha cantidade constante da capa do metal M_{ms}^t da masa e outra da escoura M_{sm}^t entran na zona de reacción M/S nun intervalo de tempo fixo Δt . A suposición para o comportamento de M_{ms}^t e M_{sm}^t é tamén similar á da reacción M/G. Asíumese que todas as reaccións da zona M/S acadan o equilibrio final.

Cando as reaccións alcanzan o equilibrio na zona M/S, de acordo coa ecuación do balance de masa, o contido do equilibrio dos elementos metais e da escoura das compoñentes da reacción da zona M/S deben ser,

$$C_{ms(i)}^{t(e)} = \frac{M_{ms}^{t-1} C_{ms(i)}^t - W_{ms}^{i(t)}}{M_{ms}^t} \quad i = Si, Mn, C, Cr$$

$$C_{sm(j)}^{t(e)} = \frac{M_{sm}^{t-1} C_{sm(j)}^t - W_{sm}^{j(t)}}{M_{sm}^t} \quad j = SiO_2, MnO, Cr_2O_3, FeO$$

Con,

$$W_{sm}^{j(t)} = \frac{M_j}{M_i} W_{ms}^{i(t)} \quad (i = Si, Mn, Cr, Fe; \quad j = SiO_2, MnO, Cr_2O_3, FeO)$$

Onde,

- $C_{ms(i)}^{t(e)}$ é o contido de equilibrio do elemento metálico i na zona de reacción M/S no momento (t). Dado en porcentaxe de peso.

- M_{ms}^t é a masa do metal na zona de reacción M/S no momento (t). Dada en kg.
- $C_{ms(i)}^t$ é o contido inicial do elemento metal i na zona de reacción M/S no momento (t). Dado en porcentaxe de peso.
- $W_{ms}^{i(t)}$ é o cambio no peso do elemento i na zona M/S. Dado en kg.
- $C_{sm(j)}^{t(e)}$ é o contido de equilibrio da compoñente da escoura j na zona de reacción M/S no momento (t). Dado en porcentaxe de peso.
- M_{sm}^t é a masa da escoura na zona de reacción M/S no momento (t). Dada en kg.
- $C_{sm(j)}^t$ é o contido inicial da compoñente da escoura j na zona de reacción M/S no momento (t). Dado en porcentaxe de peso.
- $W_{sm}^{j(t)}$ é o cambio no peso do elemento j da escoura na zona de reacción M/S. Dado en kg.
- M_i é o peso atómico do elemento i, en kg/kmol.
- M_j é o peso molecular do óxido j, en kg/kmol.
- $ms(i)$ representa o elemento i na zona de reacción M/S.
- $sm(j)$ representa o óxido j da zona de reacción M/S.

9.1.3 Cálculos xerais do metal e escoura

Na etapa de soprado de osíxeno, o cambio total no peso do osíxeno do metal e da escoura debe ser a suma do cambio de peso nas zonas de reacción M/G e M/S durante o período t ($t = \Delta t$).

$$W_M^t = W_M^{(t-\Delta t)} - \left(\sum_i W_{mg}^{i(t)} + \sum_i W_{ms}^{i(t)} \right) \quad i = Si, Mn, C, Cr, Fe$$

$$W_S^t = W_S^{(t-\Delta t)} + \left(\sum_j W_{mgs}^{j(t)} + \sum_j W_{sm}^{j(t)} \right) \quad j = SiO_2, MnO, Cr_2O_3, FeO$$

Onde,

- W_M^t é o peso do metal no momento (t), dada en kg.
- W_S^t é o peso total da escoura momento (t), dada en kg.

En calquera momento na etapa de soprado de osíxeno, a composición da masa debería ser,

$$C_i^t = \frac{\{C_i^{(t-\Delta t)} * W_M^{(t-\Delta t)} - (W_{mg}^{i(t)} + W_{ms}^{i(t)})\}}{W_M^t} \quad i = Si, Mn, C, Cr, Fe$$

Entón, a composición da escoura será,

$$C_j^t = \frac{\{C_j^{(t-\Delta t)} * W_S^{(t-\Delta t)} + (W_{mgs}^{j(t)} + W_{sm}^{j(t)})\}}{W_S^t} \quad j = SiO_2, MnO, Cr_2O_3, FeO$$

A presión parcial do CO durante esta fase do proceso pode ser calculada como,

$$Q_{CO}^t = \frac{M_{CO}}{M_C} \frac{(W_{mg}^{C(t)} + W_{ms}^{C(t)})}{\Delta t}$$

$$p_{CO}^t = p^t \frac{Q_{CO}^t}{(Q_{CO}^t + Q_{Ar}^t)}$$

Onde,

- Q_{CO}^t é a taxa de fluxo de CO, en kg/s.
- p^t é a presión total no momento considerado (t), en Pa.
- p_{CO}^t é a presión parcial do CO no instante (t), dada en Pa.

A temperatura da masa pódese deducir de acordo á “Lei de Conservación de Calor” no proceso VOD,

$$\sum H_{in}^t - \sum H_{out}^t = \int_{T(t)}^{T(t+\Delta t)} (W_M^t * c_P^M + W_S^t * c_P^S) * dT$$

Onde,

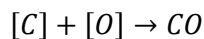
- $\sum H_{in}^t$ é a suma de toda a calor da reacción durante Δt . Para calculala pódense empregar as reaccións de oxidación dos respectivos elementos. Medida en J.
- $\sum H_{out}^t$ está formada por toda a calor perdida durante o proceso VOD como pode ser a asociada cos gases de escape e a través da parede da culler, dada en J.
- c_P^M fai referencia á capacidade calorífica do metal a presión constante, dada en $J/(K * kg)$.
- c_P^S fai referencia á capacidade calorífica da escoura a presión constante, dada en $J/(K * kg)$.

9.2 Fase II e III: Desgasificación e Redución

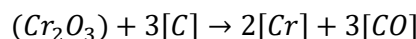
A fase de desgasificación comeza cando o soprado de osíxeno se detén. A presión redúcese para lograr desgasificar e descarbonizar continuamente. Na seguinte fase de redución, algúns aliados son engadidos para reducir a cantidade de Cr_2O_3 na escoura e así controlar a composición e temperatura final do aceiro. Nestas dúas etapas, tan só hai unha zona de reacción M/S na culler.

As seguintes reaccións son as que teñen lugar na fase de desgasificación, o carbono reacciona con,

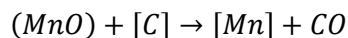
- O osíxeno para dar lugar a monóxido de carbono,



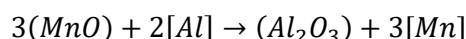
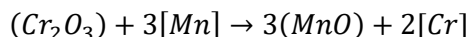
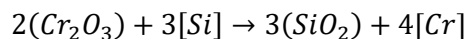
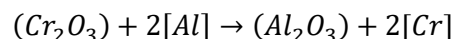
- O óxido de cromo (III) para obter cromo e máis monóxido de carbono,



- O óxido de manganeso para dar lugar a manganeso e máis monóxido de carbono,



Na fase de redución prodúcense as seguintes reaccións,



9.3 Resultados e conclusións do modelo dinámico

A eficiencia do osíxeno empregado na etapa de soprado do proceso VOD é considerada do 90 por cento de acordo a datos industriais. Os caudais seleccionados de metal e escoura nas zonas de reacción ($M_{mg}^t = \eta_1 * W_M^t$, $M_{ms}^t = \eta_2 * W_M^t$ e $M_{sm}^t = \eta_3 * W_S^t$) dependen das condicións de produción. Cando a taxa de caudal de axitación do inferior se incrementa, as

condicións dinámicas das reaccións M/G e M/S mellóranse, e os valores dados por η_1, η_2 e η_3 , elévanse. Pola contra, se a taxa de caudal de axitación do inferior se diminúe, eses valores descenden.

Onde,

- η_1 é un parámetro axustable que relaciona a fracción de metal que entra na zona de reacción M/G coa cantidade total de metal no intervalo de tempo Δt .
- η_2 é un parámetro axustable que relaciona a fracción de metal que entra na zona de reacción M/S coa cantidade total de metal no intervalo de tempo Δt .
- η_3 é un parámetro axustable que relaciona a fracción de escoura tomada na zona de reacción M/S coa cantidade total de escoura no intervalo de tempo Δt .

A continuación, móstranse os resultados obtidos con respecto ao cambio de composición do metal e escoura e ao cambio de temperatura dun estudo realizado por R. Ding, B. Blanpain, P.T. Jones e P. Wollants.

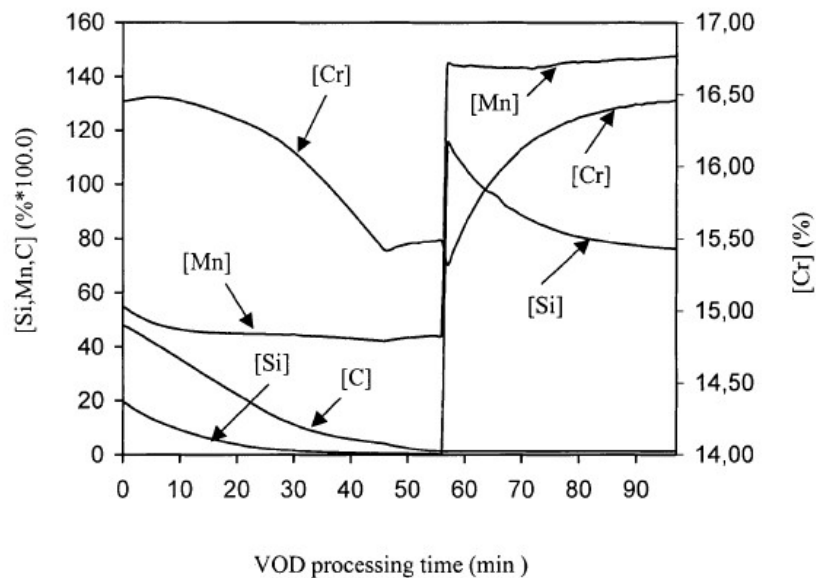


Ilustración 11: Resultados obtidos relativos á composición do metal durante o estudo levado a cabo por R. Ding, B. Blanpain, P.T. Jones e P. Wollants ¹³

¹³ [6]

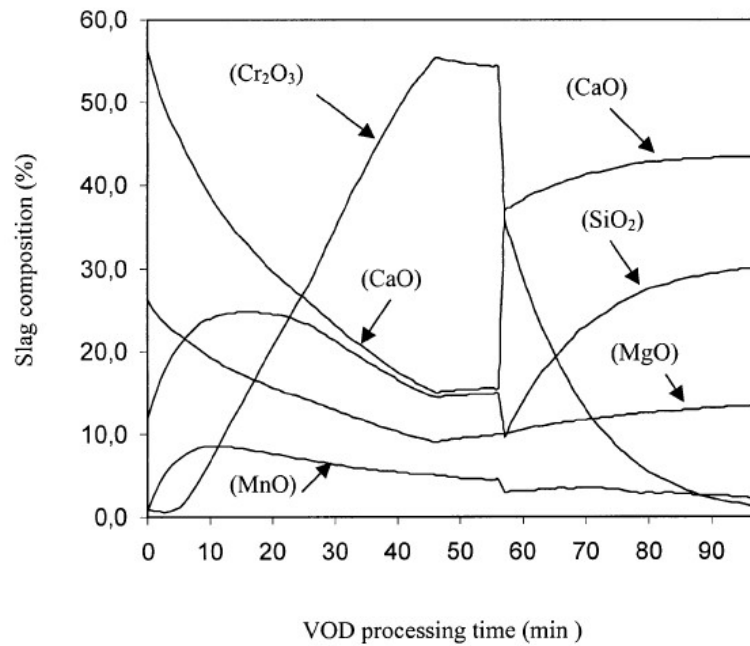


Ilustración 12: Resultados obtidos relativos á composición da escoria durante o estudo levado a cabo por R. Ding, B. Blanpain, P.T. Jones e P. Wollants¹⁴

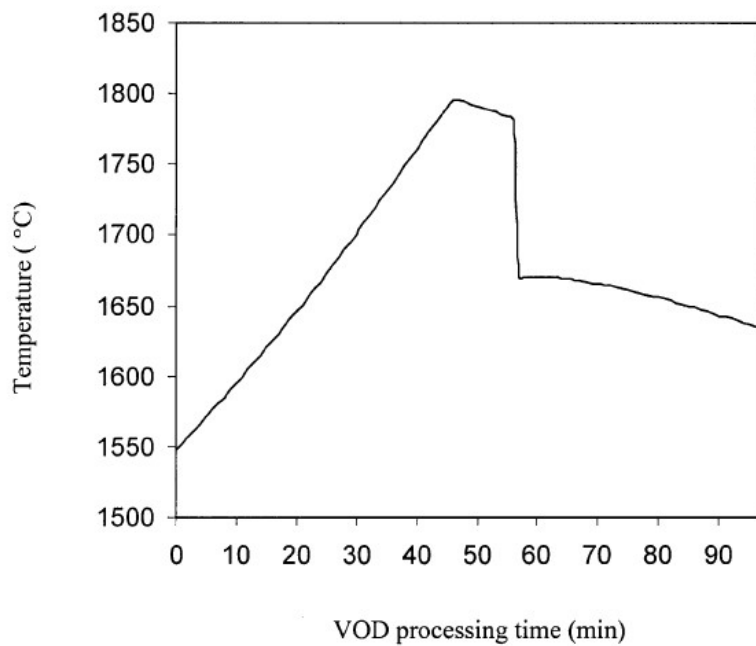


Ilustración 13: Temperatura da escoria e do Cr_2O_3 pertencente á escoria durante o estudo levado a cabo por R. Ding, B. Blanpain, P.T. Jones e P. Wollants¹⁵

¹⁴ [6]

¹⁵ [6]

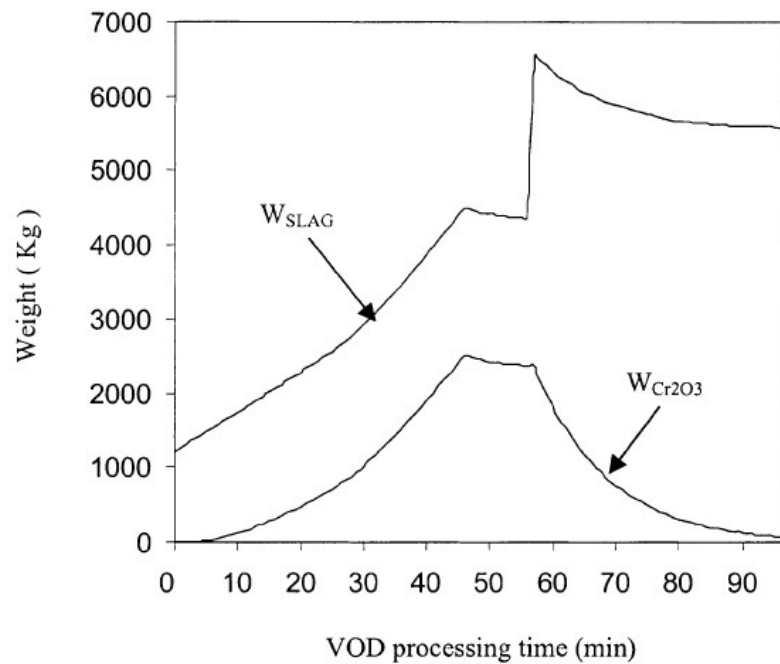


Ilustración 14: Peso da escoura e do Cr_2O_3 pertencente á escoura durante o estudo levado a cabo por R. Ding, B. Blanpain, P.T. Jones e P. Wollants¹⁶

Este estudo demostrou que hai certos parámetros que son difíciles de calcular de forma precisa, como poden ser as fluctuacións na composición de aliados, o cambio de presión durante o proceso VOD, o peso da escoura dende o convertedor, e o cambio no poder calorífico da escoura e do metal durante o proceso.

O efecto dalgúns parámetros de control de produción no proceso VOD son importantes para a obtención duns resultados axustados.

¹⁶ [6]

9.3.1 Caudal de osíxeno e tempo de soprado

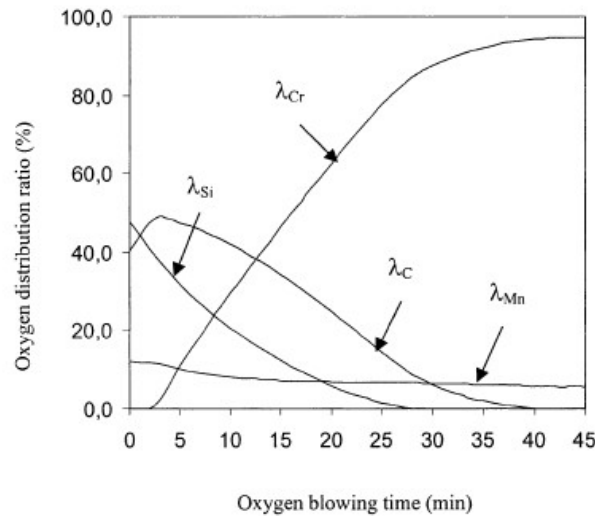


Ilustración 15: Relación de distribución do osíxeno calculado durante o período de soprado de osíxeno ($F_{O_2} = 30 \text{ Nm}^3/\text{min}$, $P = 1.0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$) no estudo levado a cabo por R. Ding, B. Blanpain, P.T. Jones e P. Wollants¹⁷

A relación de distribución do osíxeno dun elemento (n), λ_n , fai referencia á proporción de osíxeno consumida pola oxidación deste elemento en comparación coa cantidade total de osíxeno consumida por todas as reaccións de oxidación na etapa de soprado.

Tras o estudo, compróbase que a oxidación do cromo comeza tan só uns poucos minutos despois de que o soprado de osíxeno se inicie. O manganeso oxidárase durante a etapa completa de soprado de osíxeno, pero a relación de distribución de osíxeno para este é pequena.

Observando os resultados, o momento no que o cromo primeiro comeza a oxidarse é determinado pola composición do aceiro e a escoura, a presión de baleiro, caudais de osíxeno e caudais de argón.

Na gráfica da ilustración 11 obsérvase claramente que a relación de distribución de osíxeno do carbono é case cero cando o período de soprado acaba os 41 minutos. O osíxeno soprado en exceso despois deste momento é consumido polo cromo e polo manganeso parcialmente.

No proceso VOD, a relación de distribución de osíxeno do carbono debería ser tan alta como fose posible. Simultaneamente, a relación de distribución de osíxeno do cromo debe ser tan baixa como sexa posible para reducir as posibles perdas deste.

Uns caudais elevados de osíxeno diminúen a relación de distribución de osíxeno do carbono o que significa que baixos caudais de osíxeno son favorables para a descarbonización.

No proceso de produción débese realizar un compromiso entre un caudal elevado de osíxeno (coa conseguinte oxidación en exceso do cromo) e un baixo caudal (cun exaxerado tempo de soprado). Do estudo anteriormente mencionado, dedúcese que un caudal óptimo de osíxeno é de $25 \text{ Nm}^3/\text{min}$ cun tempo de soprado apropiado de 41 minutos para unha masa de metal de 121 t inicialmente, resultando 126.3 t da composición final. Na actualidade, os valores escollidos para a mesma composición, según o estudo de R. Ding, B. Blanpain, P.T. Jones e P. Wollants, son de 46 minutos cun caudal de $30 \text{ Nm}^3/\text{min}$.¹⁸

¹⁷ [6]

¹⁸ [6]

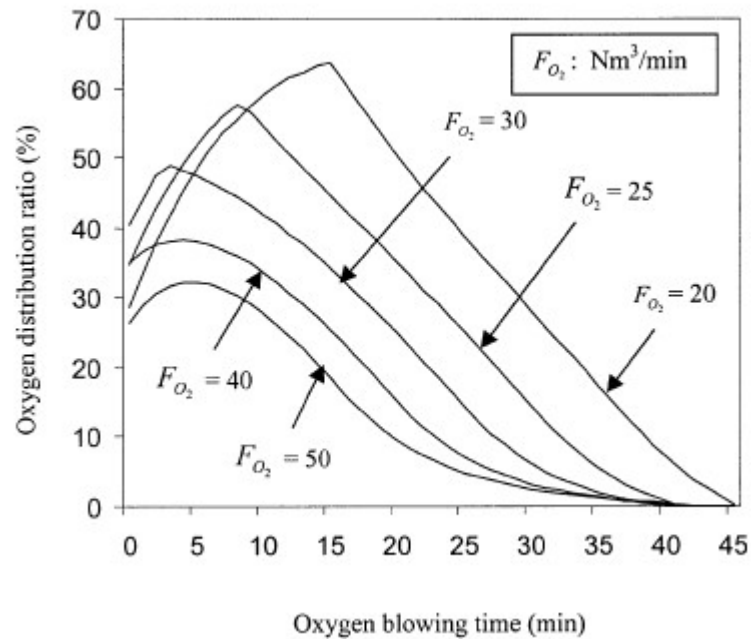


Ilustración 16: Relación de distribución do osíxeno de [C] a diferentes fluxos de osíxeno segundo o estudo de R. Ding, B. Blanpain, P.T. Jones e P. Wollants¹⁹

9.3.2 Influencia da intensidade de axitación inferior do argón e da duración do tempo de redución

A intensidade da axitación inferior do argón afecta á cantidade de reacción do metal e da escoura M_{mg}^t, M_{ms}^t e M_{sm}^t .

Para investigar a influencia do argón nas reaccións M/G e M/S e para encontrar parámetros óptimos para a produción nun proceso industrial, no mencionado estudo calcúlase a variación do contido de cromo e carbono na primeira etapa sobre diferentes valores de η_1 e, obtense tamén, a velocidade de redución de (Cr_2O_3) na terceira etapa con distintos valores de η_2 .

¹⁹ [6]

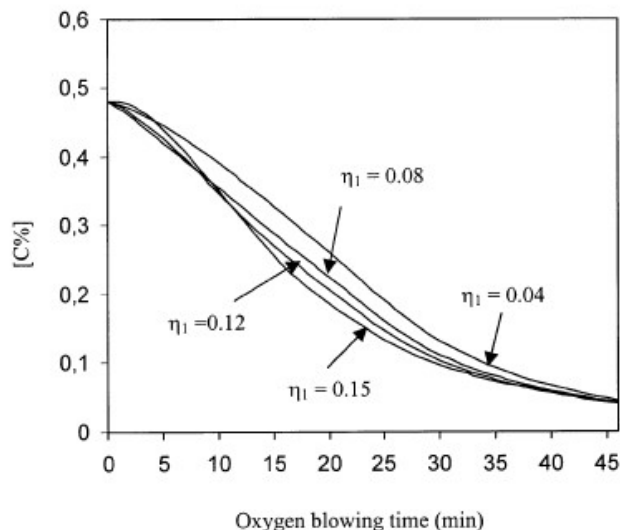


Ilustración 17: Contido de carbono calculado en función do tempo de soprado de osíxeno, para distintos valores do parámetro axustable η_1 ($F_{O_2} = 30 \text{ N} \cdot \text{m}^3/\text{min}$, $P = 1.0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$)²⁰

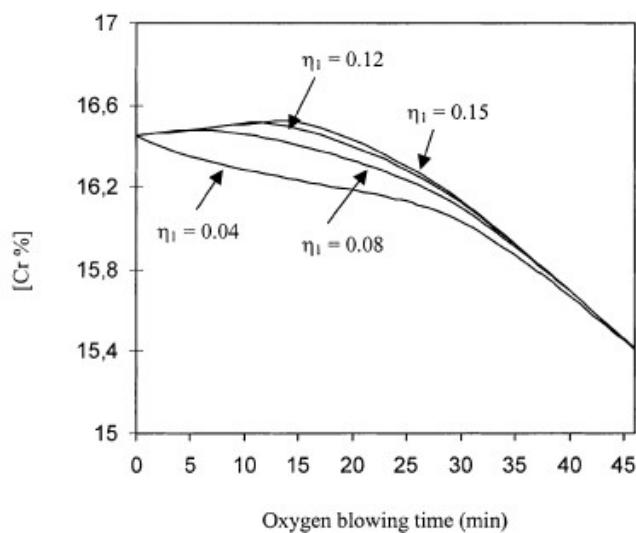


Ilustración 18: Contido de cromo no metal en función do tempo de soprado de oxíxeno para diferentes valores do parámetro axustable η_1 ($F_{O_2} = 30 \text{ N} \cdot \text{m}^3/\text{min}$, $P = 1.0 \cdot 10^4 \text{ Pa}$)²¹

Conclúese que, na fase de soprado de osíxeno a influencia da axitación do argón na oxidación do carbón e cromo non é moi diferente. O contido de carbón e cromo alcanzará o mesmo valor ao final da etapa de soprado para distintas condicións de axitación na masa, aunque poden ser distintas na metade da fase de soprado. Sen embargo, na etapa de redución, a influencia do argón é moito maior.

²⁰ [6]

²¹ [6]

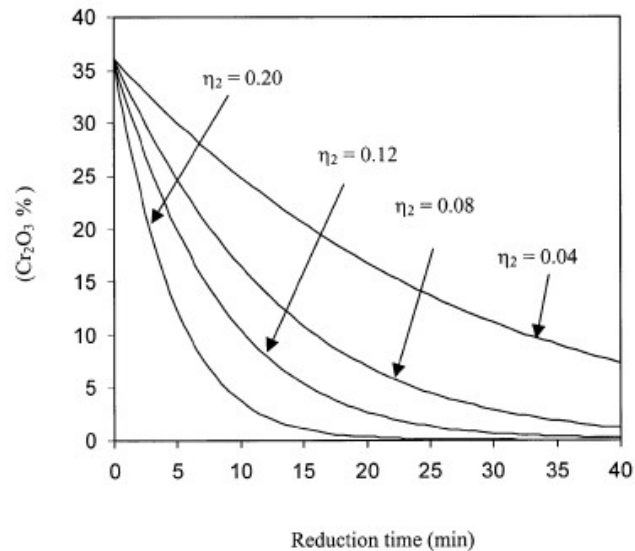


Ilustración 19: Cr_2O_3 calculado no contido de escoura en función do tempo de redución para diferentes valores do parámetro axustable η_2 ($P = 500 \text{ Pa}$)²²

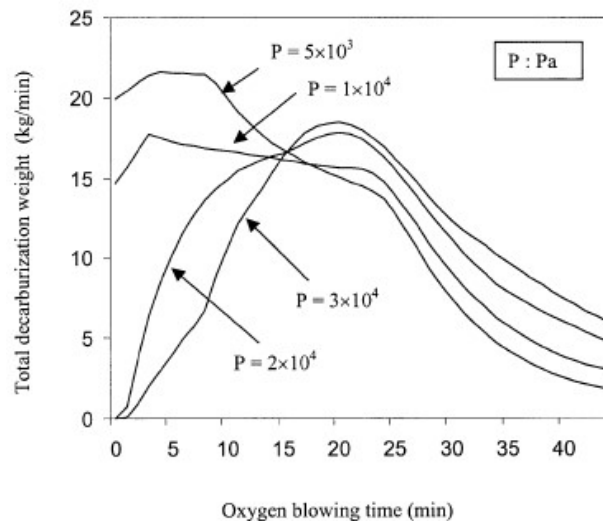


Ilustración 20: Influencia da presión de baleiro na taxa de descarbonización durante a fase de soprado de osíxeno ($F_{O_2} = 30 \text{ N} \cdot \text{m}^3/\text{min}$)²³

As gráficas anteriores pertencen ao estudo mencionado, delas pódese deducir que o tempo da etapa de redución pode ser amplamente reducido aumentando o caudal de argón. O óxido de cromo na escoura é reducido practicamente por completo despois de 25 minutos. O caudal de argón é de $0.96 \text{ Nm}^3/\text{min}$ para un $\eta_2 = 0.12$.

²² [6]

²³ [6]

9.3.3 Influencia da presión do proceso durante a etapa de soprado

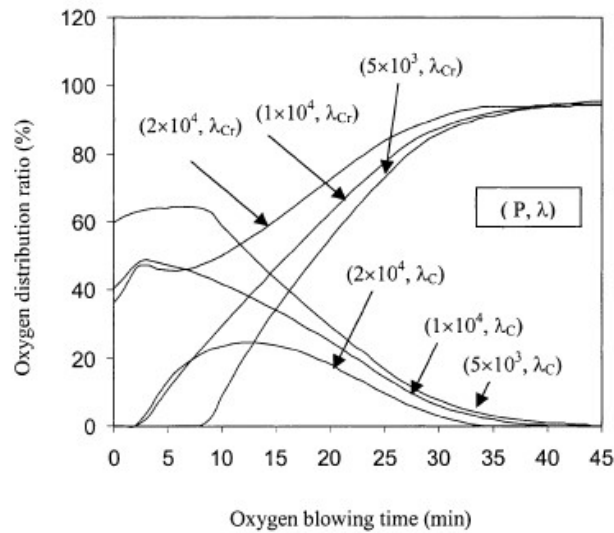


Ilustración 21: Influencia da presión de baleiro, en Pa, na distribución de osíxeno en relación co contido de carbono e cromo²⁴

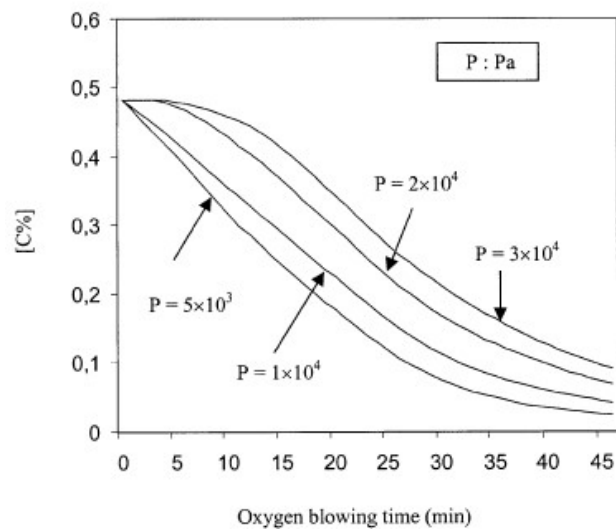


Ilustración 22: Influencia da presión de baleiro sobre o contido de carbono²⁵

Nas gráficas anteriores obsérvase que se a presión é superior a $2.0 \times 10^4 Pa$, a taxa de descarbonización é pequena ao inicio do proceso de soprado. Cando a presión de baleiro acada os $2.0 \times 10^4 Pa$, o cromo oxídase inmediatamente desde o principio do soprado. A relación de distribución do osíxeno do cromo alcanza o 36% ao principio do soprado, e no final o contido de carbono é máis alto que o realmente necesario se a presión é superior a $2.0 \times 10^4 Pa$.

Pódese concluír que a presión debería estar controlada en torno a $1.0 \times 10^4 Pa$.

Como resultado do estudo completo dedúcese que un caudal de osíxeno máis baixo é favorable para a descarbonización e, unha presión elevada no proceso aumenta a oxidación do cromo. Na fase de redución, o tempo verase significativamente reducido polo aumento da intensidade axitación do fondo. Así, para favorecer ao proceso VOD suxírese unha diminución no caudal de osíxeno, o caudal do argón debería aumentar na etapa de redución para así

²⁴ [6]

²⁵ [6]

abreviar o tempo desta fase; é máis, a presión deberíase manter nuns $1.0 * 10^4 Pa$ durante a fase de soprado de osíxeno.

10 OPTIMIZACIÓN DO PROCESO VOD CON BOMBAS DE BALEIRO MECÁNICAS

Despois da descrición dos procesos VOD e VD coñécese a necesidade de xerar baleiro. Polo tanto, seleccionar o mecanismo de bombeo idóneo é unha decisión crítica para as empresas que traballan con tecnoloxía de baleiro, a fiabilidade do equipo de baleiro e o baixo custo son dúas características esenciais para triunfar no mercado.

As bombas de baleiro eran xa coñecidas como boas substitutas das bombas exectores de vapor na desgasificación ao baleiro (VD) na industria siderúrxica. Son tamén alternativas destacadas para a descarbonización de osíxeno ao baleiro (VOD) xa que a velocidade de succión pódese controlar idealmente para adaptarse ás diversas fases do proceso ao baleiro.

10.1 Soprado programado de osíxeno

Como xa é sabido de apartados anteriores, na siderurxia de convertedores, o concepto de soprado de osíxeno programado é ben coñecido. Emprégase para deseñar varios tipos de boquillas de lanzas de osíxeno que optimizará a formación da escoura e minimizará as salpicaduras mediante a variación controlada do fluxo de osíxeno e a distancia entre a lanza e o baño durante o soprado.

O concepto de soprado programado de osíxeno adaptouse ao proceso de VOD dunha forma lixeiramente diferente. Como a escoura é sólida durante unha parte considerable do proceso de baleiro e non se pode aplicar a desfosforización, os puntos focais son no seu lugar,

- Taxa elevada de descarbonización principal minimizando as salpicaduras.
- Mantemento dunha penetración definida do chorro de osíxeno no metal líquido.
- Minimización da sobre-oxidación e do exceso de temperatura do metal ao reducir a presión do recipiente de baleiro e o fluxo de osíxeno cara o final do soprado.

O soprado de osíxeno lévase a cabo tan só ata o punto no que se pode empregar o osíxeno diluído para realizar a descarbonización final, xeralmente de 0.03 - 0.05% ata 0.01-0.02% de C.

Xa se sabe de apartados anteriores, que é inevitable que cromo, xunto con algo de manganeso e ferro se oxiden durante o soprado de osíxeno. Isto provoca que a escoura se volva completamente sólida pola saturación con Cr_2O_3 . Para licuar a escoura e transformala, engádense desoxidantes e desulfurantes, axentes reductores (FeSi) e formadores de escoura (cal, bauxita, espato flúor) que se fan reaccionar coa escoura durante uns 8-20 minutos baixo a rigorosa axitación de argón.

A modo introdución pódese confirmar que os altos custos de xeración e mantemento do baleiro poden superarse substituíndo as bombas exectores de vapor por bombas de baleiro mecánicas, inicialmente para o proceso de desgasificación ao baleiro (VD) pero posteriormente tamén para o proceso de descarbonización de osíxeno por baleiro (VOD).

Cun coñecemento detallado sobre o proceso de baleiro, as bombas de baleiro mecánicas poden deseñarse con éxito para calquera peso de calor que se houberse seleccionado previamente cunha bomba exector de vapor. De feito, a velocidade de succión das bombas de baleiro mecánicas pódese controlar idealmente para adaptarse ás diversas fases do proceso de baleiro.

As normas internacionais actuais para os sistemas de baleiro mecánico baséanse nas bombas de baleiro tipo base de última xeración e nas bombas de baleiro tipo parafuso secas. Seleccionar ditas solucións de bombas mecánicas modernas tamén ofrece excelentes posibilidades para controlar o proceso, e emprega un deseño moi fiable, permitindo que as bombas sobrevivan dentro da contorna da planta de aceiro agresivo. Ao instalar bombas estándar en varias disposicións, pódese cumprir mesmo cos requisitos de maior succión a un prezo competitivo, á vez que un céntrase nas normas de seguridade de alto nivel.

Para contrastar esta afirmación emprégase un artigo de Anke Teeuwsen “Descarbonización de oxíxeno ao baleiro de aceiro inoxidable: Optimización do proceso con bombas de baleiro mecánicas”.²⁶

A descarbonización do aceiro inoxidable xeralmente optimízase para lograr a máxima produtividade. Polo tanto, unha das primeiras medidas a levar a cabo para o deseño dunha nova instalación de VOD, é determinar cal é o límite superior real da taxa de descarbonización e en qué nivel se encontra. Ademais, como a descarbonización por soprado de osíxeno remata a unha temperatura bastante alta, o axuste ao final do soprado debe estar ben definido para minimizar a sobre-oxidación e o sobre-quecemento.

10.2 Taxa máxima de descarbonización: limitacións do volume de reacción

A forte turbulencia provocada pola descarbonización no aceiro e na escoura é o motivo polo cal a taxa de descarbonización é considerablemente máis baixa que nun proceso de conversión.

Un convertedor para a fabricación de aceiro inoxidable ten un volume interior específico de 0.55 a 0.60 m^3/t de metal para contelos. En contraste con isto, as culleres usadas para o proceso VOD terán só 0.1-0.2 m^3/t de metal, incluíndo un nivel de 0.5 m. Polo tanto, o volume de reacción específico dispoñible limita severamente a velocidade de descarbonización no proceso VOD en comparación cun proceso de conversión. Un proceso de conversión pode alcanzar unha taxa de descarbonización de 0.1-0.13% por minuto, usando boquillas inferiores ou laterais e unha lanza superior.

Dado que o volume dispoñible para a reacción está amplamente por enriba da área de baño, é o que determina a taxa máxima de descarbonización na culler de VOD. Entón, descríbese a taxa específica máxima de descarbonización en termos de kg C eliminados por m^2 de área de baño por minuto. Un estudo de varias calores VOD de 5 toneladas a 100 toneladas mostra que a taxa media de descarbonización acada ata 2.0 $kg/(m^2 * min)$.²⁷

A taxa máxima media específica de descarbonización só se alcanza por enriba de aproximadamente o 0.4% de C, como se pode comprobar na gráfica mostrada a continuación. Isto deriva do feito de que a gráfica mostra a taxa media e que a taxa en calquera caso fréase con contidos de C inferiores a 0.2-0.3%.

²⁶ [7]

²⁷ [7]

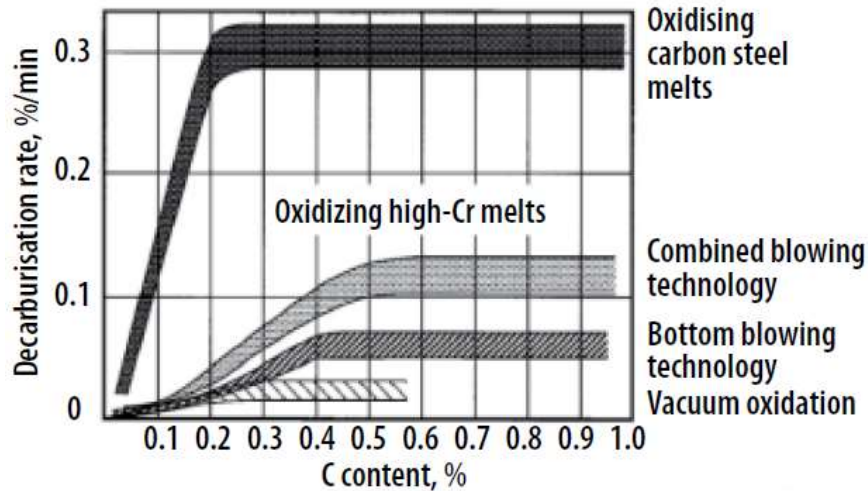


Ilustración 23: Taxa de descarbonización en varios procesos estudados no artigo de Anke Teeuwsen²⁸

De feito, os procesos de conversión poden descarbonizar de 5 a 10 veces máis rápido que o proceso VOD, o que demostra unha limitación deste. Un convertedor tamén pode descarbonizar facilmente a partir do 2% de C e o 0.3% de Si, o que sería case imposible cun control de velocidade de succión durante as etapas de descarbonización VOD por razóns de tempo de refinado e formación de escoura.

Así, non existe unha dependencia clara entre o peso do aceiro e a taxa media específica de descarbonización. Como consecuencia, a taxa media alcanzable de descarbonización diminúe co aumento de peso do aceiro porque a área específica do baño diminúe ao aumentar o peso do aceiro.

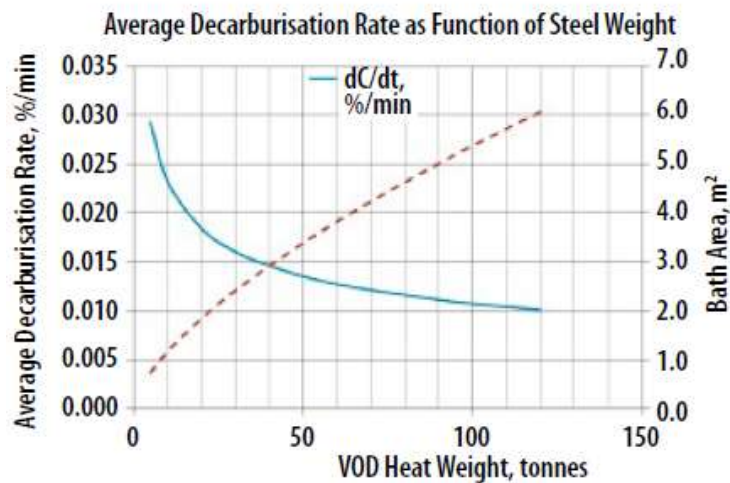


Ilustración 24: Taxas medias de descarbonización en función do peso do aceiro²⁹

10.3 Equilibrios controlados pola actividade do osíxeno

Soprar osíxeno sobre unha masa fundida con alto contido en cromo dá como resultado unha oxidación sucesiva e superposta de elementos. A orde na que se oxidan as

²⁸ [7]

²⁹ [7]

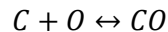
compoñentes depende da temperatura, da actividade instantánea de cada elemento e do seu óxido ademais da constante de equilibrio de cada un dos elementos.

Cara ao final do ciclo, cun contido de C de 0.03-0.05%, a actividade do osíxeno normalmente aumentará dun nivel inicial de 10-30 ppm a un nivel final de 200-250 ppm. O nivel de actividade do osíxeno final contrólase mediante o Cr, xa que este é o único elemento restante que aínda está relativamente preto do seu alto análise inicial. É esta actividade do osíxeno xunto coa presión e a temperatura do recipiente de baleiro o que determinará o contido de C ao rematar o sopro.

No momento en que o Cr finalmente toma o control xeral da actividade do osíxeno, denomínase contido crítico de carbono, non ten forma de valor fixo senón de rango. Normalmente é de 0.14 a 0.18% de C. A partir deste punto, a taxa de descarbonización xa non é directamente proporcional ao fluxo de osíxeno, senón que é función da temperatura e da presión parcial de CO .

Canto maior sexa a actividade do Cr, máis se debe elevar a temperatura para alcanzar unha certa actividade de osíxeno.

Sen embargo, o comportamento do carbono é a compoñente máis interesante. Este está subordinado á actividade do osíxeno determinada polo Cr cara ao final do soprado. O equilibrio entre C e O depende da presión segundo,



Derivando da actividade do osíxeno, das constantes de equilibrio e da actividade esperada do C, a relación entre a actividade de C, a temperatura, a presión do CO , a actividade do cromo e a actividade do Cr_2O_3 pódese formular da seguinte maneira:

$$a_C = \sqrt[3]{\frac{p_{CO}^3 * a_{CR}^2}{a_{Cr_2O_3} * f(T)}}$$

Na ecuación anterior, solo a presión e a temperatura de CO están dispoñibles para a optimización porque a actividade de Cr ven dada polo grao de aceiro. Teoricamente, a actividade de C ao final do soprado pódese supoñer como na expresión dada.

En contraposición, na realidade, a situación é máis complexa porque a presión de CO calculada non é totalmente igual á presión do recipiente de baleiro e o contido de C na masa fundida é máis alto que na superficie da masa fundida en contacto coa presión do recipiente.

Tendo en conta algunhas das correccións empíricas e específicas da planta de presión de CO , pódese confirmar a relación entre a actividade de C e a presión medida do recipiente de baleiro dentro dun rango de temperatura definido. O carbono descríbese en termos de actividade tendo en conta a interacción do Cr e os demais elementos.

Na seguinte gráfica móstrase que a actividade do C redúcese aproximadamente un 0.0025% por cada caída de presión de 10hPa na presión do recipiente de baleiro ao final do soprado.

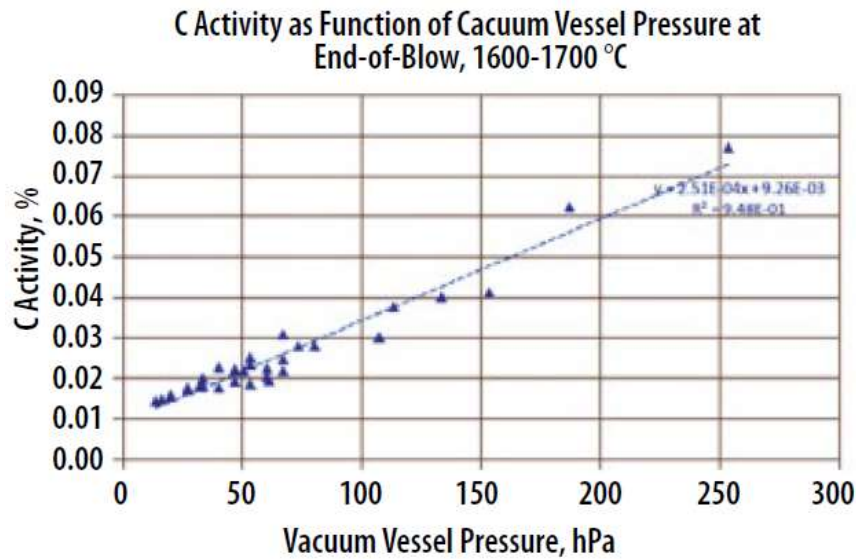


Ilustración 25: Actividade do C en función da caída de presión. Datos obtidos da tesis doctoral de Dr. Otto.³⁰

Os números anteriores non son xeralmente aplicables, pero dan unha idea do que se pode lograr nun taller de fundición dado cun proceso de VOD ben controlado, como se pretende no proxecto aquí tratado.

Supoñendo que a temperatura e a presión do recipiente de baleiro se poden controlar de forma independente, pódese visualizar a influencia da temperatura sobre a actividade do C a presión constante do recipiente de baleiro.

Un aumento de temperatura no final do soprado de 10K reduce a actividade do C nun 0.0025-0.0050%, de novo específico para unha fundición determinada e un proceso VOD ben controlado.

10.4 Programa de soprado

O proceso VOD empregado na actualidade inclúe un programa de soprado calculado en tempo real para cada calor. Xeralmente, dito programa de soprado divide o soprado do osíxeno en 5 fases, cada unha co seu fluxo de osíxeno óptimo, a presión do recipiente de baleiro e a distancia entre a lanza e o baño.

O soprado empezará coa lanza máis cerca do baño para asegurar o acendido. Tras uns minutos, comeza a descarbonización e auméntase a distancia da lanza para protexer a lanza de osíxeno e reducir as salpicaduras aplicando unha intensidade máis suave.

O soprado de osíxeno continúa a toda velocidade ata que se acerca ao contido crítico de C. A partir do momento en que se acaba o contido crítico de C en adiante, o osíxeno reaccionará cada vez en maior medida co Cr, que é un combustible rico en enerxía. Si o sopro de osíxeno continúa cun fluxo constante, a temperatura a partir dese momento aumentaría máis rápido que antes. Isto non é desexable, entón, o fluxo de osíxeno redúcese, de maneira continua e gradual, de forma que a temperatura aumenta só lentamente. Co fin de manter a penetración do chorro de osíxeno no baño de metal, a distancia da lanza redúcese proporcionalmente á redución do fluxo de osíxeno.

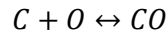
En cambio, neste período, a descarbonización promóvese pola caída da presión do recipiente de baleiro. Continúa ata que se consegue o contido de C de final de carreira

³⁰ [8]

desexado. A bomba de baleiro mecánica está excelentemente adaptada para controlar a presión do recipiente requirida para unha boa descarbonización.

10.5 Ebulición

Debido a que o contido de carbono ao final do soprado continúa sendo considerablemente máis elevado que o contido final de C desexado, elimínase este por reacción co osíxeno disolto en combinación cunha forte axitación de argón durante a fase de ebulición. A autod Descarbonización é provocada pola redución da presión do recipiente de baleiro de acordo coa reacción dependente da presión,



A taxa de descarbonización automática depende da taxa de transporte de carbono e osíxeno nas proximidades da superficie da masa fundida onde ten lugar a reacción. Nunha culler determinada, esta velocidade de transporte depende principalmente do fluxo de argón. A taxa de descarbonización durante o fervido descríbese por medio da seguinte función exponencial,

$$\%C = (\%C_{init} - \%C_{infinite}) * e^{-k \frac{A}{V} * t} + \%C_{infinite}$$

Onde,

- K: constante da taxa de descarbonización, m/min.
- A: área do baño estancada, m^2 .
- V: volume do baño, m^3 .
- t: tempo de reacción, min.

É posible obter un baixo contido de C cunha actividade baixa de osíxeno, pero require dunha presión de CO baixa ademais dunha baixa temperatura ao final da operación.

Tamén é factible lograr o mesmo contido de C a maior actividade de osíxeno, é dicir, a maior temperatura e a maior presión de CO.

Segundo diversos estudos, móstrase que se pode alcanzar unha velocidade de descarbonización constante de aproximadamente 0.20 m/min sempre que a relación molar O/C sexa o suficientemente elevada.³¹ Se non está presente o suficiente osíxeno disolto, este debe provir dos óxidos na escoura sólida da culler, o que diminúe considerablemente a velocidade de descarbonización. Polo tanto, a relación temperatura-presión ao final do soprado debe optimizarse para adaptarse aos requisitos de descarbonización final durante o fervido.

A presión do recipiente de baleiro debe ser tan baixa que inicie a reacción de autod Descarbonización. Por outro lado, traballar cunha presión excesivamente baixa non acelera realmente a descarbonización, senón que crea máis derrames. Polo tanto, a presión do recipiente de baleiro redúcese gradualmente para permitir un control suficiente das reaccións de ebulición. De novo, a bomba de baleiro mecánica é adecuada para controlar a velocidade de succión e, polo tanto, a presión de succión, segundo sexa requirido polo proceso.

³¹ [7]

10.6 Descarbonización

Facendo unha análise máis polo miúdo do proceso de descarbonización, intentando así asentir os coñecementos anteriormente expostos, descríbese esta termodinámica e cinemáticamente.

10.6.1 Termodinámica da descarbonización

Como xa se sabe, a eliminación do carbono disolto dende o aceiro durante a desgasificación por baleiro nace a partir da seguinte reacción,



Onde a constante de equilibrio está dada por,

$$K_{C-O} = \frac{p_{CO}}{a_C * a_O}$$

Para concentracións baixas, as actividades de C e O equivalen ás súas concentracións, tales como:

$$K_{C-O} = \frac{p_{CO}}{[\%C]_{eq} * [\%O]}$$

Sendo a constante de equilibrio,³²

$$\log K_{C-O} = \frac{1.168}{T[K]} + 2.07$$

Por outro lado, para obter a concentración de osíxeno presente na reacción, coñécese que a porcentaxe en peso responde á seguinte expresión,

$$\% \text{ en peso} = \frac{m_{O_2}}{m \text{ mezcla}} = \frac{m_{O_2}}{m \text{ aceiro} + m \text{ osíxeno} + m \text{ argon}}$$

$$\% \text{ en peso} = \frac{m_{O_2}}{m \text{ aceiro} + m \text{ osíxeno} + m \text{ argon}_{\text{desgasificación}} + m \text{ argon}_{\text{reducción}}}$$

Os cálculos correspondentes aos parámetros descritos con anterioridade e relativos ao presente proxecto, son desenrolados no documento nomeado como "ANEXO: CÁLCULOS" deste mesmo traballo.

³² [9]

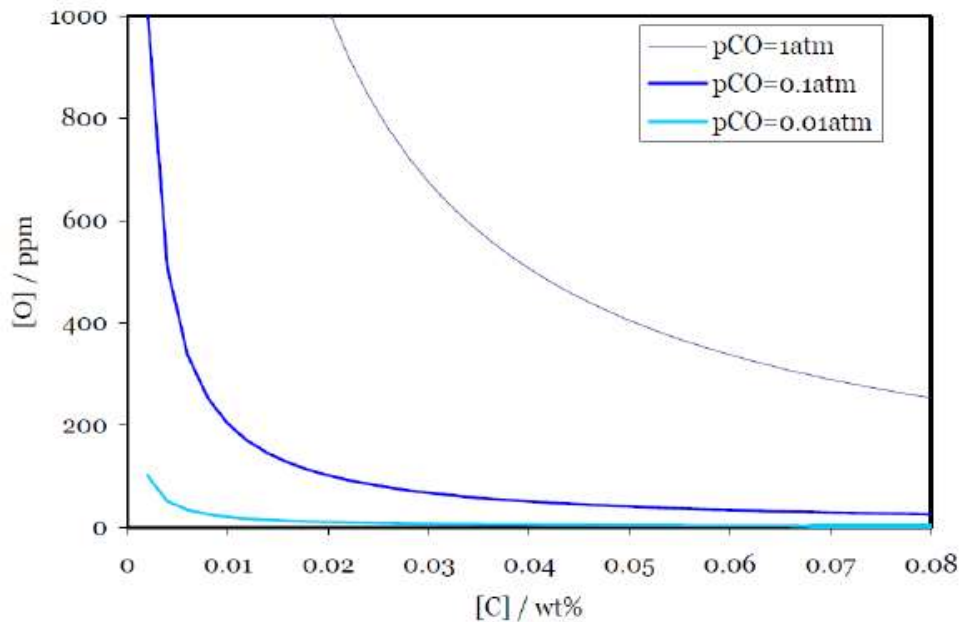


Ilustración 26: Concentraciones de equilibrio [C] e [O] a diferentes presiones³³

10.6.2 Cinemática da descarbonización

A velocidade de descarbonización está dada pola seguinte relación:

$$\ln \left\{ \frac{[\%C]_f - [\%C]_{eq}}{[\%C]_i - [\%C]_{eq}} \right\} = -k_c t$$

Onde,

- $[\%C]_f$ é a concentración de carbono despois do tempo t .
- $[\%C]_i$ é a concentración inicial de carbono.
- $[\%C]_{eq}$ é a concentración de carbono en equilibrio.
- k_c é a constante de reacción para a descarbonización, en min^{-1} .

Ao reorganizar os termos da anterior ecuación en función da concentración de carbono final, obtense por resultado,

$$[\%C]_f = [\%C]_{eq} + ([\%C]_i - [\%C]_{eq}) * \exp(-k_c t)$$

Onde $[\%C]_i$ e $[\%C]_f$ son os contidos de carbono antes e despois da descarbonización, respectivamente, $[\%C]_{eq}$ é o contido de carbono en equilibrio, e k_c é a constante de reacción para a descarbonización. A constante da reacción está dada por:

$$k_c = k * A/V$$

Onde,

- K : constante da taxa de descarbonización, m/min .
- A : área do baño estancada, m^2 .
- V : volume do baño, m^3 .

Unha vez obtido o valor da constante da reacción k_c , débese calcular o valor da concentración de carbono inicial requirido para obter como resultado o aceiro desexado,

³³ [7]

aceiro inoxidable austenítico AISI 316L, cuxa ficha técnica xa foi descrita con anterioridade neste proxecto.

$$[\%C]_f = [\%C]_{eq} + ([\%C]_i - [\%C]_{eq}) * \exp(-k_c t)$$

Os cálculos correspondentes aos parámetros descritos con anterioridade e relativos ao presente proxecto, son desenrolados no documento nomeado como “ANEXO: CÁLCULOS” deste mesmo traballo.

10.6.3 Control da velocidade de succión durante as fases de descarbonización

O control da velocidade de succión da bomba de baleiro é de elevada importancia para o control do proceso, tanto en termos de lograr o obxectivo metalúrxico como de limitar o derrame. Como a xeración de gases de escape e os requisitos de presión de baleiro varían rigorosamente no curso dun tratamento completo, a bomba de baleiro a de ser igualmente flexible.

Como principio xeral, a velocidade de aspiración contrólase variando a frecuencia e conectando ou desconectando motores eléctricos ademais de abrindo ou cerrando válvulas de peche na bomba de baleiro. Non se desperdicia enerxía eléctrica para controlar a velocidade de succión. En comparación, a variación da velocidade de succión cunha bomba exector de vapor prodúcese principalmente mediante a re-circulación de gases de escape variable, que varía a velocidade de succión pero non reduce o consumo de vapor cando se reduce a velocidade de succión.

10.6.4 Control da bomba de baleiro durante as fases de soprado de osíxeno

Nos primeiros minutos de soprado de osíxeno este é consumido principalmente por Al e Si; como resultado, o fluxo de gases de escape é moi baixo.

Cando o Al practicamente desapareceu e gran parte do Si se oxidou de forma que aumenta a actividade de osíxeno no baño de aceiro, a descarbonización ponse en marcha e xera CO e CO₂. Para evitar derrames fortes debido á ebulición eruptiva cando comeza a descarbonización, é necesario manter a presión do recipiente artificialmente alta durante uns minutos. Polo tanto, a velocidade de succión da bomba de baleiro contrólase de maneira que a presión se manteña practicamente constante a 150-200 hPa durante a oxidación de Al e o Si.

Durante a descarbonización, a presión mantense máis baixa e cae cara ó final do soprado. Existen dúas posibilidades de control da velocidade de succión:

- A presión do tanque contrólase de forma directa para reducir progresivamente o nivel actuando en circuío pechado nas frecuencias do motor eléctrico..
- A presión do tanque contrólase indirectamente mediante o establecemento de frecuencias fixas do motor eléctrico que permiten que a presión varíe e caia finalmente como resultado da caída sucesiva do fluxo de gas de escape.

A bomba de baleiro mecánica adáptase moi ben a ambos principios de control.

En todos os procesos para a desgasificación do aceiro ao baleiro fórmanse gases e vapores que poderían ser perigosos. Basicamente, CO e H₂ ademais dos vapores de metais volátiles que se liberan da superficie do aceiro. Os vapores do metal e do óxido metálico condénsanse parcialmente en elementos de plantas frías e xeran un po fino. Este po débese separar eficazmente en filtros de mangas especiais, ciclóns e contedores e polo tanto non deben alcanzar as bombas de baleiro.

10.6.5 Control da bomba de baleiro durante o fervido

Durante a ebulición elimínase unha cantidade considerable de carbono ao diminuír a presión en pouco tempo. Estas condicións son apropiadas para a creación de fortes pendentes e problemas operativos prácticos, a non ser que o descenso da presión sexa gradual e estea ben controlado; isto é difícil de obter cunha bomba exector de vapor. Cunha bomba mecánica, é fácil controlar a velocidade de succión e automatizar o proceso de ebulición.

Ao igual que durante o golpe de osíxeno, a bomba de baleiro permite o control automático de dúas formas,

- Provocando que a presión do tanque caia no tempo ao largo dunha curva anteriormente programada, controlada directamente polas frecuencias constantes dos motores eléctricos das bombas mecánicas.
- A velocidade de succión aumenta no tempo ao largo dunha curva anteriormente programada, o que indirectamente fai que a presión do tanque caia.

10.6.6 Propiedades dun sistema de baleiro mecánico

A alta carga de po durante o proceso require un sistema de filtrado adecuado para protexer ao sistema de baleiro mecánico, e na actualidade, existen no mercado filtros de bolsa estándar da industria do aceiro. A especificación do filtro para procesos con soprado de osíxeno asociado é máis difícil e demanda unha refrixeradora dos gases de escape adicional augas arriba para protexer as bolsas de filtro, así como o sistema de baleiro mecánico de alta carga de calor causada polo rango de elevadas presións.

A disposición do sistema de baleiro mecánico, e un tamaño de bomba correcto, reducen o número de interfaces a un nivel óptimo, asegurando unha fácil integración no control do proceso e tamén permitindo así, un funcionamento estable en calquera condición do proceso.

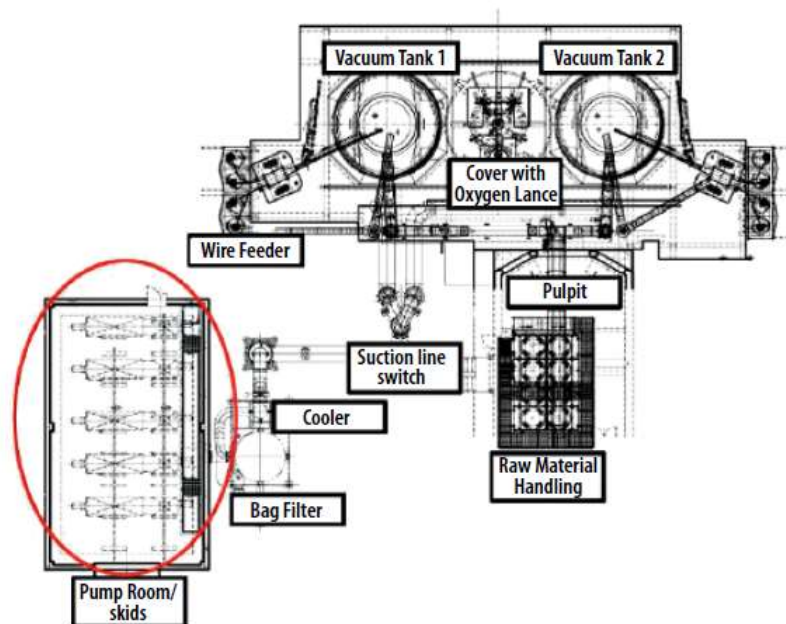


Ilustración 27: Disposición da estación Mechel VD/VOD³⁴

³⁴ [10]

As solucións de baleiro consisten en bombas e compoñentes que deben cumprir coas especificacións de ATEX, debido a que durante o proceso de desgasificación do aceiro prodúcese combustibles inflamables que se se mesturan na concentración correcta co osíxeno, representan unha ameaza relevante de risco de explosión. Este é o motivo polo cal as bombas de baleiro primarias, que requiren refrixeración mediante a entrada de grandes cantidades de aire do ambiente, son non recomendables, xa que o aire adicional aumenta as oportunidades de crear unha mestura de gas explosiva.

Na actualidade, as bombas de baleiro mecánicas estándar xa cumpren cos requisitos de alto nivel para a seguridade.³⁵

Os sistemas de baleiro mecánicos cun rendemento de velocidade de succión igual ou similar poden comprender un número distinto de bombas de baleiro, como resultado do tamaño de bomba seleccionado e o número de etapas de baleiro. Os máis comúns son aqueles de tres ou catro etapas que comprenden bombas de parafuso na primeira etapa e bombas de raíces de etapas múltiples nas etapas de alto baleiro. O número de etapas vén determinado por,

- En primeiro lugar, polo rendemento da velocidade de succión das bombas de parafuso, o que asegura tempos de bombeo curtos e unha operación de baleiro irregular estable.
- En segundo lugar, pola relación de compresión asociada ás bombas de raíces seleccionadas, o que permite un alto rendemento ata unha presión de proceso de 0.67 mbar.

Unha excelente relación de compresión das bombas de raíces minimiza o número de etapas, tamén o número de bombas, e conduce ao sistema de baleiro a unha solución económica e respectuosa co medio ambiente. As bombas de raíz consumen menos enerxía e menos auga de refrixeración en relación co menor custo de inversión en comparación coas bombas de respaldo.

A selección do tamaño da bomba de baleiro debe de estar determinada polo número mínimo requirido de bombas para asegurar no tempo a actividade no caso de falla de bomba nunha das etapas, e polo tamaño máximo de bomba. Debido á experiencia existente neste campo, está comprobado que unha baixada de velocidade de succión de menos do 30%, mantén a operación do proceso con lixeiras restricións na presión final e no tempo de proceso, sen comprometer a calidade do grao de aceiro. Para plantas de aceiro con tempos de ciclos pequenos e cun alto uso da produción, podería ser aplicable a instalación adicional de bombas redundantes, dependendo do tamaño do sistema de baleiro. Isto ao mesmo tempo, atenúa as fugas non programadas no sistema.

Polo tanto, para tamaños de calor máis pequenos, o uso de bombas máis pequenas podería ser aplicable, mentres que un aumento de escala está limitado pola física. Ampliar a cámara da bomba para aumentar a velocidade de succión conduce a masas máis elevadas, encontrando varias limitacións: no manexo debido ao peso, na economía debido aos altos custos, nunha menor relación de compresión debido ás liñas máis longas e cunha maior sensibilidade á carga térmica, debido ao espazo libre estreito e á gran masa para arrefriar. Ao mesmo tempo, as inercias máis elevadas de masas máis grandes conducen a unha lenta aceleración da velocidade de rotación, deteriorando a capacidade de control da presión do proceso e requirindo unha liña de derivación para o proceso de bombeo.

A velocidade de succión dunha bomba de baleiro pode aumentarse con frecuencias máis altas, e como consecuencia, obtense unha masa máis pequena dos rotores. Por último, un deseño simple, sen liñas, válvulas nin instrumentos adicionais, reducirá as interfaces ao mínimo e garantirá un control estable do proceso.

³⁵ [11]

10.6.6.1 Bombas de baleiro de parafuso

O uso deste tipo de bombas é común nos procesos de fabricación industrial, xa que presentan un tempo de evacuación corto debido ás altas capacidades de succión, o seu funcionamento é en seco e sen contacto, poden expandirse a alto baleiro, teñen un baixo nivel de ruído, fácil mantemento e baixos custos de ciclo de vida.

A bomba escollida para o proceso deseñado pertence á empresa Pedro Gil, de cuxo catálogo se elixe o tipo de bomba de parafuso RVS 150,

MODELO	RVS150	RVS300	RVS400	RVS600	RVS1500	RVS3000
Caudal (m ³ /h, 50/60Hz)	110/130	250/300	330/400	660/800	1,250/1,500	2,250/2,700
máximo vacío (Torr)	7.5x10 ⁻²	7.5x10 ⁻²	7.5x10 ⁻²	7.5x10 ⁻²	1.5x10 ⁻²	1.5x10 ⁻²
Potencia Motor (kw, 50Hz/60Hz)	2.2/3.7	7.5/7.5	7.5/11	15/15	30/37	37/55
Velocidad (max. Rpm, 50Hz/60Hz)	2,900/3,500	2,900/3,500	2,900/3,500	2,900/3,500	1,450/1,750	1,450/1,750
Conexión (entrada/salida)	JIS 40/40A	JIS 50/40A	JIS 65/50A	JIS 100/65A	JIS 125/80A	JIS 150/100A
Caudal refrigeración agua(l/min)	5-10	10-15	10-15	15-20	30-40	40-50
Capacidad carter aceite (l/min)	1	2	2	2.5	8	10
Tipo de cierre	HV : Doble retén de aceite / LV : Reten aceite + cierre mecánico					
Peso Aprox. (Eje libre, kg)	165	340	450	620	1,200	1,500



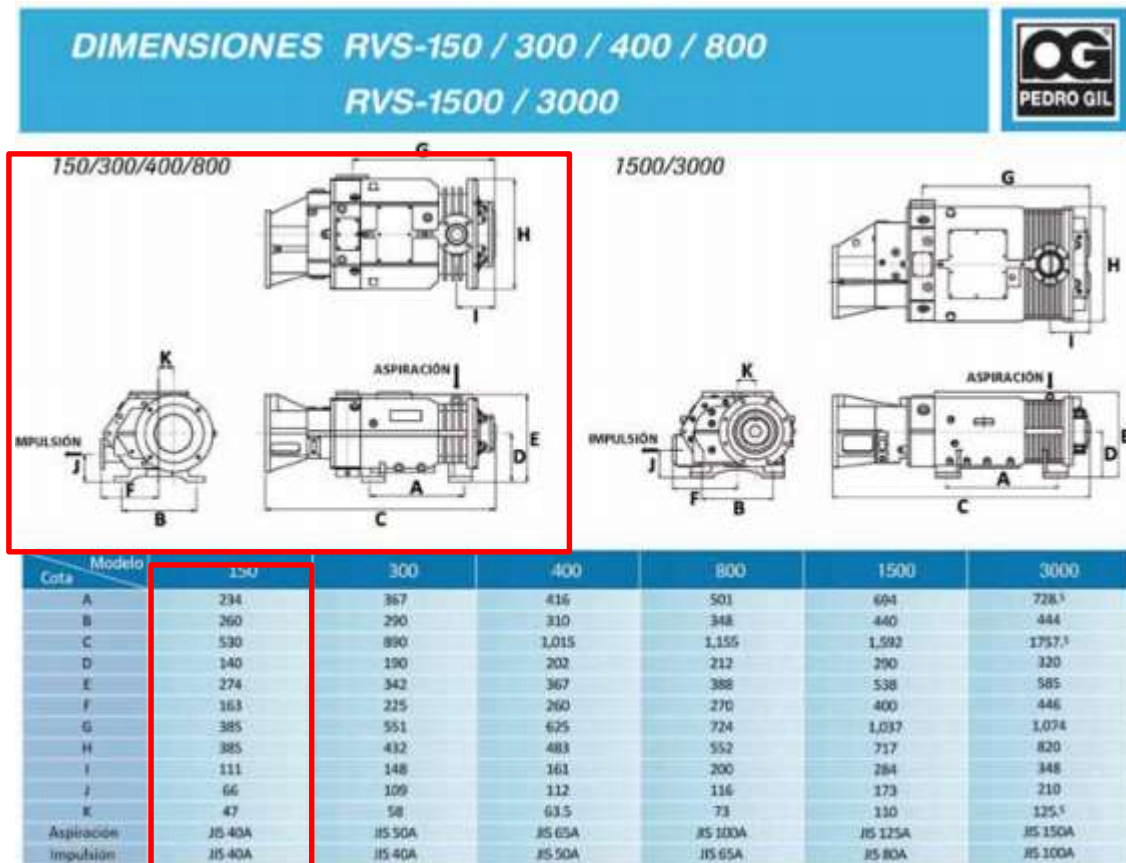


Ilustración 28: Bomba de parafuso da empresa Pedro Gil³⁶

Neste caso, a bomba de parafuso por si sola non é capaz de acadar o nivel de baleiro esixido, motivo polo cal se debe combinar con bombas de raíces de etapas múltiples, colocadas en serie con esta.

O funcionamento das bombas RVS de parafuso é mediante un par de rotores que xiran en sentido contrario ou un do outro, sen contacto entre eles nin coa carcasa e sen ningún líquido de peche, sincronizados mediante un par de engrenaxes, aspirando os gases do proceso pola brida de aspiración e desprazándoos, a través dos rotores, á brida de impulsión.

O parafuso híbrido, en comparación cos parafusos tradicionais, incrementa considerablemente a eficiencia da compresión, para un bombeo máis rápido e homoxéneo, reducindo o incremento de temperatura pola compresión, o que fai o bombeo máis seguro, en especial durante a descarga de gases, gracias ao especial deseño en espiral hidrodinámica da camisa de refrixeración da carcasa, o que cumpre coas directivas ATEX. O alto rendemento vese tamén reflexado no consumo enerxético da bomba.

Os accesorios adicionais que comunmente presenta esta bomba son o pre-condensador, depósito de condensados, válvula de illamento, kit para gas de purga na aspiración, kit de spray disolvente na aspiración, filtro de aspiración, apaga chamas, silenciador de impulsión, presostato impulsión, transdutor de presión na impulsión, transdutor de temperatura na impulsión, kit de inxección de gas para os peches, panel de control e cadro eléctrico.

10.6.6.2 Bomba de baleiro de raíces

Este tipo de bombas emprégase como bombas de reforzo ou apoio na parte superior doutro tipo de bombas como as de parafuso, incrementando así a presión máxima e as

³⁶ [12]

velocidades de bombeo. Aínda así, a súa principal finalidade é permitir que o sistema de baleiro opere cunha velocidade de bombeo superior en rangos de baleiro máis estreitos, acadando un mellor grao de baleiro final

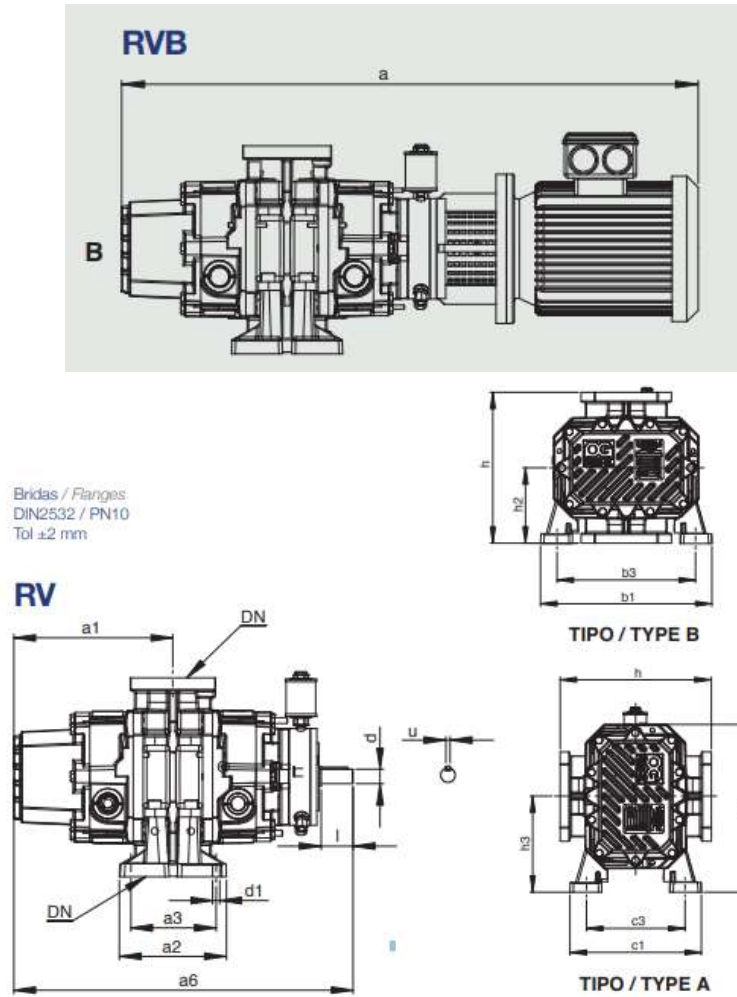
Con frecuencia, son empregadas en aplicacións industriais ou sistemas con altas velocidades de bombeo xa que algunhas das vantaxes que estas presentan son as elevadas velocidades de bombeo, o control de frecuencia, o prezo, a robustez e a existencia de versións herméticamente seladas.

A bomba escollida para operar en combinación coa bomba de baleiro de parafuso descrita no apartado anterior é unha de raíces RVB tamén da empresa Pedro Gil, pertencente ao grupo de bombas de desprazamento positivo. Dous pistóns simétricos de sección en forma de oito, xiran sen contacto entre eles nin co corpo, un en sentido contrario ao outro, engrenados regularmente e aloxados dentro do corpo da bomba. O funcionamento dos pistóns é a través do xogo de engrenaxes que sincronizan o seu movemento de rotación e que garanten a ausencia de roces entre eles.

O eixe de funcionamento das bombas Roots é accionado directamente polo eixo do motor por medio dun axuste elástico. O paso do eixe é selado por medio de reténs con cámara de aceite como medio selador. Incorpora unha cámara de refrixeración ao paso do eixe para eliminar o calor producido polo peche.

Os datos técnicos desta son mostrados a continuación,

Tamaño / Size		20.10	20.20	21.20	21.30	22.20	22.30	23.20	23.30	24.20	25.10	25.20	26.20	26.30	27.10	27.20
Caudal nominal de aspiración <i>Rated suction flow</i>	m ³ /h	200	280	500	740	1000	1430	2000	2880	3725	5422	7295	7954	9470	11515	15558
Velocidad de giro <i>Rotation speed</i>	min	2850	2850	2960	2960	2995	2995	2910	2910	2915	2925	2930	1480	1460	1485	1465
Máx. diferencia de presión en continuo <i>Max. pressure difference with continuously</i>	mbar	130	80	80	80	80	66	50	40	50	66	50	50	40	40	30
Potencia del motor <i>Motor power</i>	kW	0,75	1,1	2,2	3,0	4,0	4,0	5,5	7,5	11,0	15,0	18,5	22,0	22,0	30,0	30,0
Tensión de red normal, 50 Hz <i>Normal supply voltage, 50 Hz</i>	V	230/400	230/400	230/400	230/400	230/400	230/400	230/400	400Δ	400Δ	400Δ	400Δ	400Δ	400Δ	400Δ	400Δ
Capacidad aceite en los carters A/B <i>Oil Capacity in oil box A/B</i>	Ltr	0,62/0,98	0,62/0,98	1,1/1,61	1,1/1,61	1,58/2,45	1,58/2,45	3,05/4,69	3,05/4,69	4,95/8,5	7,5/12,5	7,5/12,5	15/22	15/22	27/35	27/35
Capacidad aceite cierre paso del eje <i>Oil capacity shaft passage seal</i>	Ltr	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,1	0,1	0,15	0,2	0,2	0,25	0,25	0,3	0,3
Consumo agua de refrigeración <i>Consumption cooling water</i>	Ltr/h	80	80	80	80	100	100	120	120	140	160	160	180	180	200	200
Peso bomba Roots con motor <i>Weight Roots pump with motor</i>	kg	73	85	130	158	240	270	360	400	580	755	850	1600	1700	2490	2690
Peso bomba (eje libre) <i>Weight of pump (free shaft)</i>	kg	62	76	115	135	208	245	320	360	460	630	710	1450	1550	2250	2450



Tamaño Size	DN	a	a ₁	a ₂	a ₃	a ₆	b ₁	b ₃	c ₁	c ₃	d ₁	h	h ₁	h ₂	h ₃	Extremo eje Shaft's end		
																d	l	u
20.10	50	767	220	148	118	470	313	253	240	178	14	276	340	138	176	20k6	45	6
20.20	80	807	240	188	158	509	313	253	240	178	14	276	340	138	176	20k6	45	6
21.20	100	968	291	270	230	615	366	290	281	204	18	320	353	160	203	28k6	53	8
21.30	100	1103	341	370	330	715	366	290	281	204	18	320	382	160	203	28k6	53	8
22.20	100	1134	345	327	282	731	426	354	313	240	18	350	417	175	232	32k6	68	10
22.30	150	1246	401	439	394	843	426	354	313	240	18	350	417	175	232	32k6	68	10
23.20	150	1286	398	412	362	832	534	444	388	298	24	400	494	200	271	38k6	68	10
23.30	150	1445	468	552	502	972	534	444	388	298	24	400	494	200	271	38k6	68	10
24.20	200	1622	470	363	288	993	592	528	420	356	24	500	602	250	335	42k6	88	12
25.10	200	1599	468	329	249	962	728	638	514	424	24	630	743	315	421	42m6	88	16
25.20	250	1782	532	458	378	1091	728	638	514	424	24	630	743	315	421	42m6	88	16
26.20	300	2088	665	620	510	1381	948	848	666	566	24	780	925	390	525	75m6	106	20
26.30	300	2220	732	750	640	1512	948	848	666	566	24	780	925	390	525	75m6	106	20
27.10	300	2300	717	575	450	1528	1147	1057	812	722	40	1000	1151	500	668	90m6	190	25
27.20	350	2524	829	799	674	1753	1147	1057	812	722	40	1000	1151	500	668	90m6	190	25



Ilustración 29: Bomba RVB da empresa Pedro Gil³⁷

O conxunto total debe ser redundante, polo que o número de bombas instaladas ha de ser tal que poda cubrir as necesidades do sistema conseguindo unha presión de baleiro de 100 Pa.

A composición do sistema será de dúas bombas de parafuso e outras dúas de raíces.

Para cada unha das bombas de parafuso, segundo as dimensións anteriormente sinaladas, é necesario reservar un espazo de $0.53\text{ m} \times 0.385\text{ m}$, é dicir, 0.21 m^2 que, debido á esixencia de redundancia serían 0.42 m^2 . Ademais, xa foron mencionados outros equipos necesarios para acadar o correcto funcionamento do conxunto, polo que se reserva un total de 1 m^2 para o conxunto das bombas de parafuso.

Por outro lado, considerando a descrición das bombas de raíces, é necesario destinar $0.767\text{ m} \times 0.313\text{ m}$, é dicir, 0.25 m^2 do espazo dispoñible para o seu aloxamento. Pola redundancia do sistema é necesario reservar 0.50 m^2 , pero para o correcto funcionamento resérvase un espazo para outros posibles equipos como tubarías, filtros e cables, polo que o espazo disposto para as bombas de raíces é de 1 m^2 .

O local destinado para as bombas de baleiro ha de dispor de a lo menos 2 m^2 , pero tamén se debe considerar que estes equipos deben dispoñer dun plan de mantemento e supervisión realizado por persoas que deben acceder e traballar en dito entorno. Polo tanto, conclúese que se reservan 4 m^2 do espazo dispoñible para o local de bombas.

10.6.6.3 Lugar e material de inxección de argón

Partindo do feito da idoneidade da insuflación do gas argón polo fondo da culler, un estudo de Scheubel sitúa o lugar concreto de colocación da fonte de inxección no fondo. Demostrouse que a acción tecnicamente máis favorable das correntes lógrase cando o ladrillo se encontra na metade do radio do fondo e ademais é recomendable que se sitúe a 90° respecto ao furado de coada co fin de protexelo do impacto do chorro de coada. Tal e como se mostra a continuación,³⁸

³⁷ [13]

³⁸ [14]

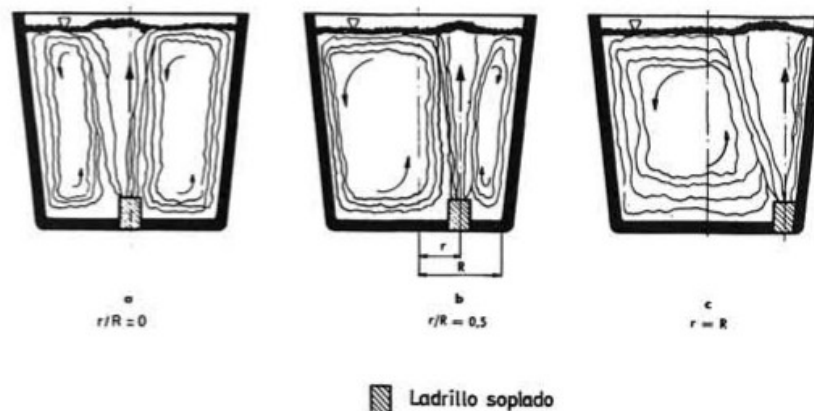


Ilustración 30: Esquema da circulación do argón en función da localización do tapón poroso³⁹

A adición de argón na culler aporta numerosas vantaxes como a unificación da caída de temperaturas na culler e axuste da mesma, mellora na limpeza do aceiro ao transportar as impurezas non metálicas á escoura, mellora a eliminación parcial dos gases como N_2 , H_2 e O_2 , maior rendemento do elementos de adición ou protexe contra a oxidación na coada continua.

A insuflación do argón na culler realízase a través dos elementos refractarios de tipo cónico colocados no fondo da culler. Este tipo están baseados, normalmente, en alta permeabilidade, introducidos en ladrillo de suxeición (portatapón), colocados no revestimento do fondo da culler.

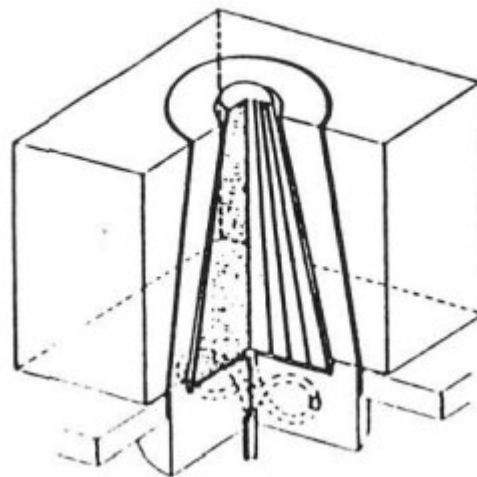


Ilustración 31: Sistema portatapón - tapón poroso⁴⁰

O factor determinante que permitiu o soprado de argón foi o poder controlar a permeabilidade, propiedade que presentan os materiais cerámicos porosos para permitir o paso dunha corrente gasosa como resultado dunha diferenza de presión.

Nos refractarios porosos actuais equilíbranse as porosidades dos tapóns coa resistencia ao desgaste. Os tapóns porosos empregados na actualidade son todos de forma cónica envoltos en chapa.

³⁹ [14]

⁴⁰ [14]

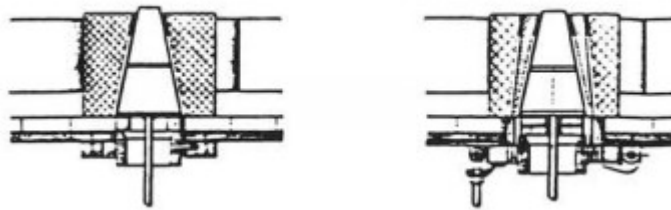


Ilustración 32: Sistema de aplicación do tapón poroso⁴¹

10.6.6.4 Inxección de osíxeno

A embocadura de lanza ten un deseño converxente-diverxente (CD). A embocadura CD tamén se coñece como embocadura laval e caracterízase por un paso de fluxo cuxa área de sección transversal diminúe na dirección do fluxo, alcanza unha área de sección transversal mínima e logo aumenta aínda máis na dirección do fluxo. A área de sección transversal mínima do paso de fluxo denomínase garganta da embocadura. O deseño da embocadura CD axuda a acelerar a velocidade do gas a velocidades supersónicas. O chorro de fluxo de gas subdivídese en rexións de núcleo potencial, supersónicas e subsónicas. Dentro da rexión do núcleo, a velocidade é constante. O chorro interactúa coa contorna do convertedor e produce unha rexión de mestura turbulenta. O proceso de arrastre aumenta o caudal máxico e o diámetro do chorro e diminúe a velocidade axial media a medida que aumenta a distancia desde a saída da embocadura. A forza de impacto sobre a superficie da escoura fundida redúcese ao aumentar a altura da lanza. A lonxitude do chorro e o ángulo de dispersión veñen afectados pola temperatura e a presión do gas, así como polo estado da mestura de escoura metálica.

As embocaduras de lanza están deseñadas para un certo caudal de osíxeno, normalmente medido en N_{cum}/min , o que dá como resultado una certa velocidade de saída (número de Mach), co perfil de chorro requirido e a forza para penetrar a capa de escoura e reaccionar co baño de aceiro na área da depresión. Os chorros supersónicos prodúcense coas embocaduras CD (Ilustración 29). Un depósito de osíxeno estancado mantense a unha presión P_1 . O osíxeno acelera na sección converxente ata a velocidade sónica (Mach número 1) na zona de garganta cilíndrica. O O_2 logo expándese na sección diverxente. A expansión diminúe a temperatura, a densidade e a presión do osíxeno e a velocidade aumenta a niveis supersónicos (número de Mach superior a 1). A medida que o chorro de osíxeno sae da embocadura cara a culler, a unha presión P_2 , propágase e decae. Un núcleo supersónico permanece a certa distancia da embocadura. Os chorros supersónicos espárcense nun ángulo de arredor de 10 a 14 graos.

⁴¹ [14]

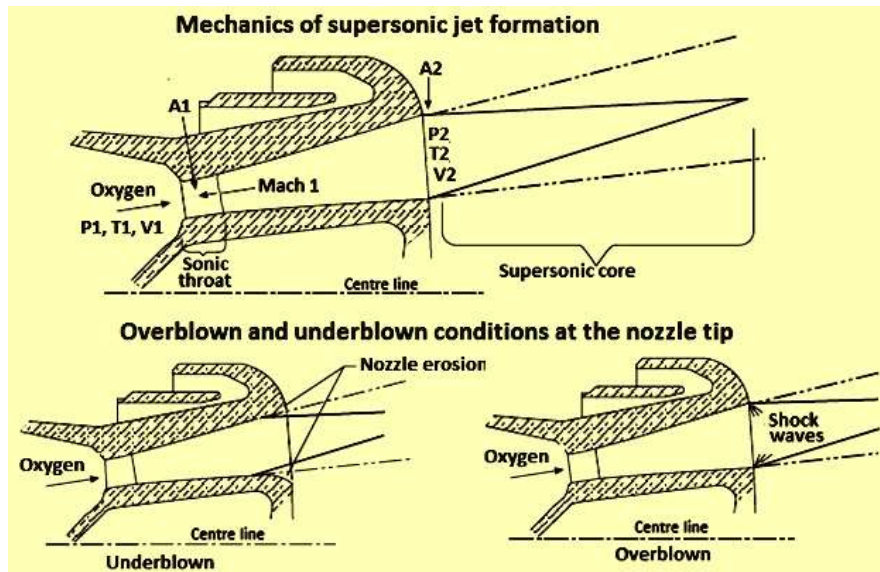


Ilustración 33: Mecánica da formación de chorros supersónicos e condición de soprado excesivo e insuficiente na punta da embocadura⁴²

Tanto o deseño adecuado da embocadura como o funcionamento adecuado son necesarios para obter de maneira eficiente as reaccións de fabricación de aceiro desoxadas e maximizar a vida útil da embocadura. Se unha embocadura se sopra demasiado, significa que o chorro de osíxeno non se expande completamente no momento en que sae da embocadura, desenvólvense ondas de choque a medida que o chorro se expande fóra da embocadura. Pérdese enerxía útil nestas ondas de choque, e un chorro esaxerado impacta o baño fundido con menos forza que un chorro idealmente expandido.

As embocaduras están baixo soprado cando o chorro se expande a unha presión igual á presión circundante e logo deixa de expandirse antes de saír da embocadura. Neste caso, o fluxo de osíxeno sepárase da superficie interna da embocadura. Os gases quentes da culler logo quéimanse ou erosionan a área de saída da embocadura. Esta erosión non só reduce a vida útil da embocadura, senón que tamén dá como resultado unha perda da forza do chorro, o que conduce a unha condición de soprado suave. As condicións de baixo soprado e sobre soprado tamén se mostran na ilustración 29.

A lanza de osíxeno está suxeita á carga de quecemento na culler por radiación, convección e conduction. Está suxeito a corrosión continua por escoura e salpicaduras a alta temperatura. Ademais, durante o soprado, as partículas de escoura fundida solidifícanse na superficie da lanza e adhírense á lanza. Estas partículas de escoura impactan a transferencia de calor á lanza.

As puntas de lanza poden ter un só orificio ou múltiples orificios. Nunha punta de lanza dun só orificio, o deseño da embocadura de punta de lanza tipo laval é simple. Componse dunha sección de contracción, unha abertura de garganta e unha sección de expansión. Na sección de garganta, que está na intersección das seccións de contracción e expansión, a área da sección transversal é máis pequena. O diámetro da abertura da garganta é o diámetro crítico e a área na garganta é a área crítica. Actualmente, as puntas de lanza dun só orificio xa non se empregan.

As puntas de lanza de orificios múltiples son as máis populares na fabricación de aceiro nestes días. No caso destas lanzas, as puntas das lanzas poden conter desde tres embocaduras de tipo laval en número ata nove embocaduras de tipo laval en número. Estas lanzas están en ángulo coa liña central da lanza. As lanzas de catro a seis foxos son máis populares. Estas lanzas producen un chorro supersónico de múltiples fíos na saída da

⁴² [15]

embocadura. O rendemento do proceso metalúrxico destas puntas de lanza é moi superior. Con todo, a fabricación destas puntas de lanza é máis complexa. Normalmente, os compoñentes destas puntas de lanza fábrícanse por separado e logo ensámblanse e soldan. Desta maneira, a fabricación é fácil, as dimensións son precisas e o rendemento operativo é bo. Con todo, para unha vida máis longa destas embocaduras, debe evitarse a alta temperatura dos aceiros, debe haber unha boa escouración e debe evitarse o soprado en posicións baixas. Os parámetros importantes no deseño de puntas de lanza de orificios múltiples son o caudal de osíxeno, a presión teórica de O_2 , o número Mach de saída da embocadura, ángulo e espazado da embocadura, sección de expansión e lonxitude da sección de expansión, dimensións da sección da abertura da garganta e (vii) dimensións da sección de contracción.

Sóprase osíxeno na culler a través dunha embocadura de lanza arrefriada por auga a alta presión e velocidade supersónica (Mach superior a 1). O chorro supersónico de osíxeno da embocadura axuda a un maior arrastre deste no metal fundido. Durante o soprado, fórmase unha dispersión trifásica que consiste en escoura / gotiñas de metal / burbullas de gas. A ilustración 30 mostra a comparación da área de impacto do chorro no baño para unha punta de lanza de tres orificios e unha punta de lanza dun só orificio.

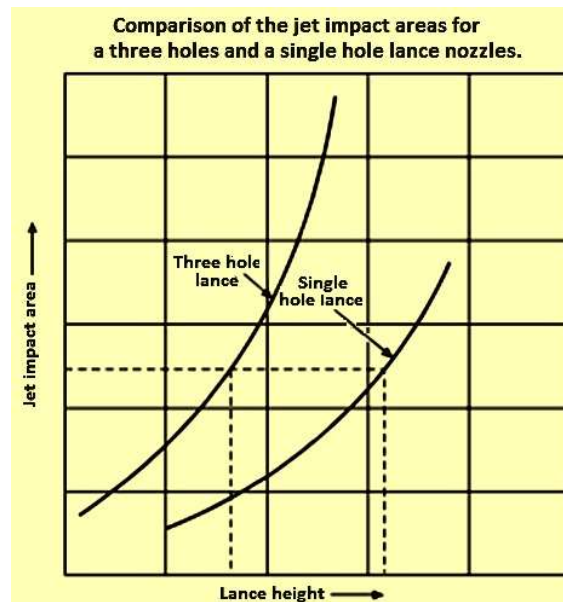


Ilustración 34: Comparación de área de impacto do chorro no baño para unha punta de lanza de tres orificios e punta de lanza dun só orificio⁴³

Os requisitos das puntas de lanza inclúen soportar cargas térmicas e mecánicas moi elevadas, a necesidade dun arrefriado eficiente, ter unha alta confiabilidade e eficiencia, ser fáciles de instalar, deben ter un deseño de enxeñería de precisión para ter o fluxo específico de osíxeno, ter tolerancias mínimas de fabricación e non ter ningún defecto de fabricación, e ter a pureza do material e a estrutura do gran que se require para proporcionar unha transferencia de calor óptima e boa resistencia superficial.

O canón da lanza é unha serie de tubos concéntricos, un tubo exterior, un tubo intermedio e o tubo central para o osíxeno. O material para o tubo da lanza é un tubo sen costura de aceiro con baixo contido de carbono e un grosor para soportar os requisitos de presión na lanza. A lanza debe ser estruturalmente resistente. A lanza deseñárase para compensar a expansión e contracción térmica. O tubo exterior da lanza está exposto ás altas temperaturas do forno. A medida que aumenta a temperatura, expándese e a construción xeral da lanza internamente constrúese con xuntas tóricas e varias xuntas, pero pode adaptarse á expansión

⁴³ [15]

e contracción térmica mentres está en servizo. A lanza tamén debe ter un deseño libre de tensións e debe construírse con tal calidade que sexa capaz de soportar as condicións normais de funcionamento existentes na culler.

A ilustración 31 mostra as compoñentes principais da lanza de osíxeno. Estes inclúen accesorios de entrada de O_2 , a saída de O_2 (punta de lanza, que está feita dun deseño de cobre fundido (Cu) de alta condutividade térmica con embocaduras maquinadas con precisión para lograr a taxa de fluxo e os parámetros de chorro desexados. A auga de arrefriado é necesaria nestas lanzas para evitar que se queimen na culler. A lanza serve para asegurar o fluxo requirido de auga de refrixeración circulante.

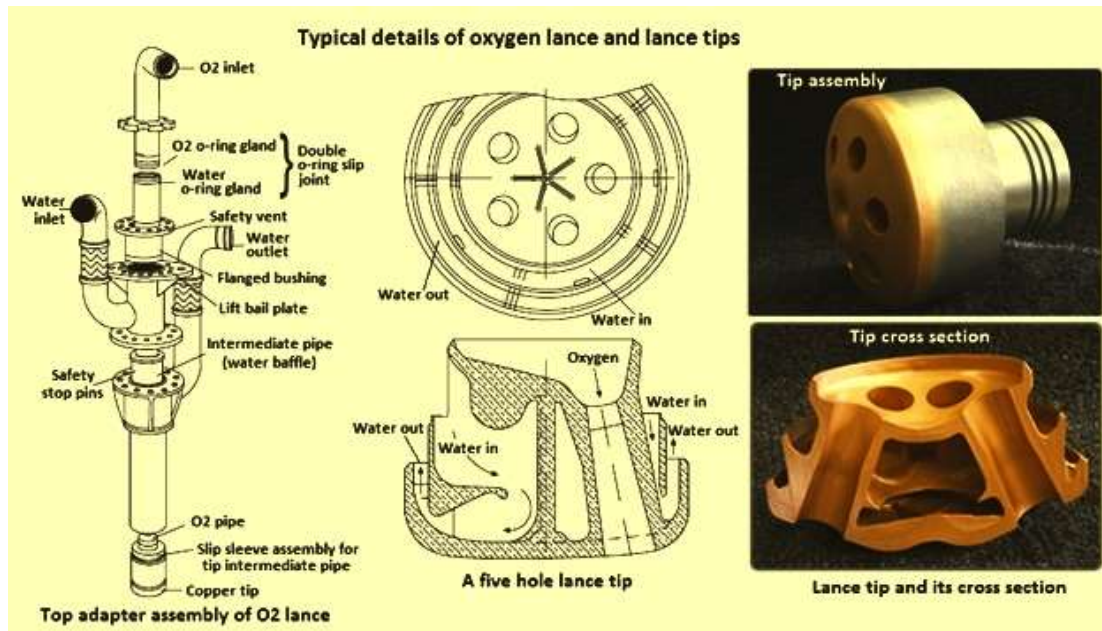


Ilustración 35: Detalles típicos de puntas de lanza e lanza de osíxeno⁴⁴

A taxa de fluxo de osíxeno na tubaxe de O_2 non debe ser alta xa que a perda de presión é aproximadamente proporcional ao cadrado da velocidade do fluxo. Normalmente, o caudal de O_2 na tubaxe debe ser inferior a 55 m/seg e a velocidade do gas na tubaxe no rango de 0,1 Mach a 0,2 Mach. Os parámetros de deseño típicos da tubaxe de lanza para diferentes tamaños de culler atópanse na seguinte ilustración,

⁴⁴ [15]

Tab 1 Typical design parameters of oxygen lance of BOF				
Sl. No.	Converter heat size	Oxygen flow rate	Dimensions of lance pipe	Speed of oxygen flow
	tons	1000 cum/hour	Internal dia. x thickness in mm	m/sec
1	250-300	58-66	245×8	43.5-49.5
2	210	48-54	219×8	45.8-51.5
3	180	39-44	194×6	46.3-52.2
4	150	30-33	168×6	48.4-53.3
5	120	26-28	159×6	47.3-50.9
6	80	18-20	133×5	46.8-51.9
7	60	14-16	121×5	44.7-51.0
8	50	11-13	114×5	40.0-47.3

Ilustración 36: Parámetros de diseño típicos para lanzas de osíxeno⁴⁵

No caso tratado, o caudal de osíxeno necesario é de $30 \text{ Nm}^3/\text{min} = 1800 \text{ Ncum}/\text{h}$. Entón os parámetros da lanza serán: 114 mm de diámetro interno e 5 mm de espesor, cunha velocidade de fluxo de O_2 de $40 \text{ m}/\text{seg}$.

Hai unha serie de factores que afectan ao rendemento e á eficacia da lanza. O contido de silicio do metal quente é moi importante, xa que afecta á cantidade de escoura que se forma, a cantidade de escoura que debe penetrar o chorro. A altura de funcionamento da lanza tamén é moi importante e debe incluírse nos cálculos de deseño da embocadura. Se a lanza está demasiado baixa estará exposta a temperaturas extremadamente altas e é probable que a transferencia de calor da auga de arrefriado non sexa suficiente para evitar que a cara da lanza se derreta ou se queime prematuramente. Se a lanza é demasiado alta, o empuxe do chorro vólvese menos eficiente e o tempo de refinado necesario é máis longo, e requírese máis O_2 para lograr a descarbonización e a temperatura do aceiro necesarias. O caudal de O_2 é un parámetro de deseño que ás veces está limitado polo sistema de subministración de O_2 e / ou problemas de emisións. A velocidade de saída do número de Mach tamén é un factor que se utiliza no deseño das lanzas. Xeralmente, canto maior é o número de Mach, máis forte é o chorro.

Tamén deben terse en conta o número de embocaduras e o ángulo das mesmas. Actualmente, moitos sistemas funcionan con configuracións de 4, 5 ou 6 embocaduras. A ilustración 33 mostra o efecto de aumentar o número de embocaduras e o ángulo de saída da embocadura na área de impacto no baño. A medida que aumenta o ángulo da embocadura, desenvólvese máis compoñente de forza lateral, en lugar dunha compoñente de forza vertical, o que contribúe a unha maior axitación e axitación no baño. Con todo, se o compoñente lateral do chorro se volve excesivo, é probable que se produza un maior desgaste do refractario.

⁴⁵ [15]

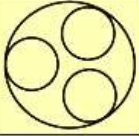
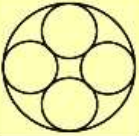
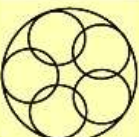
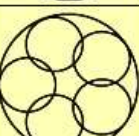
Comparison of lance tip parameters	
Parameters: lance tip diameter 1,270 mm, Mach number 2, lance height above bath 1,830 mm, O2 flow rate 565 cum/minute	
	3 nozzle lance tip 12 degree nozzle angle Impact area 14,090 sq cm
	4 nozzle lance tip 12 degree nozzle angle Impact area 15,170 sq cm
	5 nozzle lance tip 12 degree nozzle angle Impact area 16,100 sq cm
	5 nozzle lance tip 14 degree nozzle angle Impact area 16,665 sq cm

Ilustración 37: Comparación dos parámetros de punta de lanza⁴⁶

A lanza escollida para o proxecto aquí desenvolto estará composta de 5 orificios, cun ángulo de 15 graos e unha área e impacto de 0.88 m^2 , situada a unha altura sobre o baño de 1.9 m cun fluxo de osíxeno de $30 \text{ Nm}^3/\text{min} = 30 \text{ Ncum}/\text{min} = 1800 \text{ Ncum}/\text{h}$.

A parte máis vulnerable dunha embocadura de lanza é a denominada coroa de cabeza de lanza, que está exposta a temperaturas superiores aos $2000 \text{ }^\circ\text{C}$ cando está en uso. Por tanto, a coroa da cabeza da lanza debe estar feita de Cu de condutividade que é próxima a aproximadamente o 100% de condutividade. Normalmente, só o cobre forxado pode proporcionar unha condutividade tan alta. Debido ás restricións de fundición, as embocaduras de lanza de fundición adoitan ter unha condutividade eléctrica mínima de ao redor do 90%. A condutividade eléctrica é directamente proporcional á condutividade térmica.

A vida útil da punta da lanza varía dun taller a outro, dependendo das diversas prácticas operativas. A vida útil típica da lanza é de 200 calores, aínda que nalgúns talleres conséguense ata 400 calores de vida útil da punta da lanza. A auga de arrefriado é fundamental para manter unha alta vida útil da punta da lanza. O caudal manterase ao caudal de deseño. A temperatura de saída da auga de refrixeración non debe exceder os $60 - 65^\circ\text{C}$. A calidade da auga tamén é un parámetro importante. Se a auga está contaminada con óxidos ou sucidade, normalmente fórmanse depósitos dentro dos tubos da lanza e a embocadura, o que ten como resultado un efecto negativo na transferencia de calor e isto reduce a vida útil da punta da lanza. A altura de funcionamento é fundamental para lograr a penetración do chorro de osíxeno no baño líquido. Con todo, se a altura da lanza é demasiado baixa, existe a posibilidade de erosión ou fusión da cara da embocadura da lanza.

O baixo soprado dá como resultado a erosión da saída da embocadura e prodúcese unha falla da embocadura da lanza. É necesario eliminar mecanicamente ou queimar a acumulación excesiva de cranio na embocadura da lanza. Ambas as prácticas poden danar a lanza.⁴⁷

⁴⁶ [15]

⁴⁷ [15]

10.6.6.5 Sistema de depósito e subministro de argón e osíxeno

Para o deseño do sistema de almacenamento de osíxeno e argón é necesario considerar que o caudal requirido é de $30 \text{ m}^3/\text{min}$ o que supón que sexan necesarios,

$$30 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * 46 \text{ min soprado} * 9 \text{ operacións diarias} = 12420 \text{ m}^3 \text{ de osíxeno e argón gas/día}$$

Os recipientes que se describirán a continuación, están destinados ao almacenamento de gases ultrafríos, que presentan a vantaxe de almacenar grandes cantidades de líquido nun volume compacto e presión estable.

Os gases licuados, tamén denominados gases ou líquidos crioxénicos son o osíxeno e o argón, entre outros, necesarios no proceso aquí descrito. O seu almacenamento en estado gasoso está suxeito a razóns económicas no seu transporte e almacenaxe.

A razón máis sinxela ben dada porque un litro de gas licuado se transforma, ao evaporarse, en aproximadamente 800 litros de gas, polo tanto nun espazo reducido pode almacenarse un gran volume.

O gas crioxénico almacenado nestes depósitos encóntrase en fase líquida, polo tanto, é necesaria a instalación de gasificadores atmosféricos, que son simples intercambiadores de calor para converter o líquido crioxénico desde a súa temperatura de almacenamento, arredor duns -180°C , en gas case á temperatura ambiente, distribuíndose mediante canalización por tubaxes aos puntos de consumo.

Tabla 1 CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS GASES ATMOSFERICOS				
Características	Aire	Oxígeno	Nitrógeno	Argón
1. General				
1.1. Fórmula química		O ₂	N ₂	Ar
1.2. Porcentaje en el aire, % en volumen	100	21	78	1
2. Fase gaseosa				
2.1. Densidad (kg/m ³)	1,23	1,34	1,17	1,67
2.2. Densidad respecto al aire	1	1,11	0,97	1,38
3. Fase líquida				
3.1. Punto de ebullición (P.E.) en °C	-193	-183	-196	-186
3.2. Densidad del vapor en el P.E., respecto a la del aire bajo condiciones ambientales	3,6	3,6	3,7	4,6
3.3. Equivalencia de cada litro de líquido en litros de gas, bajo condiciones ambientales	700	850	690	830

Ilustración 38: Características físicas dos gases atmosféricos⁴⁸

O osíxeno compórtase como gas comburente, é dicir, mantén e acelera a combustión. O argón é un gas inerte que non permite a combustión. O seu efecto nas persoas pódese dicir que é inverso, xa que o osíxeno é vital e o argón produce asfixia.

Da ilustración 35 podemos deducir que o argón e o osíxeno son máis pesados que o aire, polo que, en caso de fuga tenderán a ocupar, máis o argón, os lugares máis baixos, producindo cambios na composición das atmosferas destes.

Tanto o argón como o osíxeno, cando se atopan en forma líquida cerca do punto de ebullición, teñen temperaturas extremadamente frías (-190°C). Estas temperaturas fan aos materiais fráxiles e quebradizos.

⁴⁸ [16]

A transformación do Dende as plantas de produción ata os depósitos instalados no proxecto aquí descrito, os gases crioxénicos transpórtanse en camións cisterna ou semirremolques cisterna de entre 5 e 25 ton de capacidade.

volumen de líquido en gas en proporcións tan altas (arredor de 800 veces), cando se produce en recipientes cerrados obriga a prever os conseguíntes aumentos de presión e a deseñalos cos apropiados sistemas de alivio de presión.

Todas as cisternas son de tipo dobre parede con aislamento de alto baleiro na intercámara, que, ademais, está chea de perlita, un super-illamento para axudar a manter un adecuado illamento térmico.

Os depósitos fixos dispostos na instalación son o tipo de almacenamento máis empregado na actualidade, segundo indica o enxeñeiro técnico Amando Gallego-Preciado na súa publicación en Mapfre Seguridad. Os tamaños dos tanques en instalacións de usuarios dos gases oscilan entre os 600 e os 60000 litros de capacidade útil, que para o osíxeno, por exemplo, representa un almacenamento de 500 e 51000 m^3 , respectivamente.

Ademais, o mantemento destas unidades de almacenamento é sinxelo, á vez que rápido e eficaz, debido ao coidado deseño e á estandarización de cada un dos seus compoñentes.

Os tanques están constituídos por dous recipientes, un interior de aceiro inoxidable austenítico ou aceiro ao 9% de níquel e outro exterior de aceiro ao carbono, deixando un espazo intermedio, recheo de perlita, no que se efectúa o baleiro, conseguíndose un illamento perfecto. Durante a fabricación dos tanques sométese aos materiais a controis: tracción, curvado, resiliencia a $-196\text{ }^\circ\text{C}$ e composición química, así como a unha proba hidráulica á presión de proba do recipiente. Os circuitos internos son de tubaxe de aceiro inoxidable e os externos de tubaxe de cobre ou de aceiro inoxidable. Os controis indicados poden ser distintos, pero con idénticas garantías, en función do código de deseño elixido.

Non obstante, todos os tanques han de cumprir coas normas legais vixentes, que con carácter xeral se recollen no Regramento de Aparatos a Presión e na Instrución Técnica complementaria MIE-AP 10 "Depósitos Crioxénicos" do citado regramento.

Os depósitos instálanse no exterior dos edificios e xunto cos desgasificadores, deben de estar nun recinto libre de todo obstáculo e de tamaño variable, segundo a capacidade do tanque, pero aproximadamente duns 30 m^2 por tanque. No caso aquí proxectado, como se instalan dous tanques, un para osíxeno e outro para argón resérvanse 60 m^2 . Este recinto ciméntase e vállase cunha cerca metálica lixeira que impide que persoas alleas ao servizo podan acceder a elas.

Dos tanques crioxénicos o produto sae impulsado mediante bombas cara os gasificadores, que como xa foi mencionado, son uns intercambiadores de calor. No proxecto desenrolado empréganse gasificadores atmosféricos, formados por un serpentín de aleación de aluminio, con aletas, por onde circula o líquido. Estes son adecuados para caudais de consumo constante, neste caso de 30 m^3/min .⁴⁹ O osíxeno en estado gasoso é enviado á Unidade de Expansión onde se axusta aos requisitos da rede.

Cando hai consumo, a presión de servizo do depósito tende a descender. Para recuperar a presión de traballo, o recipiente interior incorpora un regulador de presión que permite o caso dunha pequena cantidade de líquido a través do serpentín de elevación que, ao gasificarse, restablece a presión á que foi regulado o recipiente interior.

Si debido a un paro de consumo bastante longo, a presión no recipiente aumentase, por encima da presión de apertura do regulador, este abrírase liberando a conexión entre as fases líquida e gasosa, permitindo reducir a presión sen perda de produto.

⁴⁹ [16]

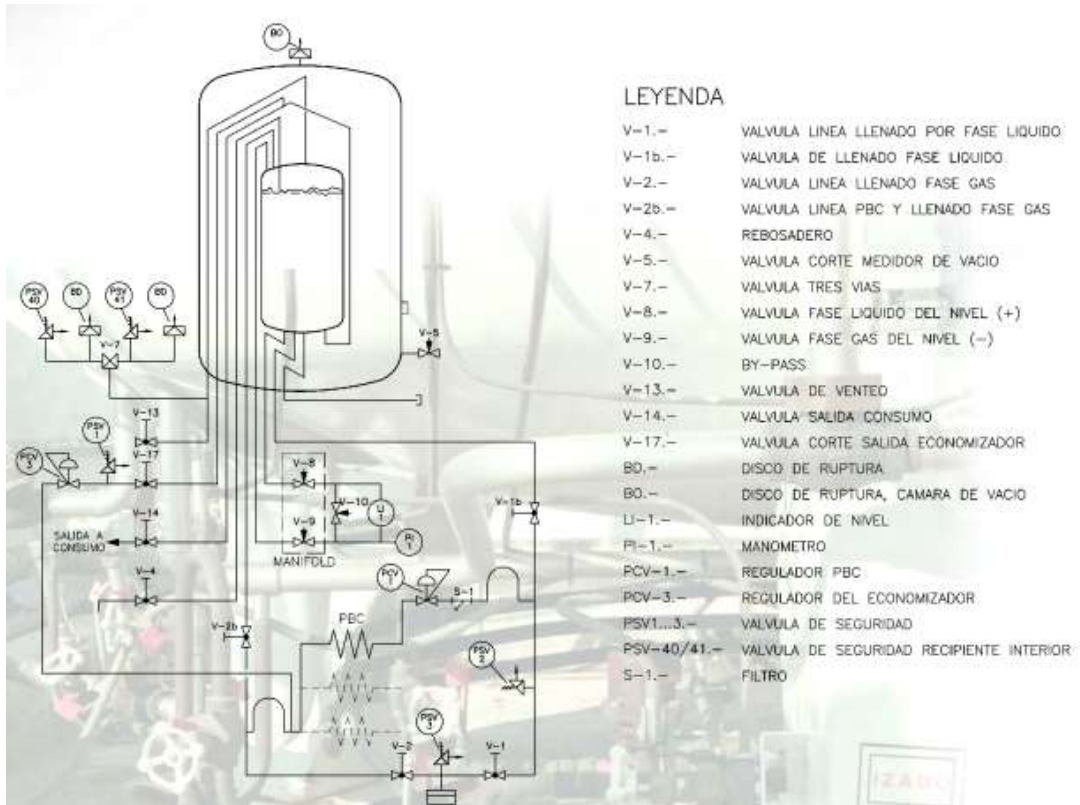


Ilustración 39: Instalación gas crioxénico⁵⁰

10.6.6.6 Sistema para o transporte do material fundido

Para o transporte do material fundido entre as distintas zonas da planta empréganse vehículos moi especiais que moven contedores con forma de torpedo termicamente illados, deseñados para soportar temperaturas extremadamente altas. Estes sistemas trasladan o metal en estado líquido dunha zona a outra e vérteno no recipiente de destino para que así poda ser tratado.

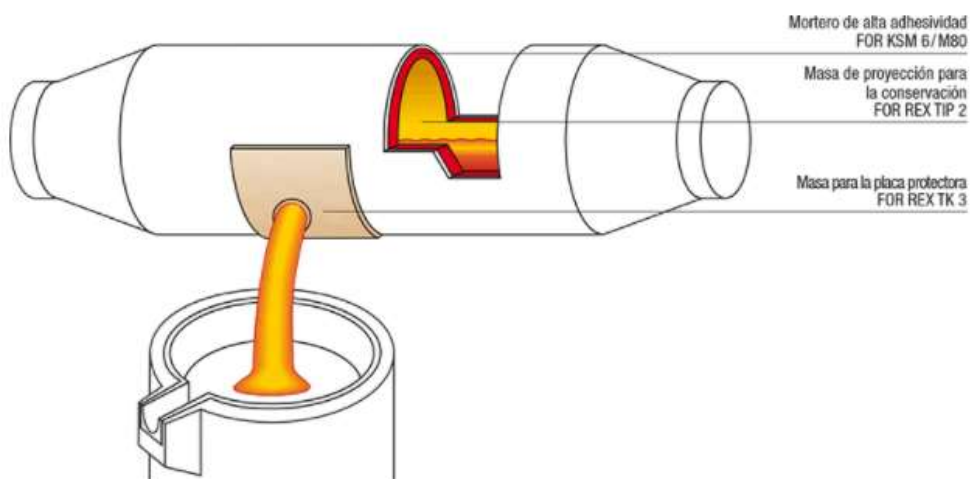


Ilustración 40: Culler torpedo⁵¹

⁵⁰ [17]

⁵¹ [18]

As culleres de torpedo están montadas nuns vagóns de ferrocarril para o seu movemento e están equipadas con acopladores automáticos. Estes vagóns de culler de torpedo móvense de forma individual coa axuda de equipos ferroviarios de tracción.

Os ladrillos que son empregados para revestir as zonas das culleres de torpedo son refractarios, resistentes aos choques térmicos e estables en canto a volume.

A culler onde se realiza o proceso de descarbonización e desgasificación, coa parte superior aberta, inclínase coa axuda dun cabrestante basculante para dar paso ao metal fundido que cae dende a culler torpedo. Algo similar ao mostrado na seguinte ilustración,



Ilustración 41: Carga da culler⁵²

Unha vez rematada a carga, a culler adopta unha posición vertical. Entón, a lanza de osíxeno introdúcese no seu interior e comeza o tratamento.

Finalizada a descarbonización e a desgasificación, o metal fundido da culler vértese nun recipiente de transferencia de metal ou vagón plano, para a súa coada. O recipiente de transferencia de metal estará provisto dunha carcasa revestida con refractarios. No refractario mantense unha pendente continua para o fluxo suave do metal fundido.

Os vagóns planos son transportados mediante unha cinta transportadora ou cadea sen fin. Esta colócase de forma inclinada, de tal maneira que se satisfaga a altura requirida para recibir o metal fundido e para descargalo nos moldes. Os moldes trasládanse coa axuda de cabrestantes á área de almacenaxe e envío.

A solidificación do metal fundido lógrase en dúas etapas, a primeira é o arrefriado por aire natural e a segunda, arrefriamento directo con auga.⁵³

⁵² [19]

⁵³ [20]

10.6.6.7 Sistema de apertura e peche da culler

A culler ten dúas tapas, unha superior e outra inferior, con peche hermético por medio dunha xunta de goma. As bocas das que dispón a culler son anchas, e por mediante unha tubaxe forte pero flexible comunícanse co sistema extractor de baleiro.

Ademais, a tapa disporá de miras de observación e control, así como outra apertura con esclusas e dosificadores de adición de escourificantes e ferroaliados. A través da tapa hermética pasa a lanza se osíxeno.

10.6.7 Vantaxes adicionais do sistema de baleiro

10.6.7.1 Estanquidade do sistema de baleiro

O proceso VOD xera unha mestura de CO , CO_2 , N_2 , Ar , O_2 e H_2 . Nunha instalación de VOD tradicional, este gas pasa a través do sistema pero tamén está en contacto coa auga de refrixeración e selado nos condensadores e bombas de anel de auga. Como estes gases, a excepción do Ar , se disolven na auga, dá lugar a que aquela que provén dos condensadores e das bombas de anel se contamine. Polo tanto, o CO debe eliminarse da auga na depuradora antes de que esta entre nun sistema aberto.

Nunha instalación que dispón dunha bomba de baleiro mecánica, non hai contacto entre os gases de escape do proceso e a auga de refrixeración. O sistema está completamente seco e, exceptuando cando non está activo, cerrado ata a boca da pila. Polo tanto, non existe contaminación da auga con gases do proceso.

10.6.7.2 Coste operacional

O sistema de baleiro mecánico ofrece grandes vantaxes de costes, o que garante un rápido retorno da inversión. Os resultados dos costes dependen da dispoñibilidade do vapor e da planta de tratamento da auga, así como do coste específico por servizos públicos, vapor e mantemento. Como dato curioso e grazas a este sistema, as plantas de aceiro en China están reportando aforros de ata o 90%.

Como con conclusión con respecto ás bombas de baleiro mecánicas, nos sistemas VOD de hoxe en día, estas bombas poden contribuír de forma significativa á optimización do proceso. O uso dunha regulación automática de presión que controla a velocidade de succión das bombas pode lograr altas taxas de descarbonización xunto con tempos de proceso.

Un sistema de metalurxia ben deseñado con poucas fugas, volumes optimizados, un sistema de filtrado eficiente e baixa condución na liña de succión, aseguran menos requisitos de rendemento de baleiro, polo tanto, un menor número de bombas.

A metalurxia ofrece as variables de control de presión e fluxo de osíxeno en combinación coa velocidade de axitación do argon para optimizar o proceso.

Un sistema de baleiro mecánico ben deseñado, que ofrezca un control de presión sinxelo e unha redundancia razoable, aportará vantaxes. Isto, en combinación cun potente sistema de automatización, é unha solución económica e respectuosa co medio ambiente para a produción dunha ampla variedade de graos de aceiro, podendo satisfacer as exixencias en canto á calidade e tempo de proceso.

10.6.8 Tratamento de residuos

As restricións ambientais e penalizacións económicas obrigan cada vez máis a optimizar os procesos de reciclaxe e valorización interna dos subproductos xerados nos diversos

procesos industriais, sen esquecer outros factores craves como a pegada ambiental xerada en actividades de explotación de recursos naturais.

Segundo a Lei 22/2011, do 28 de xullo, de residuos e chans contaminados, defínese o concepto de subproduto como calquera substancia ou obxecto, resultante dun proceso de produción, cuxa finalidade primaria non sexa a produción desa substancia ou obxecto. A definición de subproduto implica a aplicación da súa normativa específica, especificamente o Regulamento (CE) 1907/2006 do Parlamento Europeo e do Consello relativo ao rexistro, a avaliación, a autorización e a restrición das substancias e preparados químicos (REACH) e o Regulamento (CE) 1272/2008 do Parlamento Europeo e do Consello do 16 de decembro de 2008 sobre clasificación, etiquetaxe e envasado de substancias e mesturas (CLP) así como outras normativas específicas que poden afectar a determinadas substancias concretas.

No caso da industria siderúrxica, xéranse cantidades importantes de subproductos dadas as enormes masas de materias primas empregadas, cuxas características poderían ser interesantes en actividades nas que se requira, por exemplo, un material con carga férrica elevada ou na síntese de novos materiais.

As escouras siderúrxicas son os subproductos que, en canto a volumes de xeración, adquiren maior importancia. A valorización dun tipo de residuo como este impactaría de maneira moi significativa tanto na vida dos vertedoiros que actualmente se empregan para acumular este tipo de material, así como no impacto ambiental ocasionado ao explotar o mineral natural que resultaría substituído polo subproduto.

As escouras xeradas na culler dos procesos son vertidas, aínda en estado fundido, nuns fosos nos que se arrefrían mediante gracias ao uso de auga. Unha vez a súa temperatura diminúe o suficiente como para ser manipulada, esta cárgase nun camión para enviala a unha planta de procesado onde se recupera a fracción metálica da escoura. Esta planta pode ser Edersa S.A., na cidade de Avilés en Asturias.

De forma xenérica, e segundo o texto de Marcos Cano Bertiz "Aprovechamiento de subproductos industriales en la fabricación de mezclas bituminosas"⁵⁴, xéranse 44 kg de escoura por tonelada de aceiro producida na descarbonización ao baleiro.

Unha das maiores problemáticas para a reutilización deste tipo de escouras é o seu contido en cal libre que pode chegar ata o 15%, e a magnesia libre (MgO) polo que o seu uso en certas aplicacións, como a construción ou outras actividades que requiran unha estabilidade volumétrica importante, resulta limitado.

As emisións na produción de aceiro pódense agrupar en:

- Emisións primarias ou fumes primarios: aqueles captados dos fornos ou dos procesos de metalurxia secundaria que se corresponden con partículas sólidas e gases.
- Emisións secundarias ou fumes secundarios: aqueles ligados á operación e que son difíciles de controlar. Correspóndense tamén con partículas sólidas e gases. Proceden da manipulación da chatarra, dos procesos de carga e descarga, da coada continua ou da coada en lingoteiras.

As emisións máis importantes son as primarias, poden chegar a representar o 95% das emisións totais. As compoñentes emitidas son principalmente CO , CO_2 (asociados á descarbonización e ás lanzas de osíxeno...) e metais pesados (asociados ás partículas sólidas) entre outros.⁵⁵

Co fin de aproveitar as emisións de gases da planta, descríbese a coxeración. Esta é unha tecnoloxía que permite un importante aforro de enerxía primaria mediante a produción conxunta de enerxía térmica e mecánica. A enerxía térmica xerada é aproveitable en forma

⁵⁴ [21]

⁵⁵ [22]

de gases ou líquidos quentes mentres que a enerxía mecánica se converte en enerxía eléctrica por medio dun alternador. O maior rendemento respecto ás tecnoloxías convencionais baséase no aproveitamento de enerxías residuais, o que á súa vez se traduce tamén nun menor impacto ambiental.

O proceso de xeración de enerxía eléctrica supón o aproveitamento térmico do combustible para xerar enerxía mecánica nos motores de gas, mediante a utilización do ciclo Otto clásico e a xeración de enerxía eléctrica nos alternadores mediante a transformación da enerxía mecánica entregada polos motores.

Doutra banda, o proceso de xeración de vapor supón o aproveitamento térmico do calor da auga de refrixeración dos motores para o quecemento da auga de achega ás caldeiras, o aproveitamento térmico dos gases de escape dos motores de gas para xerar vapor na caldeira de recuperación e o aproveitamento térmico do combustible para xerar enerxía calorífica e producir vapor nas caldeiras de combustión.

As vantaxes, tanto técnicas como de política enerxética que a coxeración presenta están relacionadas cun elevado rendemento global, menores perdas na rede eléctrica por transporte e distribución debido á súa proximidade ao momento de consumo e diversificación das fontes enerxéticas. Por outra banda, tamén conta cunha serie de inconvenientes como o risco técnico inherente a toda modificación das instalacións, posibles cambios na normativa vixente e a incerteza na política de prezos enerxéticos.

O aproveitamento dos gases siderúrxicos que se producen de forma inevitable en coxeración supón un aforro de combustibles convencionais, xa que cada millón de metros cúbicos de gas de acería pódense transformar nuns 707 MWh de enerxía eléctrica.

Ademais, dada a súa composición, rica tanto en gases tóxicos (CO), como en gases que contribúen para o efecto invernadoiro (CH_4), así como en gases autoinflamables (H_2), non poden ser vertidos á atmosfera de forma libre, senón que deben ser queimados de forma controlada.

Por tanto, a instalación dunha planta de coxeración anexa á planta siderúrxica permitirá ter como inputs os gases comentados e obter como outputs enerxía térmica que se enviará á propia siderurxia e enerxía eléctrica, envorcada á rede eléctrica que á súa vez dará servizo á produción do aceiro.

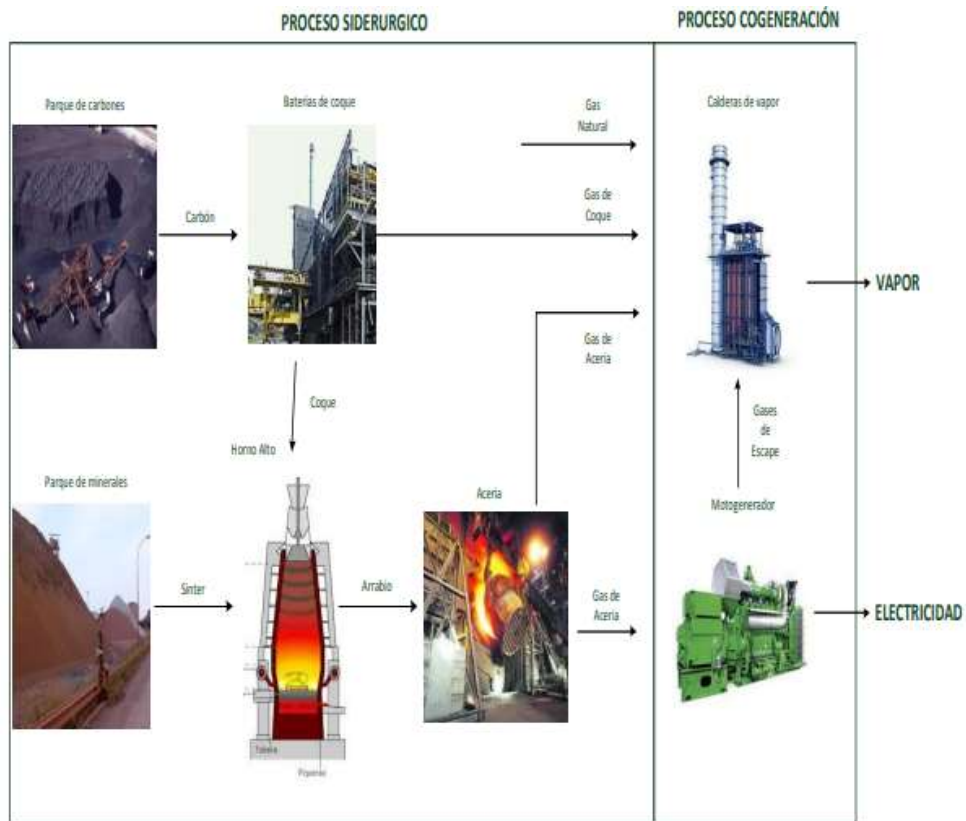


Ilustración 42: Aproveitamiento de gases siderúrgicos⁵⁶

A planta de coxeración aproximadamente debería disponer de unos 8000 m², aunque este proyecto no abarca tales instalaciones.

RIVAS
CABANAS
MINERVA -
Firmado digitalmente por RIVAS CABANAS MINERVA -
Fecha: 2021.07.27 16:16:43 +02'00'

Rivas Cabanas, Minerva

⁵⁶ [23]

11 REFERENCIAS

- [1] o. diario, «Acero Inoxidable,» 17 Outubro 2019. [En liña]. Available: <https://okdiario.com/curiosidades/que-acero-inoxidable-como-hace-4203473>. [Último acceso: 18 Abril 2021].
- [2] S. -. A. C. ACERINOX, «Aceiro Inoxidable Austenítico ao Cr-Ni-Mo ACX 260,» Madrid, 2013.
- [3] C. d. Mondoñedo, «Concello de Mondoñedo,» Maio 2018. [En liña]. Available: http://www.concellomondonedo.es/portal_localweb/p_101_contenedor1_ayto_mon_donedo.jsp?seccion=s_fdes_d4_v2.jsp&codbusqueda=419&language=gl&codResi=5&codMenuPN=235&codMenuSN=244&codMenu=692&layout=p_101_contenedo_r1_ayto_mon_donedo.jsp&level=1. [Último acceso: Febreiro 2021].
- [4] J. L. Enríquez Berciano e E. Tremps Guerra, Monografías sobre la Tecnología del Acero. Parte II- Metalurgia Secundaria, Madrid, 2007.
- [5] Á. Forero Mora, «Corrosión Intergranular en Aceros Inoxidables,» *Ingeniería e Investigación*.
- [6] R. Ding, B. Blanpain, P. Jones e P. Wollants, «Modeling of the Vacuum Oxygen Decarburization Refining Process,» *Metallurgical and materials Transactions*, vol. 31B, 2000.
- [7] A. Teeuwesen, «Vacuum oxygen decarburization (VOD) of stainless steel- Optimization of the Process with Mechanical Vacuum Pumps,» *VIP*, vol. 26, núm. 3, 2014.
- [8] J. Otto, "El movimiento de concentración de aceros con alto contenido de cromo durante el refinado al vacío y el control del proceso mediante la medición continua de la presión parcial de oxígeno de los gases de escape", Aquisgrán, 1975.
- [9] S. U. e W. S. A. , *Simulación de la Metalurgia Secundaria-Guía del usuario Versión 2.0*, Bélgica.
- [10] G. Franco e H. Koblenzer, «Vacuum Tank Degassing Station with Dry Mechanical Pumps for VD and VOD Process at Kama Stal and Mechel Plants,» *EEC*, vol. 5, 2012.
- [11] Laybold, «Leybold,» 04 Xullo 2014. [En liña]. Available: <https://www.leybold.com/es/es/medios/noticias/oerlikon-leybold-vacuum-consigue-el-certificado-atex-para-los-sistemas-de-vacio-de-la-desgasificacion-de-acero/>. [Último acceso: 15 Abril 2021].
- [12] P. Gil, *Catálogo de bombas de baleiro de parafuso*, Barcelona.
- [13] P. Gil, *Catálogo de bombas de baleiro RV*, Barcelona.
- [14] A. A. García, «Técnicas de soplado para la metalurgia en cuchara,» Setembro 1989. [En liña]. Available: <http://boletines.secv.es/upload/198928395.pdf>. [Último acceso: 10 Xuño 2021].
- [15] Sartyendra, «Ispatguru,» 12 Abril 2013. [En liña]. Available: <https://www.ispatguru.com/oxygen-blowing-lance-and-lance-tips-in-converter-steel-making/>. [Último acceso: Xuño 2021].

- [16] A. Gallego-Preciado Martín, «Seguridad en el manejo de gases criogénicos atmosféricos,» *Mapfre Seguridad*, núm. 34, 1989.
- [17] C. Praxair, «Praxair Servicios Técnicos,» [En liña]. Available: <https://www.ucm.es/data/cont/docs/3-2015-03-16-FichaTecnicaGasesdelAire.pdf>. [Último acceso: Xuño 2021].
- [18] W. GmbH, «WEERULIN GmbH,» [En liña]. Available: <https://www.weerulin.de/es/prodotti/horno-alto/cuchara-torpedo/>. [Último acceso: Xuño 2021].
- [19] Premasid, «Riesgos y medidas preventivas en el proceso de fabricación de acero,» [En liña]. Available: <https://aceroplatea.es/docs/documento158.pdf>. [Último acceso: Xuño 2021].
- [20] Satyendra, «Ispatguru- Handling of Hot Metal in Blast Furnace Iron Making,» 10 Febreiro 2016. [En liña]. Available: <https://www.ispatguru.com/handling-of-hot-metal-in-blast-furnace-iron-making/>. [Último acceso: Xuño 2021].
- [21] M. C. Bertiz, *Aprovechamiento de subproductos industriales en la fabricación de mezclas bituminosas*, Oviedo, 2018.
- [22] D. d. m. a. y. o. d. t.-. G. Vasco, *Guía Técnica Para la Medición, Estimación y Cálculo de las Emisiones al Aire*, https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/eprtr/es_guia/adjuntos/acero.pdf, 2007.
- [23] S. García García, R. Luiña Fernández, F. Ortega Fernández e V. Rodríguez Montequín, «EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LAS SINERGIAS EN COGENERACIÓN CON GASES,» Granada, 2015.
- [24] G. Vemacero, «Catálogo Grupo Vemacero,» [En liña]. Available: https://ingemecanica.com/tutoriales/objetos/tuberias/Catalogo_Gasoductos_Acero.pdf. [Último acceso: Xuño 2021].
- [25] M. Vacuum, «Marpa Vacuum,» [En liña]. Available: <https://marpavacuum.com/productos/mvr-1000/>. [Último acceso: 08 Maio 2021].
- [26] BHP, «BHP- Iron Ore,» BHP, [En liña]. Available: <https://www.bhp.com/our-businesses/our-commodities/iron-ore/>. [Último acceso: 02 Maio 2021].
- [27] IEA, «Internacional Energy Agency,» IEA, 2019. [En liña]. Available: https://aceroplatea.es/docs/Iron_and_Steel_Technology_Roadmap_IEA.pdf. [Último acceso: 02 Maio 2021].
- [28] S. Prozesstechnik, «SGI Prozesstechnik,» [En liña]. Available: <http://www.sgi-prozesstechnik.de/de/stahlentgasung>. [Último acceso: 22 Abril 2021].

12 DEFINICIONS E ABREVIATURAS

- *Coque*: carbón que queda como residuo do carbón mineral despois de extraer deste as diversas substancias volátiles.
- *Convertedor*: recipiente de laboratorio que se emprega para a conversión de ferro fundido en aceiro seguindo diversos procesos.
- *Chatarra*: metal que non é nobre, sen valor.

- *Coadada*: masa fundida que cando sae do forno é vertida nos moldes de fundición.
- *Escoura*: substancia vítrea que se forma durante a fusión dos metais e contén as impurezas.
- *Aliaxe*: produto de características metálicas que se obtén ao incorporar un ou varios elementos a un metal.
- *Funil*: instrumento en forma de pirámide ou cono invertido, cunha abertura na súa parte inferior, que se emprega para facer que o seu contido pase pouco a pouco a outro lugar ou recipiente de boca máis estreita.
- *Torr*: unidade de presión equivalente a 1 mm de mercurio

$$1 \text{ torr} \approx 1 \text{ mmHg} \approx 133.32 \text{ Pa}$$
- *Refinado*: proceso de extraer ou tirar todas as impurezas ou defectos mediante un proceso determinado, para así facer esa peza máis pura ou máis fina.
- *Aceiro acougado ou repousado*: é aquel que foi tratado cun axente desoxidante como o aluminio ou o silicio mentres se fundía e antes de ser vertido nos moldes. O obxectivo desta operación é reducir significativamente ou eliminar por completo o contido de osíxeno do aceiro para que non se forma gas durante o proceso de solidificación posterior. O aceiro coado resultante é non poroso e moi homoxéneo.
- *Actividade química dun elemento*: fai referencia ao comportamento do elemento, este mostra unha aparente concentración efectiva diferente á súa concentración real. O elemento mostra un comportamento que non se corresponde á súa concentración, é dicir, presenta unha actividade que non se corresponde á súa concentración real.
- *Pasividade dun metal*: resistencia dos aceiros inoxidables á corrosión debido á presenza dunha finísima capa de óxido ou hidrato na superficie do metal, que é formada e estabilizada polo cromo e que protexe ao metal dun posterior ataque. Esta película é considerada insoluble, impermeable e autoselante.
- *Sensibilización dun metal*: precipitación de carburos de cromo nos límites do gran, a unha temperatura determinada e durante un tempo concreto, empobrecendo aos seus arredores en cromo, e deixándoos polo tanto, susceptibles á corrosión.
- $1 \text{ cum} \approx 1000 \text{ l}$: coeficiente de unidades de mérito (unidade de volume).

13 GLOSARIO DE SÍMBOLOS

- m_g representa a zona de reacción de M/G.
- M_{m_g} é a cantidade de metal en cada un dos instantes, en kg.
- Q_O^t é a fluxo de osíxeno, en kg/s.
- R^t representa a cantidade de osíxeno consumida nas reacción de oxidación no intervalo de tempo Δt , en kg.
- $C_{O1}^{t(n)}$ é a concentración de osíxeno despois de $(n - 1) * \Delta t_s$ durante o período $t \sim t + \Delta t$ na zona de reacción M/G (dada en % de peso).
- $W_{m_g}^{i(t)(n)}$ é o cambio de peso do elemento i na zona de reacción M/G nun pequeno intervalo de tempo Δt_s , durante o período $t \sim t + \Delta t$. Dada en kg.
- m é o número de átomos de osíxeno que se integra por cada átomo do elemento específico i .
- $i = Si, Mn, C, Cr, Fe$.
- $W_{m_g}^{j(t)(n)}$ é o cambio de peso da compoñente da escoura j debida á reacción na zona M/G nun pequeno intervalo de tempo Δt_s , durante o período $t \sim t + \Delta t$. Dada en kg.
- $j = SiO_2, MnO, Cr_2O_3, FeO$
- $i = Si, Mn, Cr, Fe$
- m_g representa a compoñente j da escoura na zona M/G da reacción.

- $C_{ms(i)}^{t(e)}$ é o contido de equilibrio do elemento metálico i na zona de reacción M/S no momento (t) . Dado en porcentaxe de peso.
- M_{ms}^t é a masa do metal na zona de reacción M/S no momento (t) . Dada en kg.
- $C_{ms(i)}^t$ é o contido inicial do elemento metal i na zona de reacción M/S no momento (t) . Dado en porcentaxe de peso.
- $W_{ms}^{i(t)}$ é o cambio no peso do elemento i na zona M/S. Dado en kg.
- $C_{sm(j)}^{t(e)}$ é o contido de equilibrio da compoñente da escoura j na zona de reacción M/S no momento (t) . Dado en porcentaxe de peso.
- M_{sm}^t é a masa da escoura na zona de reacción M/S no momento (t) . Dada en kg.
- $C_{sm(j)}^t$ é o contido inicial da compoñente da escoura j na zona de reacción M/S no momento (t) . Dado en porcentaxe de peso.
- $W_{sm}^{j(t)}$ é o cambio no peso do elemento j da escoura na zona de reacción M/S. Dado en kg.
- M_i é o peso atómico do elemento i , en kg/kmol.
- M_j é o peso molecular do óxido j , en kg/kmol.
- $ms(i)$ representa o elemento i na zona de reacción M/S.
- $sm(j)$ representa o óxido j da zona de reacción M/S.
- W_M^t é o peso do metal no momento (t) , dada en kg.
- W_S^t é o peso total da escoura momento (t) , dada en kg.
- Q_{CO}^t é a taxa de fluxo de CO, en kg/s.
- p^t é a presión total no momento considerado (t) , en Pa.
- p_{CO}^t é a presión parcial do CO no instante (t) , dada en Pa.
- $\sum H_{in}^t$ é a suma de toda a calor da reacción durante Δt . Para calculala pódense empregar as reaccións de oxidación dos respectivos elementos. Medida en J.
- $\sum H_{out}^t$ está formada por toda a calor perdida durante o proceso VOD como pode ser a asociada cos gases de escape e a través da parede da culler, dada en J.
- c_p^M fai referencia á capacidade calorífica do metal a presión constante, dada en $J/(K * kg)$.
- c_p^S fai referencia á capacidade calorífica da escoura a presión constante, dada en $J/(K * kg)$.
- η_1 é un parámetro axustable que relaciona a fracción de metal que entra na zona de reacción M/G coa cantidade total de metal no intervalo de tempo Δt .
- η_2 é un parámetro axustable que relaciona a fracción de metal que entra na zona de reacción M/S coa cantidade total de metal no intervalo de tempo Δt .
- η_3 é un parámetro axustable que relaciona a fracción de escoura tomada na zona de reacción M/S coa cantidade total de escoura no intervalo de tempo Δt .
- a_c representa a actividade carbono.
- a_o representa actividade osíxeno.
- K_{C-o} é a constante de equilibrio.
- $[\%C]_f$ é a concentración de carbono despois do tempo t .
- $[\%C]_i$ é a concentración inicial de carbono.
- $[\%C]_{eq}$ é a concentración de carbono en equilibrio.
- k_c é a constante de reacción para a descarbonización, en min^{-1} .
- K : constante da taxa de descarbonización, m/min .
- A : área do baño estancada, m^2 .
- V_b : volume do baño, m^3 .
- ρ é a densidade do material en kg/m^3 .



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABALLO FIN DE GRAO
CURSO 2020/2021**

*IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA
SECUNDARIA DO ACEIRO*

Grao en Enxeñaría Mecánica

Anexo

CÁLCULOS

ÍNDICE

1 Cálculo dos parámetros do proceso.....	A-3
1.1 Termodinámica.....	A-3
1.2 Cinemática.....	A-4
2 Cálculo volume de depósitos crioxénicos e tubaxes.....	A-6
Bibliografía.....	A-8

1 CÁLCULO DOS PARÁMETROS DO PROCESO

1.1 Termodinámica

A desgasificación por baleiro nace a partir da seguinte reacción,



Onde a constante de equilibrio para concentracións baixas, está dada por,

$$K_{C-O} = \frac{p_{CO}}{[\%C]_{eq} * [\%O]}$$

Sendo a constante de equilibrio,[¹]

$$\log K_{C-O} = \frac{1.168}{T[K]} + 2.07$$

Sábese que a temperatura acadada durante o proceso de soprado de osíxeno é de 1650 °C, 1923.15 K, entón,

$$\log K_{C-O} = \frac{1.168}{1923.15} + 2.07 \rightarrow K_{C-O} = 117.7$$

Por outro lado, para obter a concentración de osíxeno presente na reacción, coñécese que a porcentaxe en peso responde á seguinte expresión,

$$\% \text{ en peso} = \frac{m_{O_2}}{m \text{ mezcla}} = \frac{m_{O_2}}{m \text{ aceiro} + m \text{ osíxeno} + m \text{ argon}}$$

$$\% \text{ en peso} = \frac{m_{O_2}}{m \text{ aceiro} + m \text{ osíxeno} + m \text{ argon}_{\text{desgasificación}} + m \text{ argon}_{\text{redución}}}$$

Coñécese o tempo de soprado de osíxeno requirido polo proceso, 46 minutos. Sabendo o caudal ($30 \text{ m}^3/\text{min}$), o tempo de soprado e a densidade do osíxeno gas a temperatura ambiente ($1.429 \text{ kg}/\text{m}^3$) pódese obter a masa de osíxeno empregada,

$$\text{masa osíxeno soprada} = \rho * Vol = 1.429 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 30 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * 46 \text{ min} = 1972.02 \text{ kg} \approx 2 \text{ t}$$

O proceso de desgasificación dura 10 min e, igual que no caso de soprado de osíxeno, sabendo o caudal ($0.35 \text{ m}^3/\text{min}$), o tempo de soprado e a densidade do argón gas a temperatura ambiente ($1.784 \text{ kg}/\text{m}^3$) pódese obter a masa de argón empregada,

$$\text{masa argon soprada} = \rho * Vol = 1.784 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.35 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * 10 \text{ min} = 6.244 \text{ kg} \approx 0.006 \text{ t}$$

O proceso de redución leva 40 minutos, igualmente, pódese obter a cantidade de argón usada durante este período,

$$\text{masa argon soprada} = \rho * Vol = 1.784 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0.35 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * 40 \text{ min} = 24.976 \text{ kg} \approx 0.025 \text{ t}$$

No caso aquí tratado, dende un principio, estableceuse que a produción de aceiro inoxidable debe ser tal que cubra a cantidade de 85000 toneladas anualmente. Tendo de referencia que o ano actual, 2021, ten 251 días laborables e reservando 30 deles para posibles tarefas de mantemento preventivo do crisol, bombas e mecanismos que conforman o conxunto,

¹ [1]

$$\text{masa de aceiro diaria} = \frac{\text{ton}_{\text{anuales}}}{\text{Días traballando ano}} = \frac{85000}{221} = 385 \frac{t}{\text{día}}$$

Para levar a cabo o proceso, a fábrica dispoñerá de 3 turnos de traballo de 8 horas cada un. Polo que, en cada xornada laboral téñense que producir,

$$\text{masa de aceiro en cada xornada laboral (8 horas)} = \frac{385}{3} = 129 \frac{t}{8 \text{ horas}}$$

Recordando o texto de onde se obtiveron os datos, todos os tempos mencionados fan referencia a unha masa inicial da composición de 121 t inicialmente, para resultar 126.3 t ao finalizar o proceso. O que quere dicir, que son necesarios $96 \text{ min}(40 + 10 + 46) = 1.6 \text{ h}$ para o tratamento dun metal con esas características.

Por outro lado, débense ter en conta os tempos necesarios para o enchido e baleirado da culler ademais do transporte da materia á zona de coada continua. Para isto, e empregando como referencia a “ilustración 5” do documento 1 “Memoria”, resérvanse 20 minutos para o enchido, 20 minutos para o baleirado e 10 minutos para o transporte. Para posibles retrasos debido a incidencias nas accións anteriores, resérvanse outros 10 minutos. O que suma un total de 60 minutos.

Polo tanto, en total, son necesarias 2.6 horas para obter un resultado axustado ao esixido,

$$\text{Masa de aceiro culler} = \frac{129 t}{8 \text{ horas}} * 2.6 \text{ horas} = 42 t$$

Con isto, pódese deducir que cada turno de traballo será capaz de facer 3 operacións da culler, é dicir, 9 operacións diarias; ademais por cada operación de culler débese reservar 1 hora. Polo tanto, o tempo dispoñible para os procesos de desgasificación en cada quenda é de 5 horas.

Así, coñecendo a masa de osíxeno, aceiro e argon que participan na reacción obtidas no apartado seguinte mediante a súa densidade a temperatura ambiente,

$$\% \text{ en peso} = \frac{1972.02}{42000 + 1972.02 + 6.244 + 24.976} * 100 = 4.49 \%$$

Volvendo á ecuación de,

$$K_{C-O} = \frac{p_{CO}}{[\%C]_{eq} * [\%O]}$$

Pódese obter o valor da porcentaxe de osíxeno no equilibrio con,

- $K_{C-O} = 117.7$
- $p_{CO} = 0.099 \text{ atm}$
- $[\%O] = 0.0449$

$$[\%C]_{eq} = \frac{p_{CO}}{K_{C-O} * [\%O]} = 0.0187$$

1.2 Cinemática

A velocidade de descarbonización está dada pola seguinte relación,

$$\ln \left\{ \frac{[\%C]_f - [\%C]_{eq}}{[\%C]_i - [\%C]_{eq}} \right\} = -k_c t$$

Onde,

- $[\%C]_f$ é a concentración de carbono despois do tempo t.
- $[\%C]_i$ é a concentración inicial de carbono.

- $[\%C]_{eq}$ é a concentración de carbono en equilibrio.
- k_c é a constante de reacción para a descarbonización, en min^{-1} .

Ao reorganizar os termos da anterior ecuación en función da concentración de carbono final, obtense por resultado,

$$[\%C]_f = [\%C]_{eq} + ([\%C]_i - [\%C]_{eq}) * \exp(-k_c t)$$

Onde $[\%C]_i$ e $[\%C]_f$ son os contidos de carbono antes e despois da descarbonización, respectivamente, $[\%C]_{eq}$ é o contido de carbono en equilibrio, e k_c é a constante de reacción para a descarbonización. A constante da reacción está dada por:

$$k_c = k * A/V$$

Onde,

- K: constante da taxa de descarbonización, m/min .
- A: área do baño estancada, m^2 .
- V: volume do baño, m^3 .

$$V_b = \frac{\text{masa do aceiro}}{\rho_{\text{aceiro}}}$$

Na que,

- ρ_{aceiro} é a densidade do aceiro líquido. Para unha primeira aproximación dos cálculos asúmese que a densidade do aceiro vaise manter constante durante o todo o proceso, neste caso suponse,

$$\rho_{\text{aceiro}} = 7200 \text{ kg}/m^3$$

Coa masa de aceiro da culler e coa densidade, nun principio considerada constante obtense o volume do baño,

$$V_b = \frac{\text{masa do aceiro}}{\rho_{\text{aceiro}}} = \frac{42}{7.2} = 5.84 \text{ m}^3$$

Segundo diversos estudos, móstrase que se pode alcanzar unha velocidade de descarbonización constante de aproximadamente $0.20 \text{ m}/min$.^[2]

Tomando como referencia unha culler da empresa alemá SGI Prozesstechnik^[3], deseñase unha culler cuxa área do baño estancada é de $1.7 \text{ m} * 1.7 \text{ m}$,

$$A = 1.7^2 = 2.89 \text{ m}^2$$

O que supón unha altura de culler cunha reserva de nivel de 2 m de,

$$h(m) = \frac{V}{A} + 2 = \frac{5.84}{2.89} + 2 = 4.1 \text{ m}$$

A reserva de altura de 2 m é debida á necesidade de inxección de osíxeno mediante unha lanza, a cal ten que manter unha distancia mínima coa superficie do caldo dentro da culler, ademais, débese considerar a posible batuxada resultado da axitación do caldo.

Así, obtense que,

$$k_c = k * \frac{A}{V} = -0.2 \frac{m}{min} * \frac{2.89}{5.84} = -0.1 \text{ min}^{-1}$$

Unha vez obtido o valor da constante da reacción k_c , xa se pode calcular o valor da concentración de carbono inicial requirido para obter como resultado o aceiro desexado, aceiro inoxidable austenítico AISI 316L.

$$[\%C]_f = [\%C]_{eq} + ([\%C]_i - [\%C]_{eq}) * \exp(-k_c t)$$

² [2]

³ [3]

$$0.03 = 0.0187 + ([\%C]_i - 0.0187) * \exp(-(-0.1) * 46)$$

$$[\%C]_i = \mathbf{0.0485}$$

Con respecto á cantidade de mineral de ferro que é necesaria introducir no alto forno para cubrir a produción da planta aquí descrita, é necesario referirse a diversos estudos estatísticos como os da compañía internacional BHP [4] ou o IEA[5], nos que se di que son necesarias unhas 1.6 t de mineral de ferro para conseguir unha tonelada de aceiro.

Polo tanto, co fin de producir 385 t diarias de aceiro inoxidable, son necesarias,

$$\text{masa mineral ferro} = \frac{385 \text{ t aceiro} * 1.6 \text{ t mineral ferro}}{1 \text{ t aceiro}} = 616 \text{ t mineral de ferro diarias}$$

Sabendo que a densidade do ferro é de,

$$\rho_{\text{ferro}} = 7869 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Entón obtense que o volume diario mínimo ocupado por este, e do cal se debe dispoñer na planta é de,

$$V_{\text{areeira}} = \frac{\text{masa mineral de ferro}}{\rho_{\text{ferro}}} = \frac{616 \text{ t}}{7.869 \text{ t/m}^3} = 78.29 \text{ m}^3$$

Tendo en conta que a altura máxima da nave é de 9 m, seguindo a ordenanza municipal, e considerando que a altura disposta no espazo destinado a tal fin non superará os 4 m, a área necesaria é de,

$$A_{\text{arenería}} = \frac{V_{\text{arenería}}}{\text{Altura montón}} = \frac{78.29 \text{ m}^3}{4 \text{ m}} = 20 \text{ m}^2$$

Ademais débese de considerar o espazo necesario para o desprazamento dos traballadores e para o transporte da materia dunha fase cara outra da produción, polo que se reservan 40 m² para a areeira.

2 CÁLCULO VOLUME DE DEPÓSITOS CRIOXÉNICOS E TUBAXES

No proxecto aquí desenrolado empregaranse tanques de gases crioxénicos de 600 m³ para así cubrir a demanda mensual de,

$$12420 \text{ m}^3 \text{ de } \frac{\text{gas}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ l líquido}}{800 \text{ l gas}} * 25 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 466 \approx 500 \frac{\text{m}^3 \text{ de gas}}{\text{mes}}$$

Sabendo que a velocidade do argón e do osíxeno é de 40 m/seg e que o caudal necesario é de 30 Nm³/min,

$$Q = 30 \frac{\text{m}^3}{\text{min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} = 0.5 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Sabendo que o caudal está dado por,

$$Q = v * A$$

$$0.5 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}} = \frac{40 \text{ m}}{\text{seg}} * \pi * \left(\frac{\text{diámetro}}{2}\right)^2$$

$$\text{diámetro} = 0.126 \text{ m} = 126 \text{ mm}$$

⁴ [4]

⁵ [5]

Do catálogo do Grupo Vemacero escóllese tubaxes de 125 mm de diámetro de aceiro ao carbono, cuxa aplicación común é o transporte de gases,

Diámetro Nominal NPS Pulgadas in.		Diámetro Exterior DN Milímetros mm.		Diámetro Exterior Real (in.) mm.		Espesor de Pared Pulgadas (in.) Milímetros (mm.)		Identificación Weight Class Schedule		Peso del Tubo lb/ft kg/m		ASTM A53 PRESION DE PRUEBA Grado A psi Kg/cm2 Grado B psi Kg/cm2			
1/2	15	0.840	21.3	0.109	2.77	STD	40	0.85	1.27	700	49	700	49		
				0.147	3.73	XS	80	1.09	1.62	850	60	850	60		
3/4	20	1.050	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	700	49		
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.20	850	60	850	60		
1	25	1.315	33.4	0.133	3.38	STD	40	1.68	2.50	700	49	700	49		
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	850	60	850	60		
1-1/4	32	1.660	42.2	0.140	3.56	STD	40	2.27	3.39	1200	84	1300	91		
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	1800	127	1900	134		
1-1/2	40	1.900	48.3	0.145	3.68	STD	40	2.72	4.05	1200	84	1300	91		
				0.200	5.08	XS	80	3.63	5.41	1800	127	1900	134		
2	50	2.375	60.3	0.154	3.91	STD	40	3.65	5.44	2300	162	2500	176		
				0.218	5.54	XS	80	5.02	7.48	2900	176	2500	176		
2-1/2	65	2.875	73	0.203	5.16	STD	40	5.79	8.63	2500	176	2500	176		
				0.276	7.01	XS	80	7.66	11.41	2500	176	2500	176		
				0.375	9.52	---	160	---	---	2500	176	2500	176		
				0.552	14.02	XXS	---	---	---	2500	176	2500	176		
3	80	3.500	88.9	0.125	3.18	---	---	4.51	6.72	1290	91	1500	105		
				0.156	3.96	---	---	5.57	8.29	1600	112	1870	131		
				0.188	4.78	---	---	6.65	9.92	1930	136	2260	159		
				0.216	5.49	STD	40	7.58	11.29	2220	156	2500	176		
				0.250	6.35	---	---	8.68	12.93	2500	176	2500	176		
				0.281	7.14	---	---	9.66	14.40	2500	176	2500	176		
				0.300	7.62	XS	80	10.25	15.27	2500	176	2500	176		
4	100	4.500	114.3	0.125	3.18	---	---	5.84	8.71	1000	70	1170	82		
				0.156	3.96	---	---	7.24	10.78	1250	88	1460	103		
				0.188	4.78	---	---	8.66	12.91	1500	105	1750	123		
				0.219	5.56	---	---	10.01	14.91	1750	123	2040	143		
				0.237	6.02	STD	40	10.79	16.07	1900	134	2210	155		
				0.250	6.35	---	---	11.35	16.90	2000	141	2330	164		
				0.281	7.14	---	---	12.66	18.87	2250	158	2620	184		
				0.312	7.92	---	---	13.98	20.78	2500	176	2800	197		
				0.337	8.56	XS	80	14.98	22.32	2700	190	2800	197		
				0.438	11.13	---	120	19.00	28.32	2800	197	2800	197		
				0.531	13.49	---	160	22.51	33.54	2800	197	2800	197		
				0.675	17.12	---	200	27.54	41.02	2800	197	2800	197		
				5	125	5.563	141.3	0.188	4.78	---	---	10.79	16.09	1220	86
0.219	5.56	---	---					12.50	18.61	1420	100	1650	116		
0.258	6.55	STD	40					14.62	21.77	1670	117	1950	137		
0.281	7.14	---	---					15.85	23.62	1820	128	2120	149		
0.312	7.92	---	---					17.50	26.05	2020	142	2360	166		
0.344	8.74	---	---					19.17	28.57	2230	157	2600	183		
0.475	12.02	XS	80					20.78	30.94	2430	171	2800	197		

Ilustración 1: Lista de características das tubaxes do Grupo Vemacero⁶

RIVAS
CABANAS
MINERVA -
Firmado digitalmente
por RIVAS CABANAS
MINERVA
Fecha: 2021.07.24
14:09:06 +02'00'

Rivas Cabanas, Minerva

⁶ [6]

BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. U. y W. S. A. , *Simulación de la Metalurgia Secundaria-Guía del usuario Versión 2.0*, Bélgica.
- [2] A. Teeuwsen, «Vacuum oxygen decarburization (VOD) of stainless steel- Optimization of the Process with Mechanical Vacuum Pumps,» *VIP*, vol. 26, nº 3, 2014.
- [3] S. Prozesstechnik, «SGI Prozesstechnik,» [En línea]. Available: <http://www.sgi-prozesstechnik.de/de/stahlentgasung>. [Último acceso: 22 Abril 2021].
- [4] BHP, «BHP- Iron Ore,» BHP, [En línea]. Available: <https://www.bhp.com/our-businesses/our-commodities/iron-ore/>. [Último acceso: 02 Maio 2021].
- [5] IEA, «Internacional Energy Agency,» IEA, 2019. [En línea]. Available: https://aceroplatea.es/docs/Iron_and_Steel_Technology_Roadmap_IEA.pdf. [Último acceso: 02 Maio 2021].
- [6] G. Vemacero, «Catálogo Grupo Vemacero,» [En línea]. Available: https://ingemecanica.com/tutoriales/objetos/tuberias/Catalogo_Gasoductos_Acero.pdf . [Último acceso: Xuño 2021].



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABALLO FIN DE GRAO
CURSO 2020/2021**

*IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA
SECUNDARIA DO ACEIRO*

Grao en Enxeñaría Mecánica

Documento 2

PLANOS

ÍNDICE

1. SITUACIÓN XERAL
2. SITUACIÓN POLÍGONO DE MONDOÑEDO
3. SITUACIÓN PARCELA:
 - a. SITUACIÓN PARCELA: A
 - b. SITUACIÓN PARCELA: B
4. DISTRIBUCIÓN PARCELA
5. NAVE 3: CULLER, LOCAL DE BOMBAS E RECINTO DEPÓSITOS
CRIOXÉNICOS
6. CULLER
7. LANZA DE OSÍXENO
8. LOCAL DE BOMBAS

SITUACIÓN POLÍGONO MONDOÑEDO



IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA SECUNDARIA DO ACEIRO

TTTULAR: ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR (UDC) FERROL

SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL MONDOÑEDO, LUGO

PLANO: SITUACIÓN XERAL

AUTORA:
MINERVA RIVAS CABANAS

FIRMA:

RIVAS
CABANAS
MINERVA -

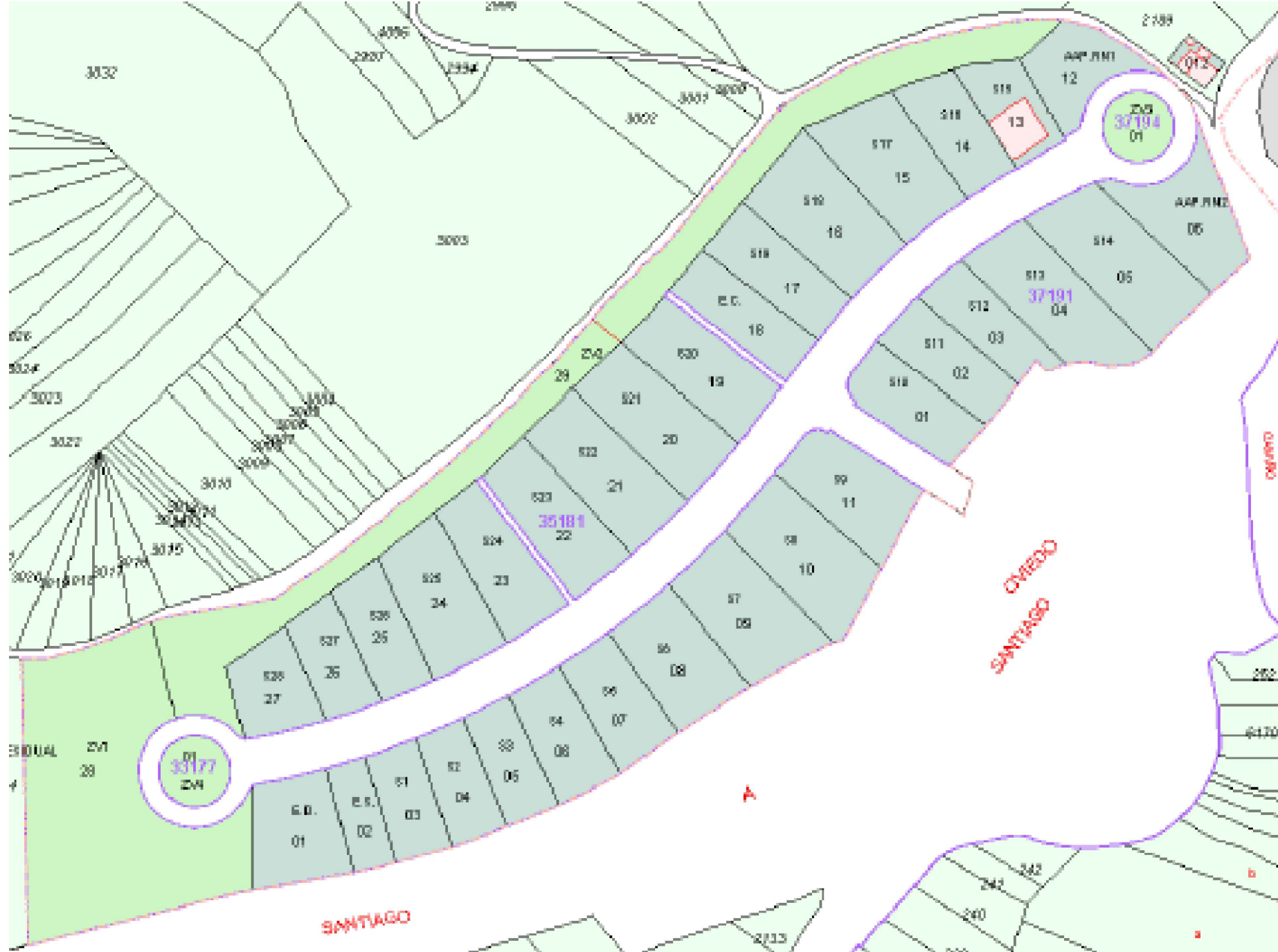
Firmado digitalmente
por RIVAS CABANAS
MINERVA
Fecha: 2021.07.20
10:44:08 +0200'

DATA:
04/06/2021

Nº planos:
8

ESCALA:
S/E

Plano Nº:
1



IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA SECUNDARIA DO ACEIRO

TTTULAR: ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR (UDC) FERROL

SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL MONDOÑEDO, LUGO

PLANO: SITUACIÓN POLÍGONO DE MONDOÑEDO

AUTORA:
MINERVA RIVAS CABANAS

FIRMA:
RIVAS
CABANAS
MINERVA -
Firmado digitalmente
por RIVAS CABANAS
MINERVA -
Fecha: 2021.07.20
10:44:56 +02'00'

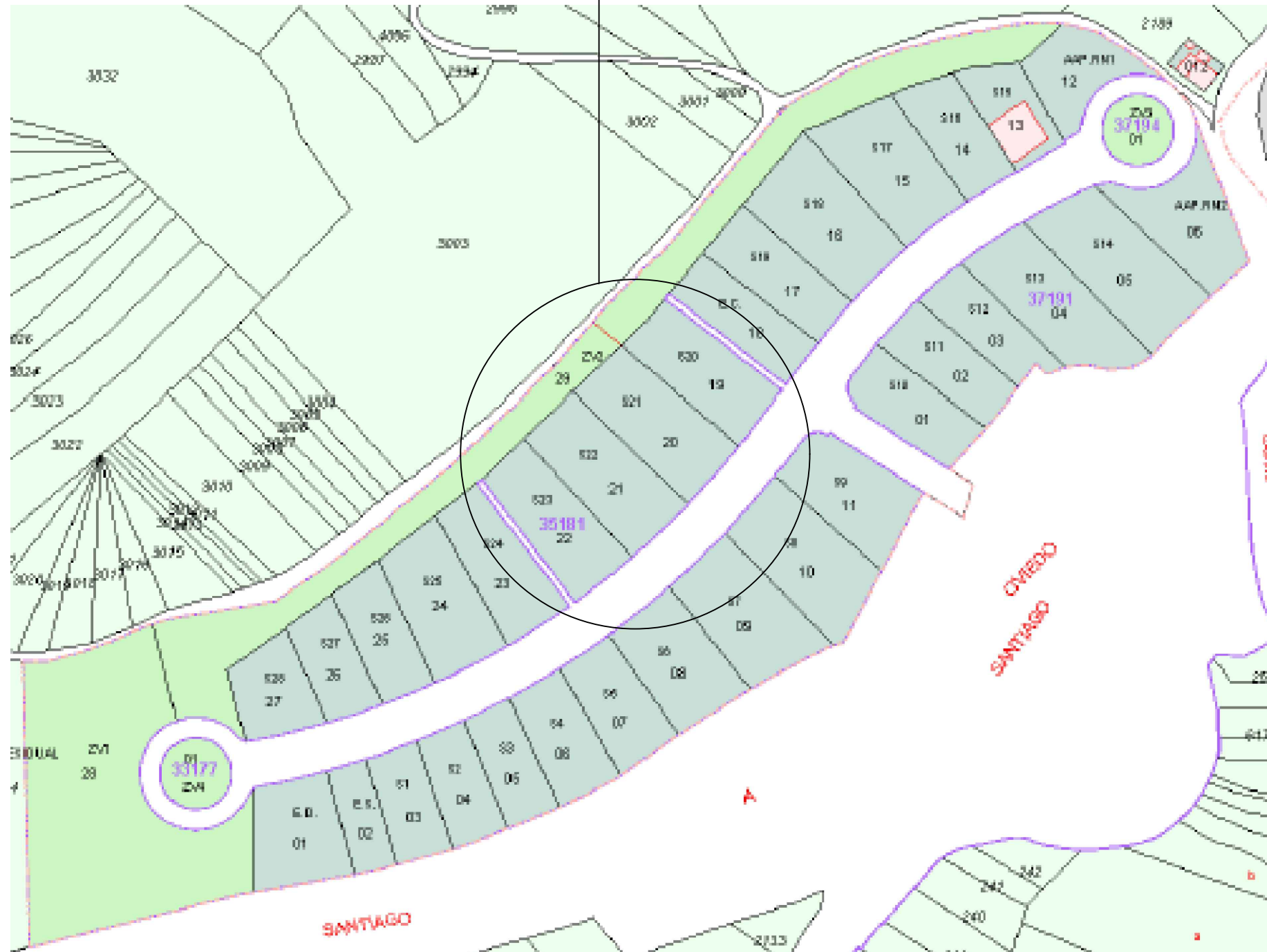
DATA:
04/06/2021

ESCALA:
1:2000

Nº planos:
8

Plano Nº:
2

SITUACIÓN PARCELA



IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA SECUNDARIA DO ACEIRO

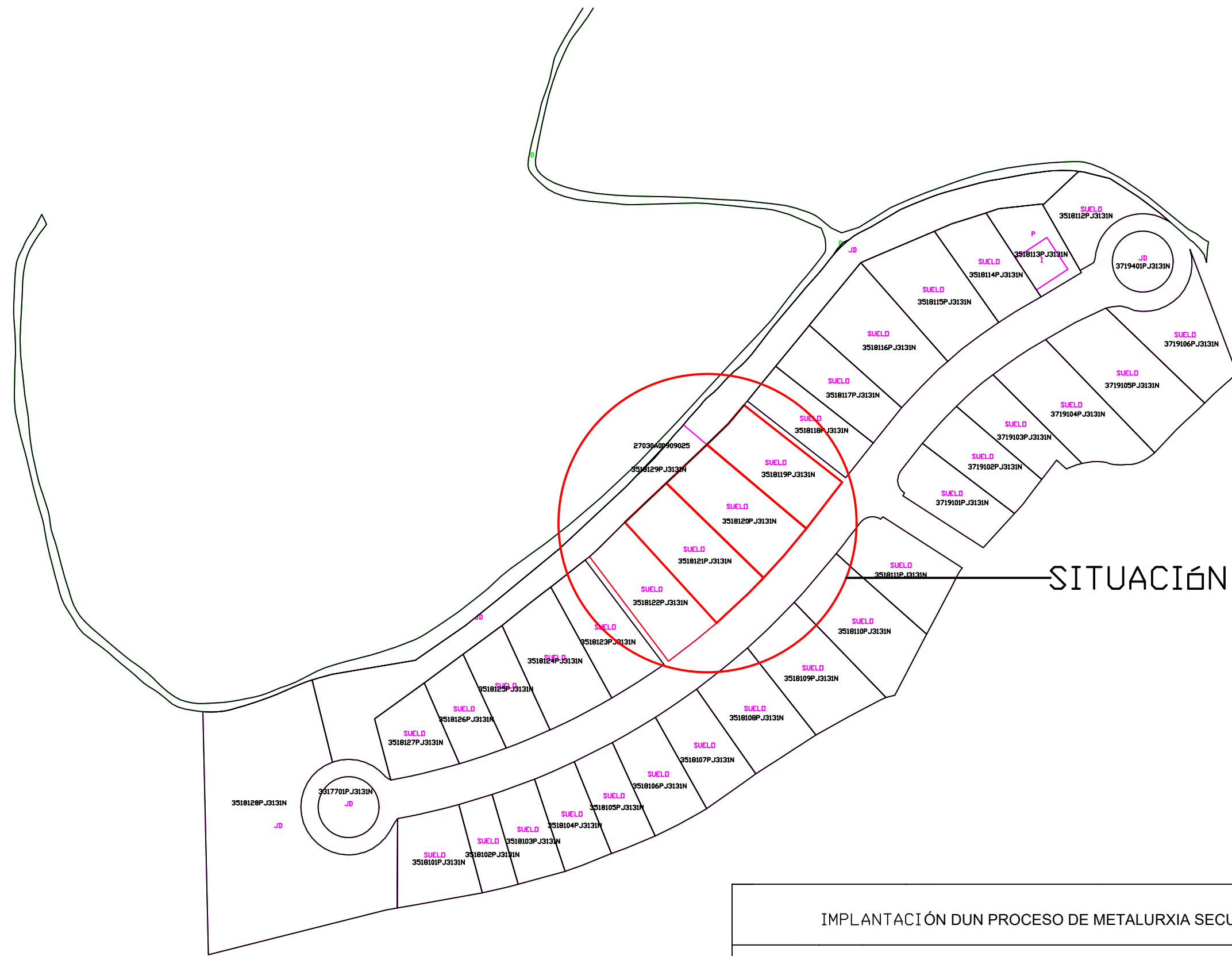
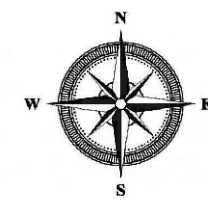
TTTULAR: ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR (UDC) FERROL
 SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL MONDOÑEDO, LUGO

PLANO: SITUACIÓN PARCELA A

AUTORA:
 MINERVA RIVAS CABANAS

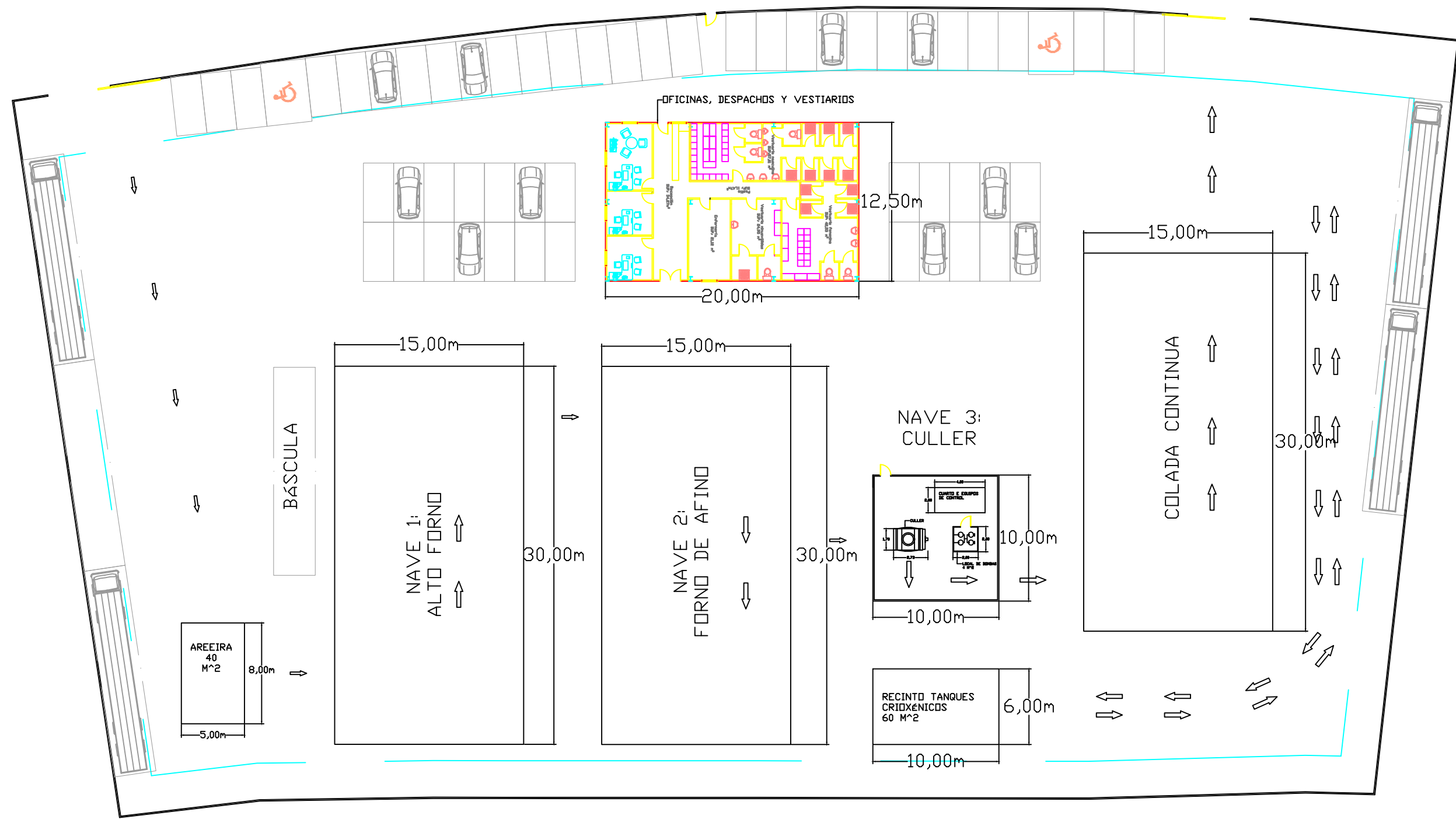
FIRMA:
 RIVAS CABANAS MINERVA -
Firmado digitalmente por RIVAS CABANAS MINERVA - Fecha: 2021.07.20 10:45:44 +02'00'

DATA: 04/06/2021	ESCALA: 1/2000
Nº planos: 8	Plano Nº: 3A

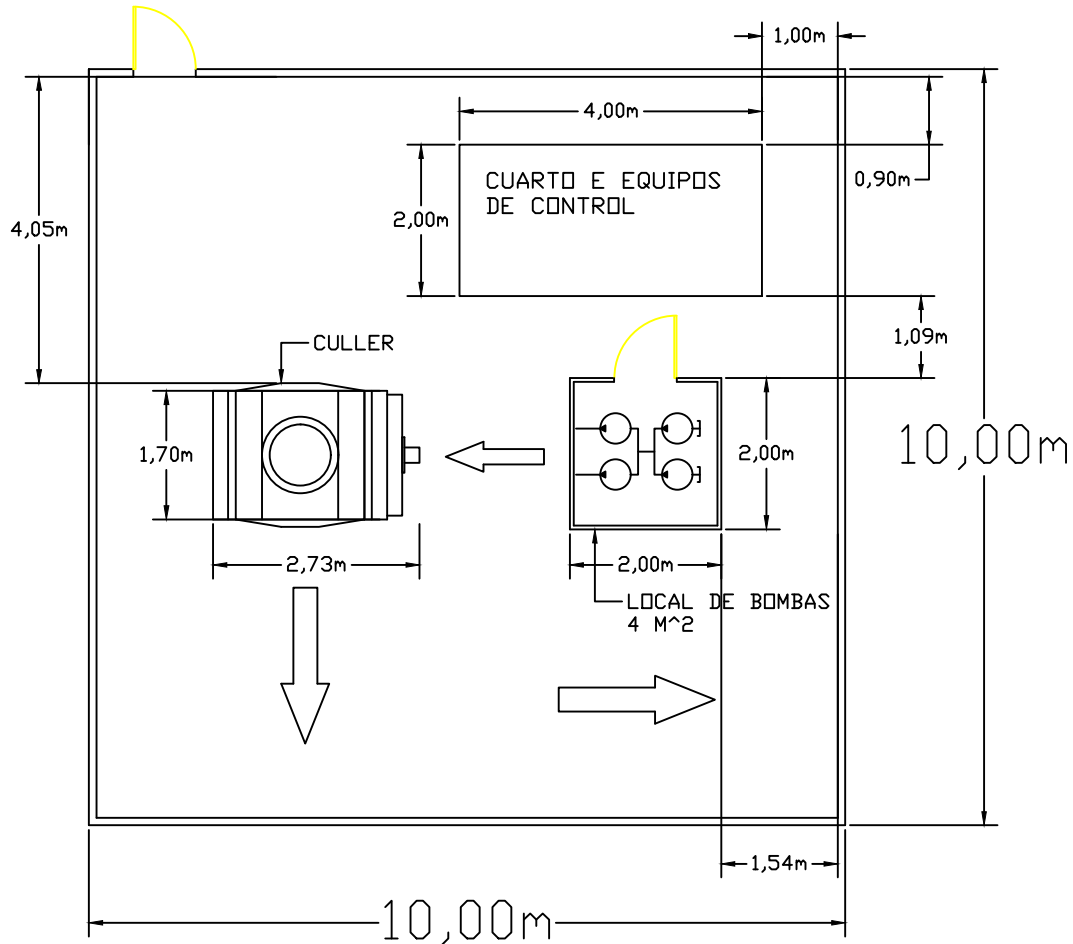


SITUACIÓN PARCELA

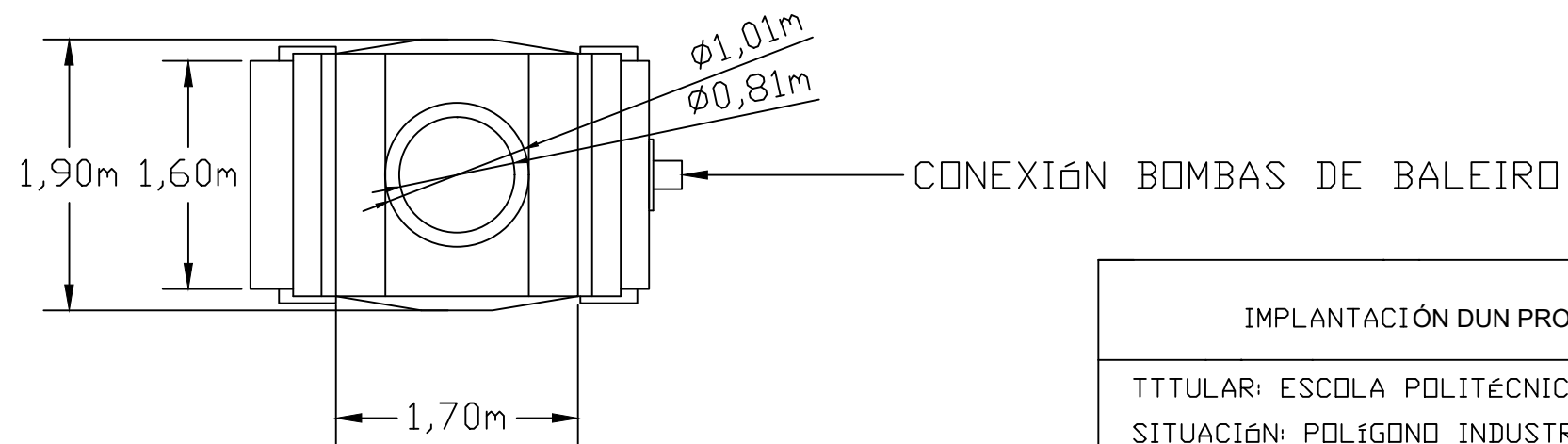
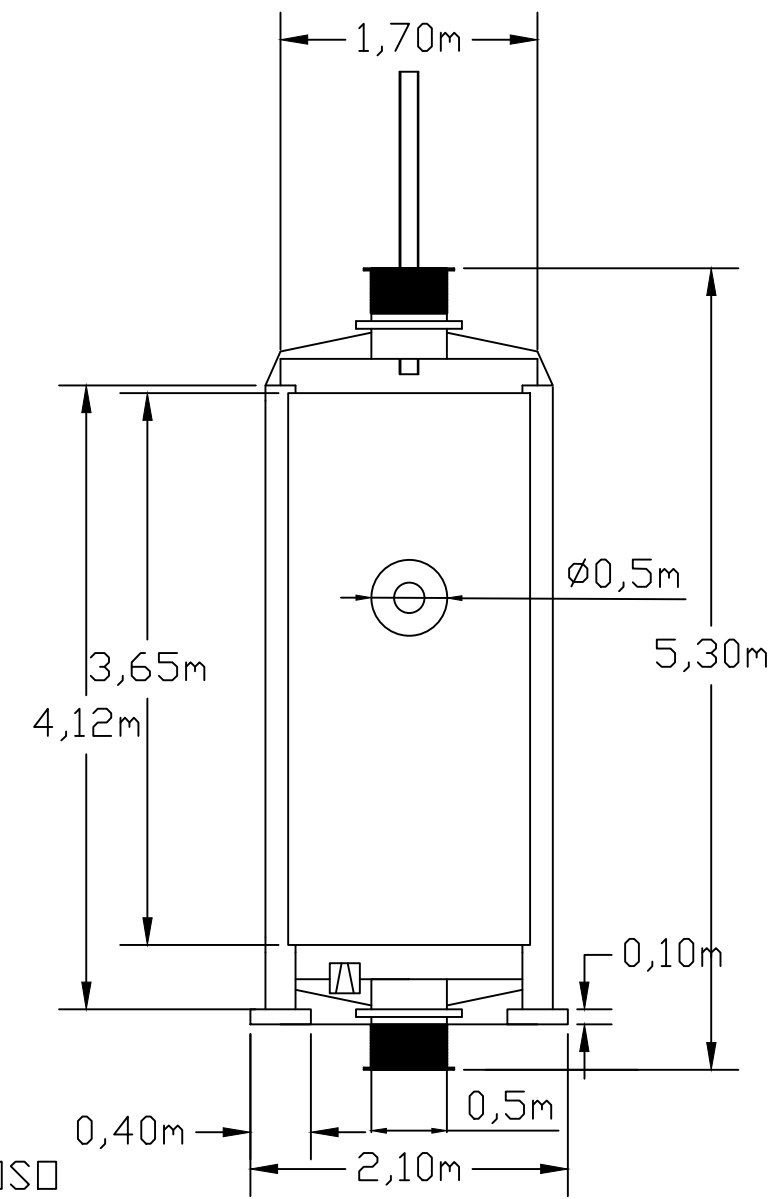
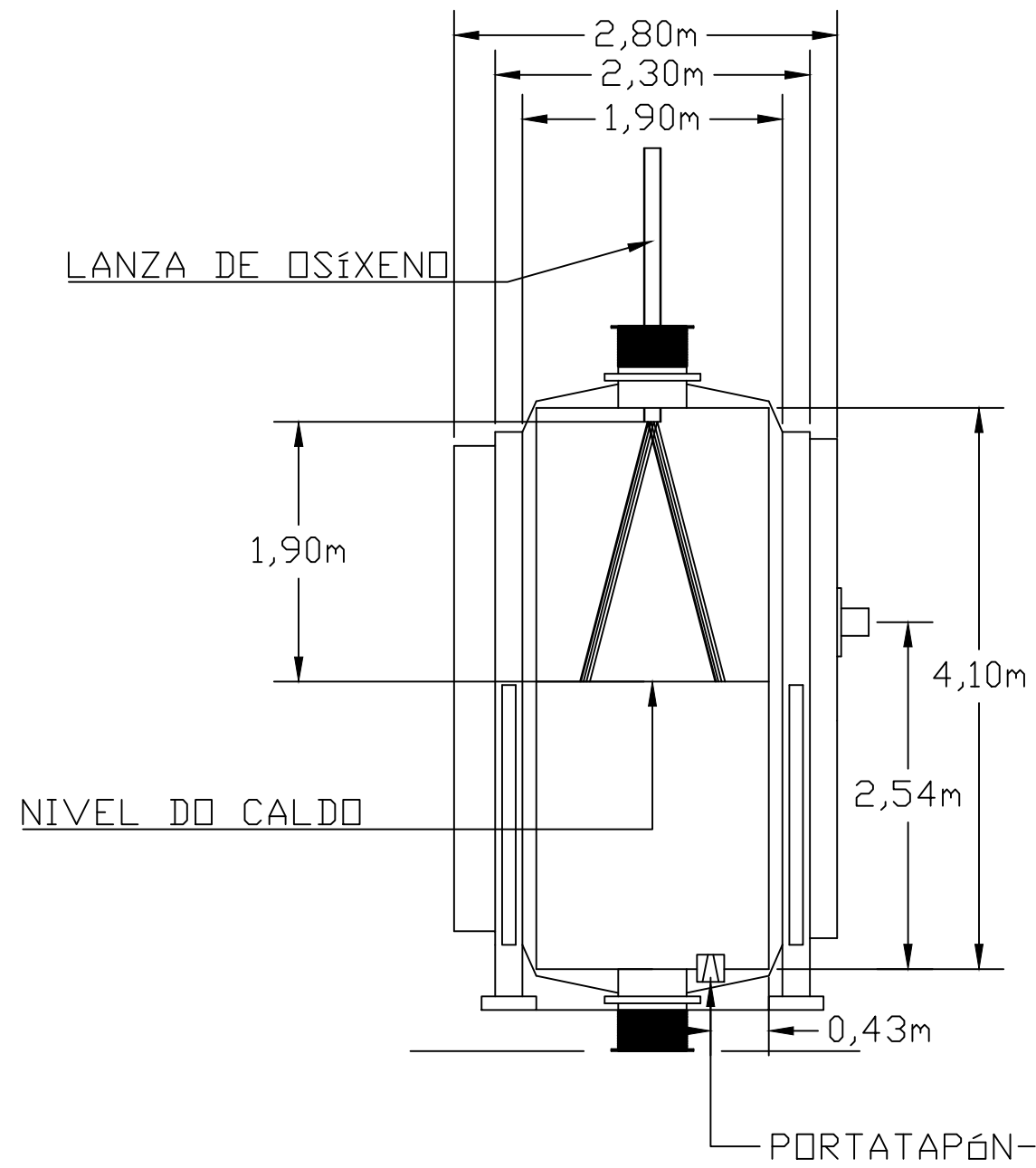
IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA SECUNDARIA DO ACEIRO			
TTTULAR: ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR (UDC) FERROL			
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL MONDOÑEDO, LUGO			
PLANO: SITUACIÓN PARCELA B			
AUTORA:	FIRMA:	DATA:	ESCALA:
MINERVA RIVAS CABANAS	RIVAS CABANAS MINERVA - <small>Firmado digitalmente por RIVAS CABANAS MINERVA - Fecha: 2021.07.20 10:46:32 +02'00'</small>	04/06/2021	1/2000
		Nº planos:	Plano Nº:
		8	3B



IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA SECUNDARIA DO ACEIRO			
TTTULAR: ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR (UDC) FERROL			
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL MONDOÑEDO, LUGO			
PLANO: DISTRIBUCIÓN PARCELA (S20, S21, S21, S23)			
AUTORA:	FIRMA:	DATA:	ESCALA:
MINERVA RIVAS CABANAS	RIVAS CABANAS MINERVA <small>Firmado digitalmente por RIVAS CABANAS MINERVA. Fecha: 2021.07.29 08:24:26 +02'00'</small>	14/07/2021	1/350
		Nº planos:	Plano Nº:
		8	4



IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA SECUNDARIA DO ACEIRO			
TTTULAR: ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR (UDC) FERROL			
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL MONDOÑEDO, LUGO			
PLANO: NAVE 3 CULLER, LOCAL DE BOMBAS E RECINTO DEPÓSITOS CRIOXÉNICOS			
AUTORA: MINERVA RIVAS CABANAS	FIRMA: RIVAS CABANAS MINERVA <small>Firmado digitalmente por RIVAS CABANAS MINERVA - Fecha: 2021.07.29 08:25:00 +02'00'</small>	DATA: 13/07/2021	ESCALA: 1/100
		Nº planos: 8	Plano Nº: 5



IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA SECUNDARIA DO ACEIRO

TTTULAR: ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR (UDC) FERROL
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL MONDOÑEDO, LUGO

PLANO: CULLER

AUTORA:
MINERVA RIVAS CABANAS

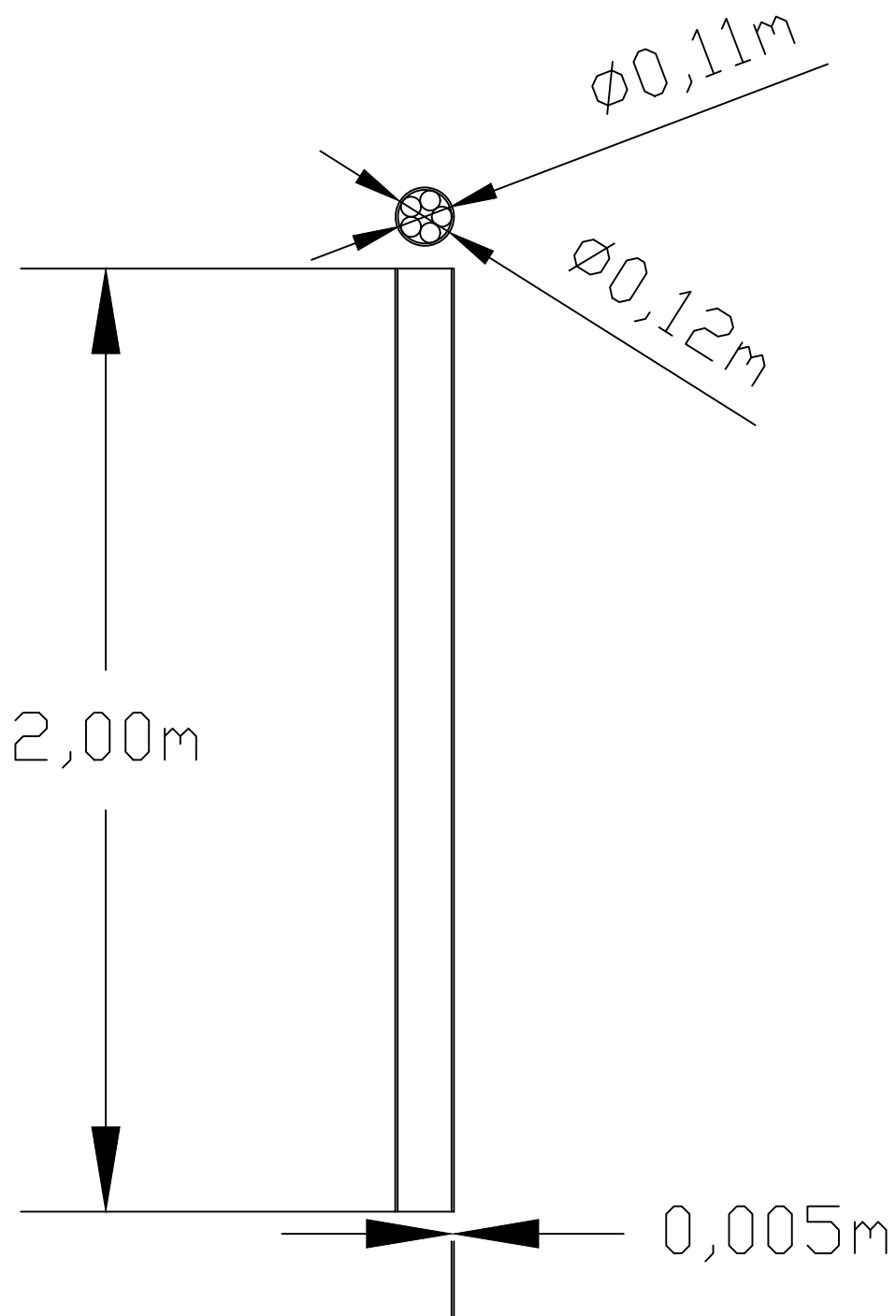
FIRMA:
RIVAS CABANAS MINERVA -
Firmado digitalmente por RIVAS CABANAS MINERVA -
Fecha: 2021.07.29 08:25:33 +02'00'

DATA:
14/07/2021

ESCALA:
1/50

Nº planos:
8

Plano Nº:
6



IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA SECUNDARIA DO ACEIRO

TITULAR: ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR (UDC) FERROL

SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL MONDOÑEDO, LUGO

PLANO: LANZA DE OSÍXENO

AUTORA:
MINERVA RIVAS CABANAS

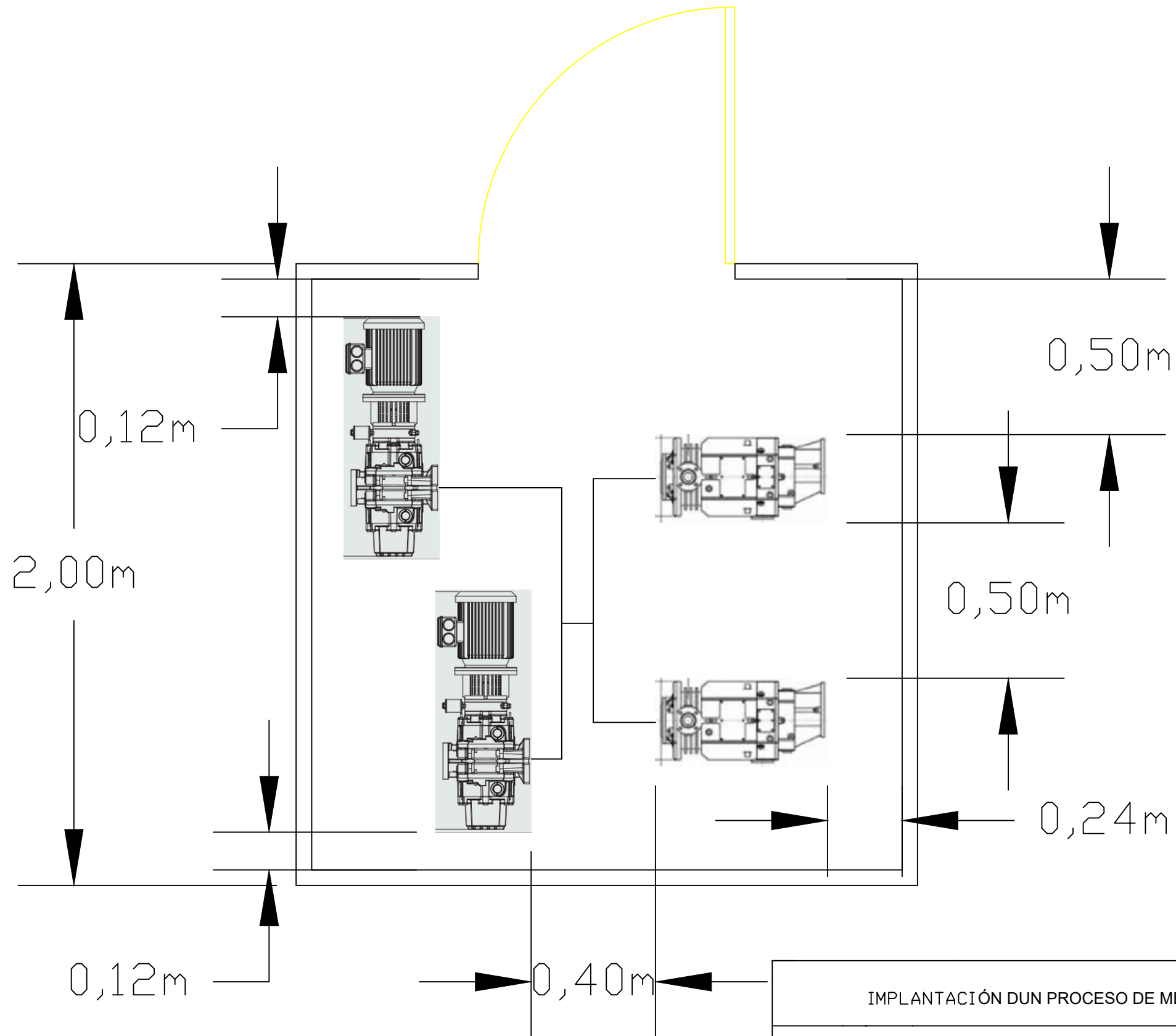
FIRMA:
RIVAS CABANAS MINERVA
Firmado digitalmente por RIVAS CABANAS MINERVA -
Fecha: 2021.07.29 08:26:10 +02'00'

DATA:
14/07/2021

Nº planos:
8

ESCALA:
1/15

Plano Nº:
7



IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA SECUNDARIA DO ACEIRO

TTTULAR: ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR (UDC) FERROL

SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL MONDOÑEDO, LUGO

PLANO: LOCAL DE BOMBAS

AUTORA:
MINERVA RIVAS CABANAS

FIRMA:
RIVAS
CABANAS
MINERVA -
Firmado digitalmente por RIVAS CABANAS MINERVA -
Fecha: 2021.07.29 08:26:42 +02'00'

DATA:
19/07/2021

ESCALA:
1/15

Nº planos:
8

Plano Nº:
8



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABALLO FIN DE GRAO

CURSO 2020/2021

*IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA
SECUNDARIA DO ACEIRO*

Grao en Enxeñaría Mecánica

Documento 3

PREGO DE CONDICIÓN

ÍNDICE

1	Condicións xerais.....	PC-6
1.1	Natureza do prego	PC-6
1.2	Descrición das obras	PC-6
1.3	Definición das unidades de obra.....	PC-6
1.4	Condicións xerais de índole legal.....	PC-6
1.5	Textos legais, normas e disposicións de aplicación	PC-6
1.6	Seguridade pública e protección do tráfico de servizos públicos ou privados...	PC-9
1.7	Permisos, concesións e autorizacións	PC-10
2	Definicións, competencias e responsabilidades	PC-10
2.1	Definicións	PC-10
2.2	Director de obra	PC-12
2.3	Obrigas do director de obra	PC-12
2.4	Obrigas do contratista.....	PC-13
2.5	Responsabilidade do contratista	PC-14
2.6	Subcontratista.....	PC-14
2.7	Man de obra.....	PC-15
2.8	Ordes ao contratista.....	PC-15
2.9	Documentación técnica.....	PC-16
2.10	Prórrogas por motivos de forza maior	PC-17
2.11	Ampliación do proxecto.....	PC-17
2.12	Reformas no proxecto.....	PC-17
2.13	Desenrolo e control das obras	PC-18
2.14	Certificación e abono das obras.....	PC-20
2.15	Obras en exceso, incompletas ou defectuosas	PC-20
2.16	Recepción das obras	PC-21
2.17	Prazo de garantía das obras.....	PC-21
2.18	Conservación das obras	PC-21
2.19	Gastos a cargo do contratista	PC-21
2.20	Suspensión das obras	PC-22
2.21	Resolución do contrato	PC-22
3	Condicións xerais do subministro do equipo	PC-22
3.1	Obxecto	PC-22
3.2	Alcance.....	PC-22
3.3	Datos de situación	PC-23
3.4	Condicións de traballo	PC-23

3.5 Normas e documentos aplicables	PC-23
3.6 Condicións de estudos, cálculos e construción	PC-23
3.6.1 Elementos de fabricación estándar	PC-23
3.6.2 Elementos de Fabricación Específica	PC-23
3.6.3 Control da Construción en Curso de Fabricación	PC-23
3.6.4 Condicións de Execución	PC-23
3.7 Características de enerxías e fluídos dispoñibles nas instalacións	PC-28
3.7.1 Electricidade	PC-28
3.7.2 Auga Industrial	PC-28
3.8 Inscripcións e textos figurantes na subministración	PC-28
3.9 Accesorios	PC-28
3.10 Pezas de recambio e de desgaste	PC-29
3.11 Pintura	PC-29
3.12 Recepción na fábrica do proveedor	PC-29
3.13 Montaxe in situ	PC-29
3.14 Reunións de taller	PC-30
3.15 Posta en marcha - asistencia técnica	PC-30
3.16 Condicións de recepción provisional	PC-30
3.17 Condicións de recepción definitiva	PC-31
3.18 Garantía	PC-31
3.19 Propiedade industrial	PC-32
3.20 Documentación	PC-32
3.20.1 Documentación Preliminar a Entregar Obrigatoriamente coa Oferta	PC-32
3.20.2 Documentación en Curso do Desenvolvemento do Contrato	PC-32
3.20.3 Documentación Definitiva	PC-33
3.21 Traballos e subministracións a cargo da metalurxia	PC-33
3.22 Formación do persoal	PC-34
3.23 Lingua contractual	PC-34
3.24 Prazos	PC-34
3.25 Prezos	PC-34
3.26 Condicións de pago	PC-35
3.27 Aval bancario	PC-35
3.28 Penalidades	PC-35
3.29 Forza maior	PC-35
3.30 Regulamentación dos litixios	PC-36
4 Procedementos xerais	PC-36
4.1 Xestión do mantemento xeral	PC-36

PREGO DE CONDICIÓN

Minerva Rivas Cabanas

4.1.1	Obxecto e alcance	PC-36
4.1.2	Responsabilidades	PC-36
4.1.3	Procedemento	PC-36
4.1.4	Control do proceso	PC-37
4.2	Identificación e avaliación dos requisitos legais	PC-38
4.2.1	Obxecto e alcance	PC-38
4.2.2	Documentación de Referencia.....	PC-38
4.2.3	Responsabilidades	PC-38
4.2.4	Procedemento	PC-38
4.2.5	Seguimento e Medición	PC-39
4.2.6	Requisitos Legais e outros Requisitos non Aplicables. Lexislación Obsoleta	PC-39
5	Procedementos específicos	PC-39
5.1	Seguimento, medición e control operacional dos residuos.....	PC-39
5.1.1	Obxecto e alcance	PC-39
5.1.2	Documentación de Referencia.....	PC-40
5.1.3	Responsabilidades	PC-40
5.1.4	Procedemento	PC-40
5.1.5	Seguimento e Medición	PC-41
5.2	Seguimento, medición e control operacional das emisións á atmosfera.....	PC-42
5.2.1	Obxecto e alcance	PC-42
5.2.2	Documentación de Referencia.....	PC-42
5.2.3	Responsabilidades	PC-42
5.2.4	Procedemento	PC-42
5.2.5	Seguimento e Medición	PC-43
6	Condições que deben reunir os materiais	PC-43
6.1	Procedencia dos materiais.....	PC-43
6.2	Recoñecemento dos materiais.....	PC-44
6.3	Mostras de materiais.....	PC-44
7	Condições e execución das unidades de obra civil	PC-44
7.1	Grao de definición das unidades de obra.....	PC-44
7.2	Programa de traballos.....	PC-45
7.3	Precaucións xerais a adoptar durante a execución das obras	PC-45
7.4	Reformulo	PC-45
7.5	Execución de unidades de obra indefinidas, imprevistas ou non especificadas	PC-46
7.6	Medios auxiliares	PC-46

8 Finalización e pago de obras	PC-47
8.1 Método de abonado das obras concluídas e as incompletas	PC-47
8.2 Método de abonado das obras defectuosas.....	PC-47
8.3 Condicións para fixar os prezos contraditorios en obras non previstas	PC-47
8.4 Relacións valoradas e certificadas.....	PC-47
8.5 Ensaio e probas	PC-48
8.6 Recepción provisional.....	PC-48
8.7 Conservación das obras recibidas de forma provisional	PC-49
8.8 Medición definitiva	PC-49
8.9 Liquidación provisional.....	PC-49
8.10 Limpeza final.....	PC-50
8.11 Garantía.....	PC-50
9 Símbolos.....	PC-50

1 CONDICIÓN S XERAIS

1.1 Natureza do prego

O presente Prego de Condición s constitúe o conxunto de regras, instrución s, normas, especificación s e recomendación s que complementan as de carácter xeral económicas, administrativas e técnicas, e aos planos e orzamento do Proxecto, definindo desta forma todos os requisitos técnico-económicos básicos necesarios para a implantación dos procesos de descarbonización, desgafisación e redución s do aceiro nunha metalurxia secundaria, e regulará as relación s entre o propietario, promotor e contratista que aparecen no mesmo.

1.2 Descrición das obras

As obras que se executan neste proxecto consisten na instalación, descrición e dimensionamento do equipo e instalación s necesarias para o deseño da culler onde se levan a cabo estes procesos.

1.3 Definición das unidades de obra

No que respecta á definición e acabado das distintas unidades de obra deberase considerar que todos os traballos, medios auxiliares e materiais que sexan necesarios para a correcta execución e finalización de calquera unidade de obra, segundo o criterio do Director de Obra, considéranse incluídos xa no prezo da mesma, aínda cando non figuren especificados na descomposición ou descrición dos prezos.

1.4 Condición s xerais de índole legal

O pago de impostos ou árbitros en xeral, municipais, ou doutra orixe, sobre vaias, alumado etc....., cuxo abono debe facerse durante o tempo de execución das obras e por conceptos inherentes aos propios traballos que se realizan, correrán a cargo do contratista.

O contrato formalizarase como documento privado ou público a pedimento de calquera das partes e conforme as disposición s vixentes. No contrato reflectirase as particularidades que conveñan ambas as partes, completando ou modificando o sinalado no presente Prego de Condición s, que quedará incorporado ao contrato como documento integrante do mesmo.

1.5 Textos legais, normas e disposición s de aplicación

O presente Prego refírese nos aspectos técnicos, económicos e administrativos a diversas Normas, Regulamentos, Instrución s e/ou Recomendación s, con relación aos aspectos técnicos, ambientais e de seguridade. Polo tanto, complementariamente en todo aquilo non detallado especificamente nos artigos que seguen estarase ao disposto, en canto á súa aplicación, nas seguintes Normas, Instrución s, Recomendación s ou Disposición s Técnicas ou Legais, tanto actuais como posibles modificación s futuras durante a execución das obras que poidan ser de aplicación.

O obxecto deste punto é expoñer os requisitos legais de aplicación á implantación dos procesos de metalurxia secundaria, no que concirne ao presente proxecto.

1. Ordenanza Municipal: Proxecto sectorial do parque empresarial de Mondoñedo.

2. Código técnico de Edificación:
 - REAL DECRETO 314/2006, do 17 de marzo, polo que se aproba o Código Técnico da Edificación.
 - Orde VIV/984/2009, do 15 de abril, pola que se modifican determinados documentos básicos do Código Técnico da Edificación aprobados polo Real Decreto 314/2006, do 17 de marzo, e o Real Decreto 1371/2007, do 19 de outubro.
3. Unha vez derogado o Regulamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas e Perigosas (R.A.M.I.N.P.) aprobado por Decreto 2414/1961, do 30 de novembro, pasa a ser de aplicación para a Comunidade Autónoma de Galicia, o Decreto 133/2008, do 12 de Xuño, polo que se regula a Avaliación de Incidencia Ambiental (DOGA nº 126, de 1 de Julio de 2008).
4. Protección fronte ao ruído:
 - REAL DECRETO 1371/2007, do 19 de outubro, polo que se aproba o documento básico « DB- HR Protección fronte ao ruído» do Código Técnico da Edificación e modifícase o Real Decreto 314/2006, do 17 de marzo, polo que se aproba o Código Técnico da Edificación.
5. Medio ambiente e impacto ambiental:
 - Lei 1/1995, do 2 de Xaneiro, de Protección Ambiental de Galicia.
 - Real Decreto Legislativo 1/2008, do 11 de Xaneiro, polo que se aproba o Texto Refundido da Lei de Avaliación de Impacto Ambiental de Proxectos.
 - O, anteriormente comentado, Real Decreto 133/2008, do 12 de Xuño, polo que se regula a Avaliación de Incidencia Ambiental en Galicia (DOGA nº 126, de 1 de Xullo de 2008).
 - Directiva 2008/1/CE do 15 de xaneiro de 2008, relativa á prevención e ao control integrados da contaminación. Derroga a anterior Directiva IPPC (Directiva 96/61/CE).
 - Lei 10/1998 do 21 de abril de Residuos.
 - Real Decreto 833/1988 (excepto artigos 50, 51 e 56, pois quedan derogados pola Lei 10/1998) do 20 de xullo polo que se aproba o Regulamento para a execución da Lei 20/1986 Básica de Residuos Tóxicos e Perigosos.
 - Real Decreto 952/1997 do 20 de xuño polo que se modifica parcialmente o Real Decreto 833/1988.
 - Real Decreto 252/2006, do 3 de marzo, polo que se revisan os obxectivos de reciclaxe e valorización establecidos na Lei 11/1997, do 24 de abril, de Envases e Residuos de Envases, e polo que se modifica o Regulamento para o seu desenvolvemento e execución, aprobado polo Real Decreto 782/1998, do 30 de abril.
 - Real Decreto 679/2006, do 2 de xuño, polo que se regula a xestión dos aceites industriais usados (BOE número 132 do 6 de Xuño de 2006)
 - Regulamento (CE) Nº 2037/2000 do Parlamento Europeo e do Consello do 29 de Xuño de 2000 sobre as Substancias que Esgotan a Capa de Ozono.
 - Orde 13 de Outubro de 1989 pola que se determinan os Métodos de Caracterización dos Residuos Tóxicos e Perigosos.
 - Orde MAM/304/2002 do 8 de febreiro, pola que se publican as Operacións de Valorización e Eliminación de Residuos e a Lista Europea de Residuos.
 - Orde do 12 de xullo de 2002, pola que se regulan os documentos de control e seguimento a empregar na recollida de residuos perigosos en pequenas cantidades.
 - Lei 16/2008, do 23 de decembro, de orzamentos xerais da Comunidade Autónoma de Galicia para o ano 2009, que derroga a Lei 12/1995, do 29

de decembro, do imposto sobre a contaminación atmosférica, (B.O.E. 9 de maio de 1996).

- Real Decreto 1802/2008, do 3 de novembro, polo que se modifica o Regulamento sobre notificación de substancias novas e clasificación, envasado e etiquetaxe de substancias perigosas, aprobado por Real Decreto 363/1995, do 10 de marzo, coa finalidade de adaptar as súas disposicións ao Regulamento (CE) nº 1907/2006 do Parlamento Europeo e do Consello (Regulamento REACH).
- Orde PRE/222/2009, do 6 de febreiro, pola que se modifica o anexo I do Real Decreto 1406/1989, do 10 de novembro, polo que se impoñen limitacións á comercialización e ao uso de certas substancias e preparados perigosos (dispositivos de medición que conteñen mercurio).
- Real Decreto 9/2005, do 14 de xaneiro, polo que se establece a Relación de Actividades potencialmente contaminantes do chan e os Criterios e estándares para a Declaración de Chans Contaminados.
- Lei 16/2002 do 1 de xullo, de prevención e control integrados da contaminación.

6. Protección contra incendios:

- Documento Básico SE. Seguridade en caso de incendio incluído en Orde VIV/984/2009, do 15 de abril, pola que se modifican determinados documentos básicos do Código Técnico da Edificación aprobados polo Real Decreto 314/2006, do 17 de marzo, e o Real Decreto 1371/2007, do 19 de outubro.
- Real Decreto 2267/2004, do 3 de decembro, polo que se aproba o Regulamento de Seguridade Contra Incendios nos Establecementos Industriais.
- Regulamento de instalacións de protección contra incendios. Real Decreto 1942/1993, do 5 de novembro, (B.O.E. do 14 de decembro de 1.993).
- Orde do 16 de abril de 1998 sobre normas de procedemento e desenvolvemento do Real Decreto 1942/1993, do 5 de novembro, polo que se aproba o Regulamento de instalacións de protección contra incendios e revísase o anexo I e os apéndices do mesmo (B.O.E. 28 de abril de 1998).
- Criterios da Xunta de Galicia sobre condicións de protección contra incendios nos edificios de uso industrial (B.O.E. do 29 de febreiro de 1.985).
- Lei 5/2007, do 7 de maio, de emerxencias de Galicia.

7. Seguridade e hixiene no traballo:

- Ordenanza de hixiene e seguridade no traballo.
- REAL DECRETO 1627/97, do 24 de outubro, polo que se establecen as disposicións mínimas de Seguridade e Saúde nas obras de construción.
- Documento Básico O seu. Seguridade de utilización, incluído no Código Técnico da Edificación aprobados polo Real Decreto 314/2006, do 17 de marzo.
- Lei 31/1995, do 8 de novembro, de prevención de riscos laborais (B.O.E. do 10 de novembro de 1995) e Real Decreto 39/1997, do 17 de xaneiro, polo que se aproba o Regulamento dos Servizos de Prevención (B.O.E. do 31 de xaneiro de 1997).
- Real Decreto 171/2004, do 30 de xaneiro, polo que se desenvolve o artigo 24 da Lei 31/1995, do 8 de novembro, de Prevención de Riscos Laborais, en materia de coordinación de actividades empresariais.
- Decreto 150/1999, do 7 de maio, polo que se aproba o Regulamento de protección contra a contaminación acústica. (D.O.G. 27 de maio de 1999).

- Lei 7/1997, do 11 de agosto, de protección contra a contaminación acústica (DOG 20/8/1997).
 - Decreto 320/2002, do 7 de novembro, polo que se aproba o Regulamento que establece as Ordenanzas tipo sobre protección contra a contaminación acústica.
 - Decreto 29/2000, do 20 de xaneiro, polo que se aproba o Regulamento do imposto sobre a contaminación atmosférica. (D.O.G. 18 de febreiro de 2000).
 - Real Decreto 485/1997 sobre disposicións mínimas en materia de Sinalización de Seguridade e Saúde no Traballo (B.O.E. 23 de abril de 1997).
 - Real Decreto 780/1998 do 30 de abril, polo que se modifica o Real Decreto 39/1991 do 17 de xaneiro, polo que se aproba o Regulamento dos servizos de prevención (B.O.E. 1 de maio de 1998).
 - Real Decreto 486/1997, do 14 de abril, sobre Disposicións mínimas de Seguridade e Saúde nos lugares de Traballo (B.O.E. 23 de abril de 1997).
 - Resolución do 18 de febreiro de 1998, da Dirección xeral da Inspección de Traballo e Seguridade Social, sobre o Libro de Visitas da Inspección de Traballo e Seguridade Social.
 - Orde do 23 de febreiro de 1996, que desenvolve o Decreto 74/96 do 20 de febreiro, polo que se aproba o Regulamento de Calidade do Aire, en materia de Medición, Avaliación e Valoración de Ruídos e Vibracións.
8. Normas UNE declaradas de obrigado cumprimento. Tamén Normas UNE mencionadas nos documentos contractuais e, complementariamente, o resto das Normas UNE.
9. Todas aquelas Normas, Disposicións ou Instrucións de carácter oficial de calquera tipo ou condicións de execución impostas por calquera Administración con competencias sobre os mesmos que poidan ser de aplicación durante a execución das obras.

Así mesmo, serán de aplicación por decisión do Director de Obra, posibles recomendacións ou instrucións de montaxe, provisión ou almacenamento de materiais, execución de unidades de obra, etc., por parte de fabricantes ou subministradores de materiais e/ou empresas concesionarias ou distribuidoras de servizos que poidan ser afectados pola realización das obras.

Toda a normativa citada obrigará tanto na súa redacción na data de elaboración do presente documento como en canto a posibles modificacións durante o prazo de licitación ou execución das obras.

En caso de discrepancia, contradición ou incompatibilidade entre as normas citadas e algunha das condicións establecidas no presente Prego ou noutro documento do Proxecto, prevalecerá este salvo interpretación contraria da Dirección de Obra.

1.6 Seguridade pública e protección do tráfico de servizos públicos ou privados

Non poderá ser pechado ao tráfico ningunha vía existente sen a previa autorización por escrito do Enxeñeiro Director e, naturalmente, da Administración ou propietarios afectados. O contratista deberá tomar as medidas necesarias para restablecer o tráfico de forma inmediata, sendo da súa conta todas as responsabilidades, de calquera tipo, que derivasen da interrupción do tráfico.

Durante a execución das obras manterase en todos os puntos onde sexa necesario e a fin de garantir a debida seguridade das persoas alleas a aquelas, a sinalización adecuada de acordo coas normas de aplicación completadas coas instrucións que sobre o particular poida establecer a Dirección de Obra e/ou a Administración con competencias sobre a materia.

A permanencia da sinalización deberá estar garantida polos vixiantes e colocadores de sinais que fosen necesarios. Tanto o custo da sinalización como do persoal necesario para a súa permanencia serán de conta do Contratista.

Salvo autorización en contrario por escrito do Enxeñeiro Director, o tráfico peonil ou rodado segundo o caso manterase durante a construción das obras en todo camiño, estrada, rúa ou dominio público ou privado afectado por elas, adoptando o Contratista, á súa costa, as medidas necesarias para unha boa validez e seguridade e axustando a execución ás condicións precisas para tal mantemento.

En todo caso, as afeccións a calquera dominio público serán previamente autorizadas pola Administración ou Servizo competentes ou titulares do mesmo.

A posible diminución de rendementos debida ao mantemento do tráfico ou ás medidas de protección e seguridade descritas anteriormente non supoñerá abono de cantidade algunha polo devandito concepto.

1.7 Permisos, concesións e autorizacións

O contrato de obras especificará se será competencia do contratista a obtención de todos os permisos e licenzas necesarios para a execución das obras e se deberá abonar todas as cargas, taxas e impostos derivados da obtención daqueles permisos, excepto dos correspondentes aos terreos ocupados directamente polas obras.

En todo caso, abonará á súa costa os alugueiros para a ocupación temporal ou definitiva dos terreos necesarios para instalacións, provisións de materiais ou produtos semielaborados, vertedoiros de produtos sobrantes, obtención de materiais, etc., non pertencentes ás obras, estean incluídos especificamente estes gastos na descomposición de prezos ou non.

2 DEFINICIÓN, COMPETENCIAS E RESPONSABILIDADES

2.1 Definicións

Os seguintes termos terán o significado que se indica, agás que o contido en cada caso exixa outro, ou que existan definicións específicas e distintas a estas no contrato de obras.

Administración Pública: Os correspondentes organismos e entidades, de carácter Local (Concello de Mondoñedo), Autonómico (Xunta de Galicia ou a Consellería correspondente) ou Estatal.

Propiedade: entenderase por tal ao promotor das instalacións e obras que se definen no presente proxecto e que consta como tal no contrato.

Representante da Propiedade: entenderase por tal á/s persoa/s que a mesma poida designar, por escrito, para coñecer de forma directa a marcha da obra e exercer os dereitos que se reserven, en canto a modificacións e outros aspectos que poidan incidir no prazo ou orzamento da obra.

Enxeñeiro ou Director de Obra: persoa natural ou xurídica designada pola Propiedade para ostentar a dirección facultativa das obras, sen prexuízo das atribucións do persoal da Propiedade.

O Enxeñeiro/s Director/es supervisará/n a execución das obras por parte do Contratista para comprobar que o traballo se desenvolve de acordo cos planos e especificacións do Proxecto ou modificacións aprobadas no seu caso.

Corresponderá ao Director en exclusiva a interpretación dos diversos documentos do proxecto en caso de contradición, erro, indefinición, etc., debendo o contratista aceptar tales interpretacións salvo que as mesmas estean en conflito coa boa marcha dos traballos ou con algunha norma ou disposición legal, nese caso deberá comunicalo á Propiedade e manifestalo ao Director.

As competencias do Director non reducen as da Propiedade en canto á inspección que en todo momento poderá realizar esta da marcha das obras. Con todo, as ordes da Propiedade ao Contratista non asumidas ou descoñecidas polo Director eximen a este de posibles responsabilidades a que houbese lugar.

Representante do Director de Obra: entenderase por tal á persoa natural ou xurídica, designada polo Director de Obra, previa conformidade da Propiedade, para desempeñar tarefas especificadas ou de competencia da Dirección de Obra. O seu nomeamento haberá de ser comunicado por escrito ao Contratista.

Contratista: será a persoa natural ou xurídica cuxa proposición económica fose aceptada pola Propiedade. Comprenderá así mesmo aos representantes persoais e/ou apoderados autorizados. Será o responsable da execución da obra.

Obra/ s: entenderase con este termo a todos os traballos, materiais, obras provisionais ou definitivas, que han de ser utilizados e/ou executados en virtude do contrato. O termo referirase tamén, segundo o contexto, á propia zona ou superficie onde se desenvolven os traballos segundo os correspondentes planos de planta.

Equipo de execución: entenderanse todos os equipos, artefactos, instalacións ou obxectos de calquera índole que sexan necesarios directamente ou de forma auxiliar para a execución, terminación e conservación das obras. Non incluírá os materiais ou outros obxectos destinados a formar parte das construcións permanentes ou que formen parte delas.

Obras provisionais: por obras provisionais entenderase ás auxiliares ou temporais de toda índole, materiais e traballos necesarios para a execución, finalización e conservación das obras.

Planos: entenderanse os planos incluídos no Proxecto, así como os que resulten de calquera modificación ou revisión respecto dos iniciais, aprobada polo Director e autorizada pola Propiedade.

Terreo: superficies e demais lugares sobre ou dentro das cales haxan de executarse as obras e obras provisionais, xunto cos demais lugares e emprazamentos especificamente designados no contrato como parte do terreo.

Aprobado e aprobación: a aprobación de calquera actuación, modificación, etc., non incluída no proxecto haberá de realizarse sempre por escrito.

Subcontratista e/ou subministrador: designa a toda persoa natural ou xurídica que ten un contrato co Contratista para executar calquera traballo ou para subministración de materiais e/ou equipos para as obras.

Tanto a Propiedade como o Director poderán excluír de subcontratación a calquera persoa ou empresa por causas xustificadas de execución defectuosa, incumprimento de obrigacións, etc., aínda que en calquera caso o único responsable #ante a Propiedade seguirá sendo o Contratista.

Man de obra: entenderase todo o traballo e esforzo manual aplicado tanto directa como indirectamente a través de calquera persoa, máquina, ferramenta ou parte ou peza do equipo, e todo o esforzo persoal implícito na administración, supervisión, etc.

Material: todos os elementos e/ou compoñentes que vaian ser empregados, colocados ou engadidos na obra para a execución dalgunha das unidades previstas.

Representante do Contratista (Xefe de Obra ou Encargado): será a persoa designada polo Contratista e aceptada pola Propiedade e Director de Obra, para representalo na execución das obras. Poderá esixírselle unha titulación, formación técnica ou experiencia profesional adecuada para a súa aceptación.

Contrato: documento escrito, asinado pola Propiedade e o Contratista, que incluíra o Proxecto e os seus posibles modificados, anexos, etc., e que coa oferta definitiva reflectirá as condicións técnicas de execución, medición e abono das obras, avais ou garantías, responsabilidades, medios e cuantos aspectos conveñan as partes.

2.2 Director de obra

O/os Director/es da Obra, en diante Director, será o técnico/s facultativo/s, individual ou equipo, designado pola propiedade.

Para o desempeño da súa función poderá contar con colaboradores que formarán, xunto o propio Director, a Dirección de Obra, en diante Dirección.

Sen prexuízo das competencias da Dirección, as competencias sobre inspección das obras corresponderán á Propiedade dentro das súas atribucións.

Con todo, calquera decisión de carácter técnico adoptada e ordenada pola Propiedade sen coñecemento e aprobación da Dirección eximirá a esta de calquera responsabilidade a que puidese haber lugar.

As facultades xerais da Dirección son as especificadas no seu caso no contrato, podendo resumirse, de forma xeral nas seguintes: control da execución da obra; resolución e interpretación de todas as cuestións técnicas do Proxecto, condicións de materiais e de execución, acabados e grao de definición das unidades de obra; inspección e aceptación ou rexeitamento de materiais e unidades de obra; control de instalacións e unidades provisionais; definición de unidades ou elementos non previstos (nas condicións fixadas nas disposicións sobre contratación); acreditación e certificación ao Contratista das obras realizadas coa periodicidade establecida; modificación do Proxecto nos casos que proceda segundo o previsto no contrato de obras e, finalmente, participación na recepción da obra e redacción da liquidación conforme ás normas establecidas.

O Contratista proporcionará á Dirección toda clase de facilidades para o normal cumprimento das súas funcións e entre elas, sen carácter limitativo, os replanteos, recoñecementos e probas dos materiais e unidades de obra, vixilancia da propia obra e todos os seus traballos, etc.

O Director de Obra e os seus colaboradores terán acceso libre, en todo momento e baixo calquera circunstancia a todas as partes da obra, mesmo a fábricas ou talleres, do Contratista ou exteriores ao mesmo, onde se produzan os materiais ou se realicen traballos de calquera tipo con destino ás obras.

2.3 Obrigas do director de obra

Corresponderán ao Director de obra as seguintes obrigacións:

- Asistir ás obras cantas veces o requiran a súa natureza e complexidade, coa finalidade de resolver as posibles continxencias e impartir as pertinentes instrucións complementarias para a súa correcta execución.
- Comprobar a correcta execución das obras.

- Coordinar a intervención doutros técnicos que sexan necesarios para a dirección de obra cunha función propia en aspectos parciais da súa especialidade.
- Elaborar as certificacións, liquidación final, e asesorar á Propiedade no acto de recepción das obras.
- Preparar a documentación final da obra e expedir e subscribir o seu certificado final.
- Antes do inicio das obras procederá ao reformulo xeral das mesmas, conxuntamente co Contratista.
- Poderá, con causa xustificada, recusar ao Contratista se considera esta resolución útil e necesaria para a debida marcha da obra.

2.4 Obrigas do contratista

Serán obrigacións do Contratista:

De modo xenérico, serán de conta do Contratista todos os gastos de contratación do persoal, así como as obrigacións sociais e laborais de todos os equipos, técnicos e man de obra necesarios para a correcta execución do Proxecto.

O Contratista será responsable ademais do cumprimento das mesmas obrigacións por parte de calquera posible subcontratista. A este respecto, o Contratista vén obrigado ao cumprimento estrito de todas as disposicións vixentes en materia laboral, seguridade social e seguridade e hixiene no traballo.

Tanto o Director como a Propiedade poderán esixir do Contratista en todo momento a presentación da relación de persoal adscrito á obra así como da xustificación documental do cumprimento das obrigacións citadas. A non existencia de tal documentación ou comprobacións non exime ao Contratista da súa necesidade de cumprimento.

Así mesmo, serán da súa conta os gastos orixinados pola redacción de documentos, elaboración de planos de detalle de montaxe e finais de obra que supoñan modificación dos de Proxecto, e traballos similares.

Outros gastos de conta do contratista serán os de reformulo xeral e parciais das obras; comprobación dimensional e de estado de elementos; construcións auxiliares; alugueiro ou adquisición de terreos ou locais para depósitos de maquinaria e materiais; oficina de obra e locais para vestiarios; protección da propia obra contra todo deterioración (mesmo roubo ou incendio); equipos e elementos de seguridade adecuados e necesarios para a execución da obra; limpeza e evacuación de desperdicios durante e ao final da obra; construción e conservación de elementos auxiliares; desvíos de tráfico e sinalización viaria e de seguridade; abono de acometidas e consumos eléctricos, de auga e calquera outro servizo urbano; abono dos gastos de control de calidade de materiais e unidades de obra ata o límite do 1 % do Orzamento de licitación coa interpretación que se indica no presente Prego e corrección de defectos de materiais e execución no seu caso.

Todos os gastos derivados de responsabilidades e indemnizacións que puidesen proceder polas obrigacións citadas ou o incumprimento das mesmas, ordes non executadas ou realizadas incorrectamente, incumprimento de medidas de seguridade, etc., serán por conta do Contratista, considerándose incluídos nos prezos do contrato.

Será obrigación do Contratista velar pola protección do medio ambiente evitando a contaminación do aire, das augas ou de bens públicos ou privados como consecuencia da execución das obras. Nin a Propiedade nin a Dirección de Obra responderá en ningún caso das indemnizacións que poidan proceder como consecuencia de verteduras, emisións e contaminación de calquera tipo con orixe na obra ou as súas instalacións auxiliares.

Previamente ao comezo das obras, e segundo o disposto no Art. 7 do Real Decreto 1627/1.997, do 24 de outubro, polo que se establecen disposicións mínimas de seguridade e

saúde nas obras de construción, o contratista presentará para aprobación un plan de seguridade e saúde no traballo no que se analicen, estuden, desenvolvan e complementen as previsións contidas no estudo de seguridade en función do seu propio sistema de execución das obras. Non se poderá dar inicio efectivo ás obras en tanto non se aprobe o Plan de seguridade, coas modificacións a que houber lugar no seu caso.

Outras obrigacións do contratista serán:

- Facilitar ao Enxeñeiro Director os materiais precisos para o cumprimento do seu labor.
- Preparar as certificacións parciais e a proposta de liquidación final.
- Subscribir coa Propiedade as actas de recepción provisional e definitiva.
- Concertar os seguros de accidentes e contra danos a terceiros durante a obra.

En caso de resolución do contrato, por calquera causa que a motive, serán de conta do Contratista os gastos orixinados pola liquidación, así como os de retirada dos materiais, medios auxiliares empregados, etc.

2.5 Responsabilidade do contratista

O Contratista é o único responsable da correcta execución técnica das obras, non tendo dereito a indemnización algunha polo maior prezo a que puidesen resultar, nin polas falsas operacións que cometa durante a construción das mesmas, nin polas modificacións que a Dirección Facultativa teña a ben marcar, sendo ditas operacións da súa conta e risco, independentemente das inspeccións exercidas pola Dirección Técnica.

Toda obra executada de mala fe por parte do Contratista, sexa polo seu desexo inmoderado de lucro ou por contravir as ordes do Enxeñeiro Director, ou por non dar conta ao mesmo de solucións construtivas que poden atender contra a estabilidade do edificio por errada manobra ou execución dos seus empregados e oficios, por non axustarse ás normas da boa construción, será motivo de responsabilidade legal por parte do Construtor.

O Contratista non poderá escusarse de non cumprir os prazos de obras estipulados, alegando como causa a carencia de planos ou ordes da Dirección de Obra, a excepción do caso de solicitándoos por escrito non se lle proporcionaron.

2.6 Subcontratista

O adxudicatario ou Contratista xeral poderá dar arreo ou subcontrato calquera parte da obra, pero coa previa autorización da Dirección da obra.

A obra que o Contratista pode dar arreo non poderá exceder do vinte e cinco por cento (25%) do valor total de cada contrato, salvo autorización expresa da Dirección da obra.

A Dirección da obra está facultada para decidir a exclusión dunha subcontrata por non reunir as necesarias condicións. Comunicada esta decisión ao Contratista, este deberá tomar as medidas precisas e inmediatas para a rescisión deste subcontrato.

Na devandita situación o Contratista deberá tomar as medidas oportunas para a inmediata rescisión do subcontrato, sen que iso orixine dereitos no seu favor e fronte á Propiedade de ningún tipo; en particular económico por pretendido prexuízo derivado da devandita rescisión ou de variación de prazo contractual.

O Contratista será sempre responsable ante a Propiedade de todas as actividades da subcontrata e das obrigacións derivadas do cumprimento das condicións expresadas neste Prego.

2.7 Man de obra

O persoal que como encargado, capataz, oficial, axudante ou peón, teña o Contratista realizando unidades de obra, deberá ser cualificado e responsable, do mesmo xeito que todo o persoal dependente dos subcontratistas, que en todo momento acatarán as ordes ditadas pola dirección de obra.

O Contratista deberá ter sempre na obra o número de operarios proporcionado á extensión e clase de traballos que estea a executar.

Os operarios serán de aptitude recoñecida e experimentados nos seus respectivos oficios, e constantemente ha de haber na obra unha persoa responsable e encargada do conxunto.

Non se permitirá traballar a ningún obreiro que non se atope debidamente capacitado ou en quen se note falta de costume de andar polas estadas, e se por omisión ou inobservancia das precaucións ocorrese unha desgraza, serán da súa conta e risco do Contratista as responsabilidades a que houbese lugar.

A totalidade do persoal empregado polo Contratista e subcontratistas na execución das obras deberá estar debidamente afiliado ao Réxime Xeral da Seguridade Social, estando obrigado a manter na oficina de obra os xustificantes correspondentes, TC1 e TC2, que xustifiquen tal situación.

O incumprimento desta obrigaón ou, en xeral, a falta de cualificación suficiente por parte do persoal segundo a natureza dos traballos, facultará ao Enxeñeiro para ordenar a paralización dos traballos, sen dereito a reclamación algunha, ata que se emende a deficiencia.

O Enxeñeiro, nos supostos de desobediencia ás súas instrucións, manifesta incompetencia ou negligencia grave que comprometan ou perturben a marcha dos traballos, poderá requirir ao Contratista para que á parte da obra aos dependentes ou operarios causantes da perturbación.

O Contratista poderá subcontratar unidades de obra a outros contratistas e industriais, con suxeición no seu caso ao estipulado no Prego de Condicións Particulares e sen prexuízo das súas obrigaóns como Contratista xeral da obra.

2.8 Ordes ao contratista

As ordes ao Contratista daranse por escrito no correspondente Libro de ordes, por duplicado, debendo anotarse xunto co texto da orde o número de folla, data da orde e o "decatado" do Contratista, coa súa firma ou do representante na obra e a do propio Director, quedando unha copia en poder do Contratista e o orixinal no citado Libro ao dispor do Director. Entenderase para estes efectos como representante do Contratista a persoa de maior categoría existente na obra no momento de dar a orde.

Con todo, cando existan razóns para dar ordes verbais obrigarán igualmente aínda que deben transcribirse o máis axiña posible no Libro.

O Contratista virá obrigado ao cumprimento estrito das ordes. Con todo, se considera que algunha orde excede as súas obrigaóns contractuais poderá presentar a oportuna reclamación ante a Propiedade dentro do prazo dunha semana aínda que dita reclamación non o exime da execución da orde a menos que o Director autorice, por escrito, a suspensión da mesma.

Sen prexuízo do anterior, o Contratista executará as obras aténdose estritamente aos planos, perfís, debuxos, detalles e ordes que lle sexan fornecidos.

As ordes escritas da Dirección obrigarán ao Contratista aínda que modifiquen ou anulen outras anteriores ou detalles de planos anteriormente autorizados.

2.9 Documentación técnica

O Proxecto é a base técnica de execución do contrato de obras. Os seus documentos obrigan ao Contratista salvo orde en contra pola Dirección.

A documentación gráfica clasifícase en planos de contrato (planos de Proxecto que definen a obra para executar ao nivel de detalle posible no momento da licitación), planos complementarios realizados durante a execución da obra para definir, aclarar ou completar detalles construtivos ou adaptalos ás condicións reais da obra, e esbozo e debuxos con misión aclaratoria e informativa para mellor comprensión da obra.

Todos os planos complementarios deberán ser asinados polo Director de Obra. Sen este requisito non serán válidos para a execución.

O Contratista revisará todos os planos que se lle faciliten comprobando as cotas e informando o Director de posibles erros, contradicións, ou inadecuacións á realidade con tempo suficiente para que se poidan realizar as aclaracións pertinentes.

Toda posible dúbida na interpretación dos planos será comunicada polo Contratista ao Director con moita brevidade tras o cal o Director, nun prazo non superior a sete días, salvo causas xustificadas, aclarará os detalles co grao necesario para a completa definición da execución.

O Contratista será responsable do control dos planos, que non deberá entregar a terceiros salvo para actuacións directamente relacionadas coa obra.

Pola súa banda, o Contratista virá obrigado a entregar planos finais de obra, e modificacións aprobadas sen documentación gráfica, detalles de execución de unidades e seccións, e canta información gráfica sirva para detallar adecuadamente as condicións reais de execución.

Así mesmo, será obriga do Contratista a entrega ao Director e Propiedade de canta documentación faciliten os subministradores de materiais, equipos e instalacións para a obra como catálogos actualizados, recomendacións de montaxe e execución, planos ou esquemas de detalles construtivos, etc.

En caso de contradición, indefinición, etc., entre documentos do Proxecto, establécese a seguinte orde de prelación entre os mesmos, salvo interpretación xustificada do Director á vista das condicións en obra:

- O mencionado no Prego de Prescricións Técnicas Particulares (PPTP en diante) e omitido nos planos ou viceversa haberá de ser executado coma se figurase en ambos os documentos sempre que, a xuízo do Director, quede suficientemente definida a unidade de obra correspondente e esta teña prezo no contrato.
- Os Planos prevalecen sobre os demais documentos en canto ás dimensións e cotas de elementos.
- O Prego de Condicións prevalece para o caso de descrición sobre a realización das unidades de obra.
- O Orzamento prevalecerá en canto á definición das propias unidades de obra sendo os Cadros de Prezos vinculantes nos termos establecidos no contrato.

En todo caso, as contradicións, omisións ou erros advertidos na documentación polo Director ou Contratista, antes do inicio da obra, deberán quedar reflectidos na Acta de Comprobación do Reformulo.

A omisión nos planos e no PPTP ou a descrición errónea de detalles construtivos de elementos indispensables para o bo aspecto e funcionamento da obra, de acordo cos criterios expostos en tales documentos e que, por uso ou costume deban ser realizados, non eximen ao Contratista de executar tales detalles de obra omitidos e/ou erroneamente descritos, senón

que deberán realizarse coma se fosen completa e correctamente especificados nos planos e no PPTP.

2.10 Prórrogas por motivos de forza maior

Se por causa de forza maior ou independentemente da vontade do Contratista e sempre que esta causa sexa distinta das que se especifican nas Condicións Xerais de índole legal como causas de rescisión, aquel non puidese comezar as obras ou tivese que suspendelas, ou non lle fose posible rematalas nos prazos fixados, outorgaráselle unha prórroga proporcionada para o cumprimento de Contrátaa, previo informe favorable do Enxeñeiro Director. Para iso expoñerá, en escrito dirixido ao Enxeñeiro, a causa que lle impide a execución e o atraso que por iso se orixinaría nos prazos acordados, razoando debidamente a prórroga que solicita, que en ningún caso supoñerá incremento económico por cuestións de maior prazo.

2.11 Ampliación do proxecto

Cando sexa preciso por motivo imprevisto ou por calquera accidente, ampliar o Proxecto, non se interromperán os traballos, continuándose segundo as instrucións dadas polo Enxeñeiro en tanto se formula e tramítase o Proxecto Reformado.

O Contratista está obrigado a realizar co seu persoal e os seus materiais todo canto a Dirección das obras dispoña para apeos, apontoamentos, derribas ou calquera outra obra de carácter urxente, anticipando de momento este servizo, cuxo importe lle será consignado nun orzamento adicional ou abonado directamente, de acordo co que se conveña.

2.12 Reformas no proxecto

Se durante o curso das obras o Enxeñeiro Director estimase conveniente introducir modificacións no Proxecto, o Contratista estará obrigado a realizalas, a condición de que a cantidade das obras novamente proxectadas non aumentasen nin diminuísen na proporción de $\pm 20\%$ as de igual índole consignadas no Orzamento de Contrata, abonándoselle a parte que resulte conforme os prezos do Proxecto.

Se antes de comezar as obras, ou durante a súa construción a Propiedade, de acordo co Enxeñeiro Director, resolvese executar por si parte das obras que comprende contrátaa, ou acordase introducir no Proxecto modificacións que impoñan aumento ou redución, e aínda supresión das cantidades de obra marcadas no orzamento, ou substitución dunha clase de fábrica por outra, serán obrigatorias para o Contratista estas disposicións, sen que teña dereito en caso de supresión de obra a reclamar ningunha indemnización co pretexto de pretendidos beneficios que puidese obter na parte reducida ou suprimida. Aínda cando as reformas fixesen variar os trazados, se se lle participan ao Contratista coa debida anticipación, non poderá esixir indemnización algunha baixo ningún concepto.

Terá dereito, en caso de modificación, a que se lle prorrogue prudencialmente, e a xuízo do Enxeñeiro Director da obra, o prazo para a terminación das obras.

Se para levar a efecto as modificacións a que se refire o presente artigo, xulgase necesario o Enxeñeiro Director suspender o todo ou parte das obras contratadas, comunicarase por escrito a orde correspondente ao Contratista, procedéndose á medición da obra executada na parte a que alcance a suspensión, e estendendo acta do resultado.

Cando, debidamente autorizadas se introduzan modificacións ou melloras na obra, farase constar por escrito antes de comezar os traballos, o importe daqueles ou o valor estipulado

para as mesmas se non tiveren prezo no orzamento, cuxo valor, nun e outro caso, abonarase na liquidación correspondente ao prazo en que o traballo se haxa executado.

2.13 Desenrolo e control das obras

O Contratista está obrigado a inspeccionar e estudar o emprazamento das obras e os seus arredores, accesos, natureza e resistencia do terreo e condicións hidrográficas, natureza dos traballos para realizar, materiais e medios necesarios considerando a realidade física existente e na que se vai a apoiar a nova obra e, en xeral, toda a información precisa para a execución do proxecto en prazo e custo. A Propiedade e a Dirección de Obra non admitirán reclamacións de ningún tipo por datos ou antecedentes considerados no Proxecto que aínda sendo incorrectos puidesen ser comprobados facilmente antes da execución da obra mediante unha análise exhaustiva do emprazamento.

Todos os traballos de reformulo serán á conta do Contratista, para o que este fornecerá os materiais, equipos e técnicos de topografía, man de obra necesaria, e medios para materializar os vértices e bases que sexan necesarios. En particular, deberá ser especialmente preciso na comprobación dos elementos de apoio que precisen dunha perfecta determinación en planta e cota.

Será responsabilidade do Contratista, durante toda a execución da obra, a conservación de todos os puntos topográficos materializados no terreo debendo repoñer á súa costa todos os que por necesidade, accidente ou erro fosen eliminados, deteriorados ou desprazados, o que deberá comunicar por escrito ao Director.

Ningún traballo poderá ser iniciado sen que previamente por parte do Director se comprobe e aprobe o correspondente reformulo. Esta aprobación non exime ao Contratista da súa responsabilidade na execución das obras, de modo que en caso de prexuízos ocasionados por erros de reformulo realizados polo Contratista serán emendados a cargo deste na forma que se indique polo Director.

Todos os accesos necesarios para a realización das obras, tanto provisionais como permanentes, inexistentes ao seu inicio, serán por conta do Contratista. Cando non sexan precisos con posterioridade á finalización haberán de repoñerse ao seu estado inicial sen compensación algunha.

Durante a execución das obras o Contratista deberá realizar, manter, desmontar e retirar finalmente todas as instalacións e medios auxiliares necesarios para a obra. Os custos orixinados considéranse incluídos nos prezos unitarios do Proxecto.

Será preceptivo, segundo se indica no Proxecto, a presentación polo Contratista para aprobación pola Propiedade e dentro da quincena seguinte ao comezo das obras, dun plan de obra que unha vez aprobado, coas modificacións que estime necesarias a Propiedade, terá os efectos vinculantes previstos na lexislación vixente e os que se establezan no contrato.

No devandito plan de obra reflectirase a maquinaria cuxo emprego estea previsto nos traballos, así como os prazos ou fitos parciais de unidades de obra que condicionen o prazo final. Non se aceptará variación de prazo nin reclamación de ningún tipo polo feito de que algunha maquinaria da prevista non estea dispoñible para o Contratista no momento necesario do seu emprego.

Durante a execución, o Contratista amareará os materiais necesarios coa antelación suficiente para non orixinar demoras que poidan facer ampliar o prazo ou variar negativamente a calidade de execución. As provisións non orixinarán dereitos económicos en favor do Contratista polo feito da súa disposición en obra, sen prexuízo do que decida sobre o particular o Director de Obra e segundo o previsto no contrato de obras sobre abonos a boa conta por tales provisións.

Os materiais para empregar deberán cumprir todas e cada unha das características previstas e fixadas no presente PPTP ou nos pregos xerais referenciados no mesmo. En caso de indefinición dalgún material estarase ao disposto polo Director de Obra sobre o particular. Con todo, a aceptación previa dun material en provisión non supón a ampliación da devandita aceptación ao mesmo na obra, senón que se estará o que resulte dos controis e ensaios a realizar.

O Contratista queda obrigado a facilitar ao Director cantos datos lle sexan requiridos sobre procedencia dos materiais, mostras (en número necesario para os fins que se precise), datas de adquisición, condicións de homologación, etc.

Os materiais non aceptados en provisións serán retirados o máis axiña posible para evitar molestias na obra ou posibles confusións con outros válidos. Así mesmo, os materiais amoreados que resulten excesivos unha vez empregados serán retirados de forma inmediata polo Contratista á súa costa.

O control de calidade de materiais, compoñentes e unidades de obra será fixado exclusivamente polo Director á vista das circunstancias da obra e considerando as normas de aplicación a cada material ou unidade.

Os ensaios de control serán realizados en todos os casos por un laboratorio homologado en cada material ou unidade, elixido polo Director de Obra, e os seus resultados comunicados directamente polo laboratorio ao Director, sen prexuízo de que unha copia dos mesmos lle sexa remitida simultaneamente ao Contratista.

Os gastos de control correrán por conta do Contratista ata o límite do un por cento (1%) do orzamento total do Proxecto. No caso de que todos os ensaios dean como resultado a idoneidade dos materiais ou unidades de obra ensaiados, calquera ensaio suplementario correrá por conta da Propiedade. Con todo, todos os ensaios cuxos resultados mostren materiais ou unidades defectuosos, en calquera grao, (medido por resultados de calquera característica ou parámetro de control con resultado inferior aos valores establecidos en Proxecto) non serán computados para o citado 1% do orzamento e o seu custo será asumido directamente polo Contratista.

O citado 1% do orzamento de licitación para gastos de control de calidade, xa está incluído nos respectivos prezos unitarios.

O laboratorio de control realizará o seu traballo a partir das comunicacións, ben do Director de Obra, ben do propio Contratista sobre os días e unidades a executar (en particular formigonado de pavimentos e obras de fábrica), debendo remitir ao Director de Obra os resultados obtidos no menor prazo posible, con todas as aclaracións e comentarios que estime procedentes.

Durante a execución das obras o Contratista vén obrigado ao cumprimento das medidas de seguridade necesarias. Aínda que polo volume de obra non é preciso un estudo de seguridade, polo perigo específico na execución dalgunhas unidades o Director, a propiedade e/ou a Administración competente poderán esixir o cumprimento de medidas de protección especiais, que correrán por conta do Contratista.

A Propiedade resérvase o dereito de facer uso de determinadas obras ou parte delas aínda que non estean totalmente terminadas, sempre que con iso non se impida a súa finalización.

En tal caso, a Dirección concretará as condicións de entrega provisional, de funcionamento e a ulterior terminación das obras ou partes que sexan obxecto de uso anticipado, xa sexa por necesidades de posta en servizo parcial ou para efectuar nelas traballos que non formen parte do contrato de obras.

2.14 Certificación e abono das obras

As obras serán medidas e valoradas mensualmente, a partir dos planos de construción da obra, salvo que no expediente de licitación ou contrato se establecese un prazo distinto. As citadas valoracións, a orixe, realizadas polo Director con presenza do Contratista se este o estima necesario ou conveniente, servirán de base para a redacción de certificacións mensuais.

Sobre os criterios de medición e abono, para cada unidade de obra, estarase ao previsto nas correspondentes definicións do orzamento e presente prego. No caso de que sexa necesario realizar conversión de unidades (p. ex. de peso a superficie ou volume ou viceversa) estarase ao que fixe sobre o particular o Director de Obra.

Sobre os criterios de medición e abono, para cada unidade de obra, estarase ao previsto nas correspondentes definicións do orzamento e presente Prego. No caso de que sexa necesario realizar conversión de unidades (p. ex. de peso a superficie ou volume ou viceversa) estarase ao que fixe sobre o particular o Director de Obra.

O Contratista deberá fornecer, á súa costa, todos os medios, instrumentos e equipos necesarios para a medición periódica das obras.

Todos os abonos que se efectúen pola Propiedade en pago das certificacións serán a boa conta e a aprobación e abono das certificacións non supón aprobación nin recepción das obras que comprenden. A este respecto, nas certificacións mensuais só poderán incluírse unidades de obra das que non existan razóns para presumir a súa inadecuación ou rexeitamento final.

Nas certificacións realizaranse as deducións que procedan ao Contratista nos termos previstos no contrato ou acordados durante a execución (p. ex. honorarios por Dirección de Obra; medios ou materiais dispostos por achega da Propiedade, etc.).

As obras executadas en menor medición que o previsto en proxecto abonaranse pola súa medición real aos prezos correspondentes.

2.15 Obras en exceso, incompletas ou defectuosas

As obras en exceso sobre o Proxecto non necesarias e as que o Contratista realizase para a súa comodidade ou mellor execución doutras unidades ou que teñan carácter de auxiliares para a execución serán de conta do propio Contratista se se considera polo Director de Obra que, á vista das circunstancias pode ser asumible a súa non demolición.

Con todo, se tales obras en exceso poden prexudicar algunha característica da obra final (seguridade, funcionalidade, estética, etc.) haberán de ser derruídas na súa totalidade polo Contratista á súa costa.

Só se abonarán, mediante liquidación, as unidades de obra realmente executadas, non incluídas en medición do Proxecto, que sexan realmente necesarias para completar as obras, nos termos de incremento admisible recollidos no Proxecto e lexislación de contratos.

Para o abono de calquera unidade incompleta ou defectuosa, pero aceptable a xuízo do Director, este determinará o prezo ou partida de abono en función do previsto no presente Prego, no seu caso, e despois de oír ao Contratista. Este deberá aceptar a resolución do Director salvo que prefira, estando dentro do prazo de execución, terminar a obra conforme as condicións do Proxecto, sen exceder do devandito prazo e aínda que isto supoña demolición e nova reconstrución de unidades de obra ou elementos á súa conta.

Todas as obras defectuosas e inaceptables a xuízo do Director serán demolidas e refeitas polo Contratista, á súa conta e o máis axiña posible, sen que isto supoña para a Propiedade aumento algún de custo nin do prazo de obra.

2.16 Recepción das obras

Para a recepción das obras, tras a súa finalización, procederase a unha inspección final para verificar o grao de acabado, que haberá de ser adecuado ás calidades previstas. Dita inspección complementarase coa verificación da adecuación dos resultados de ensaios, análises e verificacións de calquera unidade de obra, equipo ou instalación ás previsións do proxecto e condicións normativas de cumprimento.

Se na recepción se aprecian problemas, fallos ou deterioracións nas obras, instalacións ou equipos fixarase un prazo non superior a dúas semanas para a súa reparación ou corrección, así como as ordes ao Contratista para realizar as devanditas operacións.

Transcorrido devandito prazo será potestativo da Propiedade a concesión dun novo prazo improrrogable ou ben a resolución do contrato.

2.17 Prazo de garantía das obras

O prazo de garantía será o establecido no correspondente contrato de obras (proponse que non sexa inferior a un ano) ou o que obrigue a lexislación ou normas específicas, sendo neste prazo responsabilidade do contratista a execución, pola súa conta, de todas as operacións de reparación, mantemento e conservación que sexan necesarias para manter as instalacións dentro das especificacións particulares prescritas para cada unha delas.

Con todo, se algún fabricante ou subministrador de produtos, equipos, materiais ou instalacións empregados na obra ampliase de forma xeral e/ou particular para calquera elemento ou unidade as súas garantías con respecto ao prazo establecido, o Contratista virá obrigado a manter a devandita garantía polo maior prazo ofertado, nas condicións que se fixen na mesma.

2.18 Conservación das obras

Durante a execución, o Contratista estará obrigado a conservar as obras. Unha vez finalizadas as obras e ata a recepción das mesmas, o Contratista está obrigado á súa conservación pola súa conta.

Durante o prazo de garantía establecido, será responsable da conservación nos termos previstos no contrato e, unha vez esgotado o prazo de garantía, durante un mínimo de quince anos por posibles vicios ocultos.

2.19 Gastos a cargo do contratista

Ademais dos gastos recollidos nos puntos 2.4 e 2.5 deste Prego, correrán por conta do Contratista todos os permisos e licenzas necesarios para a execución das obras, sobre os que non teña competencia a Propiedade: en particular taxas e impostos municipais por licenza de obra e taxas por necesidades de transporte, tramitación de todos os documentos e permisos necesarios para a posta en servizo das obras (por exemplo ante calquera Administración, compañías subministradoras de enerxía eléctrica, auga, etc.).

2.20 Suspensión das obras

Cando a Propiedade desexe suspender a execución das obras, terá que avisar ao Contratista cun mes de anticipación, e o Contratista terá que suspender os traballos sen dereito a indemnización, sempre que lle abone o importe da obra executada e o valor dos materiais acumulados ao pé da obra ao prezo corrente na localidade. Igual farase nos casos de rescisión xustificada.

Se a suspensión das obras fose motivada polo Contratista, o Propietario resérvase o dereito á rescisión do contrato, abonando ao Contratista tan só a obra executada, con perda da garantía como indemnización de prexuízos causados á entidade propietaria, quedando sempre o Contratista obrigado a responder dos prexuízos superiores a esta cantidade.

En caso de morte ou de quebra do Contratista, quedará rescindida a contrata, a non ser que os herdeiros ou os síndicos da quebra ofrezan levala a cabo baixo as condicións estipuladas na mesma. O Propietario pode admitir ou refugar o ofrecemento, sen que neste último caso teñan aqueles dereito a indemnización algunha.

2.21 Resolución do contrato

Se por incumprimento do prazo ou por calquera outra causa imputable ao Contratista a Propiedade resolvese o contrato farase o recoñecemento, medición e valoración xeral das obras, non tendo neste caso o Contratista máis dereito que o de que se inclúan na valoración as unidades de obra totalmente terminadas con arranxo ao Proxecto, aos prezos do mesmo ou aos contraditorios aprobados no seu caso.

O Director das obras poderá optar porque se inclúan tamén os materiais amoreados que lle resulten convenientes para unha posterior continuación da obra, aos prezos que se establezan de mutuo acordo entre as partes.

Se o saldo da liquidación efectuada resultase negativo responderá en primeiro lugar a fianza e a continuación a maquinaria e os medios auxiliares que sexan propiedade do Contratista quen en todo caso se compromete a saldar a diferenza, se existise.

3 CONDICIÓN XERAIS DO SUBMINISTRO DO EQUIPO

3.1 Obxecto

Definición das especificacións técnicas xerais aplicables ao equipo que subministra o provedor aos procesos de descarbonización, desgasificación e redución do aceiro na planta de metalurxia secundaria a fin de asegurar,

- O cumprimento da normativa vixente no referido a Calidade, Medio Ambiente e Seguridade.
- A conformidade do sistema con respecto ás prácticas e sistema de traballo.
- A eficiencia e eficacia do e equipo.

3.2 Alcance

Todas as actividades e materias primas relacionadas co montaxe, instalación e posta en marcha do equipo.

3.3 Datos de situación

A temperatura ambiente dentro do local industrial destina á culler de tratamento e ao local de bombas, local industrial, será variable entre 0 °C e 45 °C, con zonas quentes nos momentos de proximidade de culler que pode chegar a 1000 °C.

A humidade relativa.

3.4 Condicións de traballo

O equipo será empregado en 3 quendas de 8 horas diarias durante os 221 días laborables.

3.5 Normas e documentos aplicables

Todas as unidades empregadas serán as do sistema en vigor en España (UNE). O equipo subministrarse suxeito ás normas CE e ATEX.

3.6 Condicións de estudos, cálculos e construción

3.6.1 Elementos de fabricación estándar

Os elementos serán fornecidos segundo as características de construción habituais do proveedor. Con todo, a subministración do proveedor deberá obrigatoriamente estar conforme coas condicións particulares do punto 3.6.4.

3.6.2 Elementos de Fabricación Específica

Para aqueles elementos fabricados especialmente para este equipo, os planos de conxunto e subconxunto serán remitidos á metalurxia secundaria do proxecto para o seu exame antes de ser fabricados.

Salvo especificacións contrarias débese marcar de maneira explícita en cada caso as calidades e clases de material, os métodos de control e os procedementos de execución dos elementos. Todo o cal debe estar conforme coas normas CE, ATEX e coas condicións dos puntos 3.6.3 e 3.6.4.

3.6.3 Control da Construción en Curso de Fabricación

O proveedor manterá ao dispor da metalurxia secundaria toda a información necesaria para o control da súa subministración.

3.6.4 Condicións de Execución

A subministración será concibida e realizada dentro das normas correspondentes descritas no caderno de especificacións técnicas particulares. Con todo, esta descrición non está limitada, o proveedor comprométese a executar todos os traballos necesarios para a perfección da súa subministración.

Este deberá ser robusto e responder sen defectos ás condicións requiridas.

3.6.4.1 Equipos eléctricos

Deberán axustarse ás Normas CIE, Normas internacionais e, en concreto, aos Regulamentos e Normas indicadas nas Especificacións Técnicas.

- Os aparellos utilizados deberán levar bornes “non cizallantes”.
- O material utilizado debe ser “non propagador de chama”.
- Fusibles de cortocircuíto:
 - Parte móbil e cartucho non perdibles,
 - Protexidos contra os contactos da man.

Cando un seccionador ten mando exterior, este debe ser pechado unicamente en posición fóra de servizo.

A panca non debe ser desmontable desde o exterior da cuberta.

A posición alta da panca debe corresponder ao estado de “en marcha”.

As dúas posicións da panca deben ser sinalizadas.

- Interruptores ou combinados de interruptores:
 - Con toma dianteira.
 - Non desarmables.
 - A panca do mando non deberá ser posta en posición “fóra de servizo” só se todos os polos están efectivamente abertos. Esta manobra coa panca debe provocar unha acción positiva de arranque dos contactos.
 - Os contactos deben ser visibles.
 - O peche e a interrupción deben ser bruscos, independentemente da velocidade da manobra da panca.
- Disyuntores:
 - No caso xeral serán con toma dianteira e non desarmable.
 - A elección farase en función do poder de interrupción e do número de manobras mecánicas posibles.
- Conmutadores e desconmutadores terán cableado dianteiro.
- Os contactores investidores deben estar provistos con seguridade electromecánica.
- Conmutadores auxiliares non desarmables e con cableado dianteiro.
- Envoltura para o emparellamento:
 - Os armarios ou caixas deberán estar implantados de maneira que faciliten os accesos. As portas abertas non molestarán a circulación.
 - As envolturas de equipos eléctricos estarán amplamente dimensionadas e protexerán eficazmente os aparellos (calor, area, condensación).
 - Índice de protección \geq IP 65.

Prestarase particular atención á impermeabilidade da parte superior dos armarios ou caixas implantados fóra das cabinas climatizadas.

- As envolturas que encerran material electromecánico convencional, instaladas nas zonas quentes onde a temperatura interior pode alcanzar valores excesivos para

o material (≥ 60), deberán estar sobredimensionadas (ocupación non superior ao 40% do volume dispoñible) para obter maiores superficies de intercambio co exterior.

Estas disposicións son preferibles á solución de armarios ventilados con filtros.

- Todos os cables estarán correctamente suxeitos e guiados (camiño do cable), tanto no interior como no exterior do armario.
- Os armarios estarán colocados sobre bases de 200 mm de altura, que comprendan un armazón e paneis de peche desmontables, fixados por medio de parafusos.
- Os prensaestopas de entrada de cables fixaranse sobre unha placa desmontable fixada con parafusos (con xunta de estanqueidad) na parte baixa dos armarios ou das caixas
- Cando os armarios estean implantados nunha cabina climatizada, prestarase particular atención a que o acceso dos cables a través do piso da cabina sexa completamente estanco.
- Todos os cables e filamentos estarán correctamente numerados nos extremos, mesmo dentro dos armarios.

As resistencias de arranque instaranse fóra dos armarios en caixóns ventilados.

Todas as reloxeiras de axuste e demais aparellos de control e regulación instalaranse en paneis transparentes estancos con pechadura de chave.

Os motores terán un illamento tipo F e unha protección IP65.

Os detectores, electro válvulas, etc. estarán equipados con indicadores visuais de marcha.

As electroválvulas serán do tipo “ armables”.

Todos os pulsadores e paradas de emerxencia serán do tipo estanco.

Os diversos mandos e dispositivos permitirán, ben:

- O arranque manual dos diferentes elementos que constitúen a instalación (para mantemento).
- Ou ben a marcha automática (para a utilización normal).

O provedor deberá entregar o conxunto das informacións eléctricas necesarias para o funcionamento das instalacións.

A distribución do armario eléctrico permitirá instalar elementos complementarios.

A dispoñibilidade esixida é dun 20% da superficie total.

A tensión de mando será de 230 V – 50 Hz, cuxo secundario estará equipado cun punto central conectado a terra.

Os diferentes circuitos estarán protexidos por interruptores automáticos.

A tensión de sinal será de 24 V.

A subministración axustarase á regulamentación vixente en España, con respecto a Tralballo e Seguridade.

As tomas de corrente serán do tipo P17 segundo Normas CEE.

As características técnicas, elección dos aceiros e dimensións das ensamblaxes, determinaráas o provedor baixo a súa única responsabilidade.

Débenase asegurar varias prescricións no momento do estudo dos aparellos:

- Protección contra a area, o po, a calor e os fluídos.
- Protección contra a falta de tensión ou caídas de tensión.

3.6.4.2 Equipos hidráulicos

As subministracións que necesiten un grupo hidráulico, entregaranse co circuíto de distribución completo (rede, seguridade, regulación, intercambiador de temperatura, etc.) os ciclos de aceleración e desaceleración serán realizados por válvulas proporcionais, mandadas electrónicamente.

O equipo hidráulico deberá responder as normas DIN.

Os movementos estarán amortecidos en todo o seu percorrido.

Os vástagos dos cilindros serán duro-cromados con xuntas rascadoras.

Nunha parada de urxencia os equipos deberán pararse na posición en que se atopan. A posta en presión da rede farase de maneira progresiva.

Os circuítos serán instalados de forma que, en caso de desmonte dun ou de varios elementos, non haxa risco de baleirado accidental da rede (válvulas anti-retorno).

A montaxe das tubaxes e os seus soportes realizarase de maneira que se eviten as vibracións e os impactos.

Grupo hidráulico:

- Capacidade do depósito: 5 a 6 veces o caudal instantáneo das bombas.
- As bombas serán instaladas en carga.
- Composto dos seguintes elementos:
 - Unha toma de proba rápida.
 - Unha alarma “engraxa filtro”.
 - Un control de nivel baixo, con visualización e parada do grupo.
 - Un filtro de aspiración 150 ou, 4 ó 5 veces o caudal das bombas.
 - Un filtro rechazante 25 ou, 4 ó 5 veces o caudal das bombas (con alarma de sucidade).

Un dispositivo deberá asegurar a estabilidade da presión.

A temperatura do fluído hidráulico manterase constante por un intercambiador de circulación da auga, cunha regulación termostática.

3.6.4.3 Equipos mecánicos

Os elementos (coxinetes, reductores, motores, etc...) fixados sobre bases e que posúen unións funcionais, deberán colocarse sobre cables (mecanizados), de 10 mm de espesor. Cada cable deberá estar fixado, como mínimo, por dous parafusos ou bulóns e mecanizados nun valor necesario para o axuste (obrigatorio mesmo para bases con portada mecanizada).

Os elementos (coxinetes, reductores, motores, etc...) sometidos a impactos, vibracións ou fixados sobre elementos móbiles, bloquearanse por medio de topes apoiados sobre as bases de fixación.

Estes toques serán fixos ou axustables segundo o caso.

As guías para as partes móbiles (deslizamento ou rodadura) estarán constituídas por elementos independentes desmontables e encastrados sobre as armazóns principais.

Cada elemento que constitúe as armazóns das máquinas estará localizado e marcado ao nivel das unións.

Todos os bulóns e parafusos estarán bloqueados (arandela, contraporca ou porca autoblocante).

Os coxinetes auto-centradores deberán ser montados, na medida posible, coa base traballando a compresión.

Os coxinetes serán de aceiro nos equipos que prestan un servizo intensivo ou que traballan en zona de impactos.

3.6.4.4 Hixiene e seguridade

A subministración deberá axustarse ás normas españolas de hixiene e seguridade, actualmente en vigor.

Serán sinalizados (sonora ou visual) ou protexidos (capotas, malla, etc.) todos aqueles elementos móbiles das máquinas e equipos que se trasladen en zonas accesibles polo persoal e que poidan ocasionar riscos.

Será a cargo do provedor tomar todas as disposicións para suprimir estes riscos.

A instalación terá suficientes e fáciles accesos aos diversos puntos de parada de emerxencia, necesarios para unha normal seguridade.

A alimentación eléctrica xeral efectuarase a través dun seccionador.

O nivel do ruído, propio nos equipos en funcionamento e dos seus subconxuntos, a unha distancia a de 1 m do límite exterior da máquina, non debe sobrepasar os 85 dB para unha frecuencia de 1000 a 4000 Hz.

3.6.4.5 Condicións xerais

Para a execución das instalacións, será a cargo do provedor:

- A materia prima necesaria para a construción do conxunto que constitúe o equipo.
- A fabricación destes conxuntos, de aceiro cos planos e as normas de fabricación.
- A subministración de todos os elementos de cerraxería destinados a ancoraxes da máquina.
- A subministración de materiais tales como aceites, outros lubricantes, etc....necesarios para o funcionamento das instalacións.
- As probas mecánicas, en baleiro e baixo carga, dos diferentes equipos da súa subministración.
- As probas de funcionamento dos circuítos eléctricos e hidráulicos.

Os ventiladores estarán provistos dunha escotilla de inspección de fácil acceso.

Cada conxunto de motor e ventilador será solidario do mesmo soporte, que se montará coa interposición de tacos anti-vibratorios. O nivel de ruído emitido por estes conxuntos será menor a 85 dB.

Os instrumentos de control e de regulación estarán contrastados e irán acompañados dun certificado de aprobación.

O provedor terá ao seu cargo as probas de control de seguridade de todo aquel material da súa subministración que o esixa. Os certificados de conformidade serán entregados coa documentación.

As pezas móbiles estarán protexidas cubertas metálicas desmontables.

As pezas expostas ao desgaste deberán ser recambiáveis.

Todos os elementos do conxunto deben ser accesibles e de fácil mantemento.

Aqueles que traballan con movemento rotativo deberán estar equilibrados, tanto estática como dinamicamente.

Todos os elementos da instalación estarán conectados á toma de terra.

Na medida do posible, a máquina estará equipada dun engraxamento centralizado agrupado sobre paneis, accesibles desde os pasadizos ou pasarelas existentes.

3.7 Características de enerxías e fluídos dispoñibles nas instalacións

A enerxía e fluídos necesarios serán fornecidos a partir das redes de distribución da metalurxia secundaria.

O provedor deberá facilitar na súa oferta a calidade das súas necesidades.

Despois da recepción do pedido o provedor deberá confirmar por escrito as súas necesidades de enerxía e fluídos cualitativas e cuantitativas reais prácticas.

As referencias deberán ser idénticas ás correspondentes utilizadas na descrición e os esquemas.

3.7.1 Electricidade

- Tensión de alimentación: 2 x 380 V – 50 Hz – AC.
- Tensión de mando: 230 V – 50 Hz – AC.
- Tensión de sinal: 24 V - DC.

3.7.2 Auga Industrial

- Presión: 6 kg.
- Temperatura ambiente

3.8 Inscricións e textos figurantes na subministración

Sobre cada máquina, ou sobre cada elemento, se a máquina se compón de varios elementos físicos independentes, o provedor colocará unha placa sobre a cal estará indicada unha referencia que sirva para a súa localización nos correspondentes manuais de traballo, mantemento e seguridade.

3.9 Accesorios

Forman parte da subministración os accesorios necesarios para a obtención e demostración dos resultados solicitados nas especificacións técnicas particulares, así como os útiles especiais que serán utilizados na montaxe, regraxes e mantemento.

3.10 Pezas de recambio e de desgaste

As pezas de recambio e desgaste deben ser previstas para un período de funcionamento da instalación de 1 ano en 3 quendas.

O provedor realizará:

- Unha lista de pezas de recambio, coa estimación da vida útil das mesmas sobre a súa subministración e nas condicións de traballo especificadas anteriormente.
- Unha lista de pezas de desgaste co seu tempo de consumo en funcionamento normal.

Entre as pezas de recambio, o provedor indicará aquelas que pola súa ausencia é necesario unha parada parcial ou total do proceso, principalmente polo seu longo prazo de entrega de aprovisionamento.

3.11 Pintura

O conxunto do material despois dun lixado esmerado será recuberto dunha primeira man de pintura antioxidante de moi boa calidade, seguido dunha capa tipo gliceroftálico de tonalidade uniforme.

As partes mecánicas protexeranse con graxa ou verniz antióxido.

Para os elementos que se entreguen xa pintados incluírase na embalaxe un bote da pintura empregada.

Utilizaranse as seguintes cores de pintura:

- Máquina e material grande: verde RAL 6011.
- Partes móbiles do equipo:
 - Proteccións: amarelo RAL 1018.
 - Accesos: amarelo RAL 1018.
- Material de manutención: amarelo RAL 1018 (cor normalizada).
- Armarios eléctricos e armarios de distribución: gris perla RAL 7032.

3.12 Recepción na fábrica do provedor

O equipo será controlado no taller do provedor antes da embalaxe e expedición. Na medida do posible, o material recibírase a punto para o funcionamento. En caso contrario, este control consistirá nun exame de simple conformidade coas especificacións técnicas, e dará lugar á emisión dun proceso de simple conformidade asinado respectivamente polos representantes do provedor e a Planta de fundición.

As eventuais reservas figurarán sobre este proceso e serán remitidas á metalurxia secundaria.

O provedor terá que avisar por escrito á metalurxia secundaria sobre a data para a inspección, como mínimo 3 semanas antes da data proposta polo provedor.

3.13 Montaxe in situ

O provedor garantirá a montaxe, é dicir, o envío de montadores xefes e man de obra cualificada en función dos traballos para realizar, que efectuarán o remontaxe a posta a punto ata a posta en marcha do sistema, facéndose cargo do transporte no emprazamento.

Os gastos de montaxe incluírán obrigatoriamente:

- As axudas, utensilios, aparellos necesarios.
- Os salarios con cargas sociais, cargas fiscais (nos seus países de orixe) e as diferentes dietas correspondentes aos traballos do provedor.
- As viaxes, gastos de estancia, dietas de desprazamento.
- Os gastos de probas e posta en servizo, etc.

A metalurxia secundaria e o provedor estenderán conxuntamente unha acta de fin de montaxe.

No caso de que, por parte do provedor, haxa un incumprimento que ocasionase graves prexuízos entre o persoal, a metalurxia tomaría medidas para remediar a situación. Os gastos que resultasen deste estado de cousas repercutirán no provedor.

3.14 Reunións de taller

O provedor estará obrigado a asistir a todas as reunións do taller fixadas pola metalurxia secundaria para a nave da culler. Deberá presentar un caderno de seguimento co “planning” do desenvolvemento dos traballos e das súas necesidades.

Ao termo de cada reunión, a metalurxia secundaria establecerá un informe que será enviado ao provedor.

3.15 Posta en marcha - asistencia técnica

A posta en marcha será asegurada polo provedor. Ten por obxecto verificar o bo funcionamento mecánico en baleiro do material subministrado.

O provedor comprométese a enviar o persoal cualificado necesario para a posta en marcha da instalación dentro dos prazos e das obrigacións contractuais de produción do material fornecido.

O provedor indicará na súa oferta a cantidade e a calidade do persoal:

- Que delegará para a posta en marcha da súa subministración.
- Que a metalurxia secundaria deberá poñer á súa disposición como axuda.

3.16 Condicións de recepción provisional

A recepción provisional efectuarase:

- Por petición do provedor dirixida á metalurxia secundaria, quen supervisará respecto diso os procedementos para a organización dun “planning”.
- Despois da posta en marcha e seguido dun período de probas baixo carga, durante o cal o provedor poñerá a punto o seu material e realizará as modificacións apreciadas por el, pole equipo da culler e igualmente seguindo as esixencias e/ou recomendacións dos organismos oficiais de control (as diferentes probas serán realizadas baixo a responsabilidade do provedor).
- Despois de completar totalmente os traballos e verificacións por parte metalurxia secundaria e/ou por un organismo oficial, das características técnicas da construción da instalación.
- Cando se cumpran todas as condicións da instalación, para que as probas citadas efectúense nas mellores condicións.
- Coa instalación baixo carga (réxime de traballo ou condicións de traballo).

- Co persoal adestrado polo provedor sobre as condicións habituais de funcionamento.

A recepción provisional decidirase:

1. Cando o material fornecido haxa cumprido os programas de proba, así como as condicións da súa execución, fixadas nas especificacións técnicas.

No caso de que os fallos sexan constatados pola metalurxia secundaria, a subministración:

- Ben será obxecto dun proceso verbal de recepción provisional con reservas, no caso de que os fallos constatados non impidan o funcionamento do equipo.
 - Ou ben será aprazado ata que o provedor efectuase as reparacións e/ou modificacións necesarias.
2. Despois da entrega da documentación posta ao día.
 3. Todo o máis tardar 4 meses despois o final de montaxe, se o provedor durante este período non puidese efectuar esas probas, por diversas razóns non imputables a el.

3.17 Condicións de recepción definitiva

A recepción definitiva declararase ao final do período de garantía, é dicir 12 meses despois da recepción provisional e sen que durante este tempo a instalación necesitare unha intervención importante por parte do provedor.

Cada recepción será obxecto dun proceso verbal, asinado conxuntamente pola metalurxia secundaria e o provedor.

Se se deu unha intervención importante, as partes contratantes volverán negociar a data de recepción definitiva.

3.18 Garantía

O período de garantía está fixado en 12 meses de traballo, facéndose efectiva despois da recepción provisional, cun límite máximo de 18 meses en caso de atraso non imputable ao provedor.

A garantía cobre o conxunto de gastos de materiais, man de obra e transporte.

A garantía asentará sobre o conxunto da subministración, as pezas de desgaste comprendidas na subministración dentro do límite de vida indicado polo provedor.

O provedor comprometerase a remediar, durante o período de garantía, todo vicio de funcionamento procedente dun defecto na concepción, os materiais ou en fabricación.

As pezas substituídas ou as pezas reparadas, están garantidas dentro dos mesmos termos e condicións que o equipo de orixe, e por un novo período igual a 12 meses efectivos. Esta disposición non se aplica ás outras pezas do equipo cuxo período de garantía está prorrogado soamente a unha duración igual a esta durante a cal o equipo estivo inmovilizado, por causa ou vicio cuberto pola garantía.

Para poder invocar o beneficio deste punto, a metalurxia secundaria avisará sen atraso e por escrito ao provedor dos vicios manifestados, dándolle toda facilidade para constatalo e dar unha solución.

Unha vez avisado o proveedor, este remediará o vicio con toda dilixencia nun prazo máximo de 72 horas e ao seu cargo.

Se o proveedor se negase a executar a súa obrigaón ou non efectuar as dilixencias necesarias está obrigado a entregar os planos de execución das pezas defectuosas á metalurxia secundaria, co fin de que este realice as reparacións necesarias, con cargo e risco do proveedor.

A obrigaón do proveedor non se aplica no caso de que o vicio sexa por causa das materias subministradas pola metalurxia secundaria, ou polas condicións de emprego (utilización, mantemento) non previstas no contrato.

3.19 Propiedade industrial

O proveedor manifesta que el ten debidamente a propiedade industrial dos sistemas, procedementos ou obxectos que el empregará, ou que estes estean libres de todo dereito de aproveitamento dun terceiro.

Garantirá á metalurxia secundaria contra todo recurso que puidese exercerse por terceiros, no caso onde lle sería negado, ben a propiedade industrial dos sistemas, procesos ou obxectos mencionados, ben o dereito de explotación se están cubertos por patentes ou por depósitos de debuxos, modelos ou marcas.

3.20 Documentación

A documentación estará composta por:

3.20.1 Documentación Preliminar a Entregar Obrigatoriamente coa Oferta

- Relación das súas referencias.
- Un documento catálogo con fotografías.
- O plano ou proxecto da instalación con vista en planta.
- A descrición da subministración, punto por punto, coas indicacións seguintes: o peso, potencia eléctrica e prezo.
- Descricións de funcionamento.
- As esixencias en materia de electricidade, fluídos de toda natureza, augas de toda natureza, sumidoiro, tratamento e evacuación de desfeitos.
- Relación do material para consumir nun ano de funcionamento, con cantidades, especificacións e referencias dos produtos.

3.20.2 Documentación en Curso do Desenvolvemento do Contrato.

En datas que serán indicadas no contrato e antes de calquera execución, o proveedor entregará á metalurxia secundaria do proxecto:

- Relación de todos os fluídos necesarios: auga industrial, auga potable, auga de arrefriado reciclado, coas seguintes indicacións:
 - Especificación completa da calidade de cada fluído necesario.
 - Presións e temperaturas requiridas á entrada dos equipos.
 - Réxime de utilización (continuo, xornal).
 - Caudal máximo instantáneo.
 - Caudal medio por hora ou por día.

- Caudal máximo por hora ou por día.
- Relación de toda as emanacións, desfeitos e escapes (líquidos, sólidos, gas, vapores, po, etc...). Para cada emanación ou desfeito será preciso:
 - Réxime (continuo, intermitente, accidental).
 - Caudal: instantáneo, máximo por hora, medio por hora.
 - Temperatura.
 - Composición química, cantidade e calidade.
- Relación de planos:
 - Planos de conxunto e subconxuntos da totalidade do equipo.
 - Planos determinado a posición nas tres dimensións das unións en electricidade e fluídos.

A metalurxia secundaria dará a súa conformidade ou desacordo despois da recepción dos documentos nun prazo de 2 a 4 semanas. Os prazos máis longos de contestación serán especificados en cada período. As posibles modificacións que resulten deste exame non deberán incidir de modo algún nos prazos ou prezos.

O exame e aprobación, por parte da nave da culler do proxecto, dos documentos que anteceden non eximen en absoluto ao provedor da responsabilidade dos resultados da súa subministración.

As referencias que aparezan nas descricións, planos e esquemas deberán ser idénticas entre si, para facilitar a lectura e identificación.

3.20.3 Documentación Definitiva

3.20.3.1 Á entrega da instalación

O provedor entregará á metalurxia secundaria, os planos de conxunto, planos de execución esquemas, nomenclaturas, a documentación de montaxe, de funcionamento, de mantemento ou preventivo (establecendo a periodicidade das visitas das intervencións para efectuar no conxunto da subministración), mantemento curativo, de posta a punto (precisando os medios necesarios específicos para realizar as intervencións maiores, coa estimación do tempo), os certificados de conformidade remitidos polos organismos oficiais. Para aquelas subministracións que non teñen un seguimento de probas o provedor certificará que a súa subministración está fabricada conforme ás normas de construción e seguridade. Listaxe de repostos coa súa nomenclatura dos elementos directos ao fabricante subcontratado.

3.20.3.2 Á recepción provisional

O provedor entregará á metalurxia secundaria a totalidade dos documentos modificados e postos ao día entre a entrega e a recepción provisional, así como as descricións de posta en marcha e consignas a ter en conta en caso de incidente.

A recepción provisional non poderá ser definitiva ata que se reciban estes documentos.

3.21 Traballos e subministracións a cargo da metalurxia

A metalurxia secundaria terá ao seu cargo:

- Os edificios, e máis especificamente neste proxecto a nave da culler.
- A acometida da enerxía eléctrica ata o seccionador do armario xeral do provedor, sendo a cargo do provedor a conexión do cableado ao seccionador do seu armario.

- A acometida de auga industrial cun sistema de peche situado a menos de 10 m. da instalación fornecida.
- O persoal destinado a traballar na unidade.

3.22 Formación do persoal

A formación do persoal da metalurxia secundaria estará asegurada polo provedor.

A formación estará dirixida ao persoal de mantemento e de produción, e desenvolverase durante os períodos de montaxe, posta en marcha e probas dirixidas á recepción provisional.

3.23 Lingua contractual

O conxunto das reunións e a redacción dos documentos será indistintamente en galego ou castelán.

Todo o adestramento do persoal da metalurxia secundaria será realizado en galego ou castelán indistintamente.

3.24 Prazos

O provedor indicará na oferta un planning cos prazos en semanas e meses, contado a partir da firma do contrato, para:

- Envío da planos.
- Recepción en fábrica.
- Entrega.
- Montaxe.
- Posta en marcha.
- Recepción provisional

3.25 Prezos

O prezo será establecido tendo en conta as diferentes condicións enumeradas no documento presente, e detallado como segue:

- Estar presentado nun folio recapitulativo, ao final da oferta técnica.
- Prezo, extra impostos, para mercadoría posta en fábrica por partida, de acordo coa descrición detallada da súa subministración.

Cada partida incluirá unha referencia idéntica á que se lle deu nos planos:

- Das pezas de recambio e desgaste, para o período dun ano en condicións de funcionamento en réxime da instalación, non contemplándose o tempo de probas nin o tempo de garantía.
- Dos utensilios.
- Embalaxes.
- Transportes.
- Descarga, incluíndo os medios de elevación.
- Montaxe, incluíndo os medios de elevación.
- Posta en marcha.
- Recepción provisional.
- Recepción de control polos organismos oficiais.

Os prezos serán establecidos o día da entrega da oferta.

3.26 Condicións de pago

As condicións de pago serán precisadas no contrato.

En todo caso, o provedor indicará na oferta as aplicadas normalmente.

3.27 Aval bancario

En concepto de garantía 10% do valor dos equipos con vixencia de 12 meses.

3.28 Penalidades

En caso de atraso, unha penalidade do 0.5% por semana (calendario) será aplicada ao equipo correspondente, sen que o monto total exceda 5% do valor total do contrato.

3.29 Forza maior

As penalidades citadas no apartado 3.28 non serán aplicadas no caso de que metalurxia secundaria ou o provedor se atopasen na imposibilidade, parcial ou total, de cumprir cunha ou varias das obrigacións que son da súa incumbencia, tal como están previstas no presente documento ou poidan deducirse do mesmo. O afectado deberá informar diso á outra parte no prazo máis breve posible.

Dita información deberá efectuarse por escrito, mediante carta certificada con acuse de recibo, e nela deberá deixarse constancia dos elementos en forma tal que permita establecer a natureza da forza maior.

Considéranse como casos de forza maior todos os acontecementos independentes da vontade ou que escapen ao dominio dunha ou da outra parte e que teñan como consecuencia o impedimento total ou parcial, ou a imposición dun notable atraso, na execución das obrigacións das partes, sen que tales acontecementos puidesen ser razoablemente controlados ou evitados.

Con todo, non poderá ser invocada validamente a forza maior se os casos, feitos ou acontecementos de que se trata fosen razoablemente previsibles ou puidesen ser remediados mediante o exercicio dunha actividade razoable ou recorrendo a outros medios máis onerosos que os que foron postos en práctica.

O cumprimento das obrigacións afectadas por unha forza maior recoñecida será automaticamente prolongado nunha duración equivalente ao retardo producido pola citada forza maior, no ben entendido que:

1. Esta prórroga non implicará penalización a cargo da parte á que incumben tales obrigacións.
2. As obrigacións diferentes ás afectadas pola forza maior deben seguir sendo respectadas, de acordo co disposto no presente documento.

En todos os casos, a parte afectada deberá tomar, de acordo coa outra parte, todas as disposicións útiles para asegurar a continuación normal de execución das obrigacións prexudicadas pola forza maior.

Se, como consecuencia dunha forza maior, unha das partes non puidese executar as súas obrigacións na forma prevista no presente contrato, durante un período de tres meses consecutivos, a contar desde a notificación prevista noutro parágrafo deste apartado, as

partes reuniranse no prazo máis breve posible para examinar as incidencias dos acontecementos de que se trate, particularmente no aspecto en que provocan os atrasos de execución das obrigacións respectivas de cada unha das partes.

No caso de que as partes non puidesen poñerse de acordo respecto ás incidencias de que se trate, someterán as súas diferenzas á arbitrase, de acordo coas disposicións do apartado 3.30.

3.30 Regulamentación dos litixios

Toda diferenza derivada do cumprimento destas especificacións, e que non puidese ser resolta por vía amigable, resolverase definitivamente someténdoa, de acordo co Regulamento de conciliación e de arbitrase da Cámara de Comercio Nacional, á decisión de tres árbitros nomeados conforme co devandito Regulamento.

4 PROCEDIMENTOS XERAIS

4.1 Xestión do mantemento xeral

4.1.1 Obxecto e alcance

Este procedemento ten como obxecto desenvolver a sistemática para a xestión do mantemento xeral, a fin de reducir ao mínimo as interrupcións dos procesos produtivos debido a paradas ou deficientes funcionamentos de máquinas ou instalacións evitando así os fallos, avarías ou deterioracións, coa consecuente mellora da cantidade e calidade da produción. A xestión do mantemento xeral alcanza a toda a empresa, edificios, máquinas e instalacións.

4.1.2 Responsabilidades

A execución, desenvolvemento, control e supervisión dos mantementos preventivos e correctivos, é responsabilidade do encargado de mantemento. O encargado de mantemento terá copia do “Plan de Mantemento Preventivo Anual”, cuxo orixinal estará en poder do xefe de produción, para así poder determinar o persoal, repostos e útiles necesarios no momento da reparación.

Todas as ordes de traballo (en diante OT) de preventivo rexístranse cada unha no historial de cada máquina ou instalación así como no programa informático. Igualmente, todas as OT de correctivo arquívanse nos seus cartafolios correspondentes, clasificadas por meses.

Os formatos que recollen os datos e análises mensuais dos indicadores de mantemento preventivo e correctivo arquívanse nos seus cartafolios correspondentes. O departamento de enxeñería garda unha copia destes rexistros en soporte informático. O responsable dos arquivos antes citados é o encargado de mantemento.

4.1.3 Procedemento

4.1.3.1 Mantemento preventivo

Existe un “Plan de Mantemento Preventivo Anual” que recolle toda a maquinaria que está sometida a mantemento preventivo, así como as operacións que se efectúan sobre as mesmas.

O plan anual de mantemento está elaborado polo xefe de produción, o cal transmite unha copia ao departamento de enxeñería. A persoa encargada do departamento de enxeñería

introduce a planificación nun programa informático, a través do cal se xestionan os labores de mantemento preventivo. Diariamente, a persoa responsable obtén do programa informático a planificación do día de mantemento preventivo, así como cada unha das súas ordes de traballo correspondentes, e transmíteo todo ao encargado de mantemento. Este distribuirá as ordes ao persoal correspondente.

Unha vez realizadas os labores de mantemento e recheos todos os partes, estes serán entregados á persoa designada para introducir os datos reflectidos nos mesmos, no programa informático.

4.1.3.2 Mantemento correctivo

O encargado de mantemento entrega diariamente aos operarios, por quenda, unha folla de mantemento correctivo na cal van apuntando todos os traballos de mantemento correctivo que realizan, o tempo empregado en cada un deles e os repostos utilizados (no caso de facelo).

A folla completada e asinada polos responsables, entrégase á persoa designada para introducir os datos no sistema informático.

Calquera persoa da metalurxia secundaria que detecte un fallo ou avaría en calquera parte da empresa, pode solicitar ao encargado de mantemento unha OT de correctivo, a través do encargado.

4.1.4 Control do proceso

4.1.4.1 Mantemento preventivo

Os indicadores empregados para o control do proceso son:

- Número de paradas: número de veces que a máquina tivo que parar debido a unha avaría.
- Horas de parada: tempo que a máquina estivo deixando de producir por mor dunha avaría.
- Horas total correctivo: tempo total empregado na máquina en labores de mantemento correctivo.
- Horas total preventivo: tempo total empregado na máquina en labores de mantemento preventivo.

Estes datos obtéñense do programa informático de mantemento para cada unha das máquinas sometidas a Mantemento Preventivo.

Estes datos son analizados polo director de produción mensualmente, o cal establece as causas e medidas correctivas.

4.1.4.2 Mantemento correctivo

Os indicadores empregados para o mantemento correctivo son os mesmos que para o mantemento preventivo pero aplicado ao resto da maquinaria inventariada pola metalurxia secundaria.

4.2 Identificación e avaliación dos requisitos legais

4.2.1 Obxecto e alcance

Este procedemento ten por obxecto definir os criterios e responsabilidades para acceder e identificar os requisitos legais de aplicación aos aspectos xerados pola actividade, produto e servizo da metalurxia secundaria, xa sexa voluntariamente ou ben derivados de permisos, licenzas, etc.

Da mesma forma, este procedemento ten por obxecto establecer os criterios e responsabilidades para a avaliación do cumprimento da lexislación e regulamentación aplicable e outros requisitos derivados de licenzas e autorizacións, así como os requisitos do cliente relacionados con materias ambientais, de seguridade e outros requisitos de aplicación.

Este procedemento ten alcance a todos os requisitos legais ambientais e de seguridade de aplicación á metalurxia secundaria.

4.2.2 Documentación de Referencia

- Norma UNE-EN- ISO 14001:1996 “Sistema de Xestión Ambiental. Especificacións e Directrices para a súa utilización”.
- Requisitos Legais Ambientais e Outros Requisitos aplicables.

4.2.3 Responsabilidades

O Xefe de Medio Ambiente e Seguridade é responsable de acceder e identificar os requisitos legais de aplicación á actividade, produto e servizo da metalurxia secundaria, xa sexan estes imposición da lexislación vixente ou de permisos, licenzas, autorizacións concedidas, ou ben acordos sectoriais ou outro tipo de acordos que subscriba a metalurxia secundaria con calquera ente, xa sexa público ou privado. Ademais, levará a cabo a avaliación periódica do cumprimento da lexislación de aplicación á organización.

4.2.4 Procedemento

4.2.4.1 Accesibilidade e identificación

A sistemática establecida para acceder á identificación de requisitos legais aplicables é a seguinte:

Semanalmente, o xefe de medioambiente e seguridade revisa as páxinas web correspondentes para comprobar as novidades nas publicacións oficiais. Das devanditas novidades extraerá, se procede, os requisitos legais aplicables á metalurxia secundaria, levando a cabo a actualización pertinente do documento "Requisitos Legais e Outros Requisitos de Aplicación á metalurxia secundaria". Este documento, unha vez actualizado, é revisado polo director de calidade, medio ambiente e seguridade e aprobado polo director xeral.

Segundo o ámbito legal ao que pertencen, pódese acceder á información nas seguintes direccións:

- Ámbito Estatal: BOE.
- Ámbito da Comunidade de Galicia: DOGA.
- Ámbito Provincial: BOP.
- Ámbito Comunitario: DOUE

Neste documento queda identificado o texto legal, título, ámbito, campo de aplicación e os requisitos ambientais aplicables á metalurxia secundaria. Así mesmo, queda rexistrado en

"Actualización Requisitos Legais e Outros Requisitos" para a correspondente data de actualización, se se identificou algún requisito legal novo.

En canto ás ordenanzas municipais do termo municipal onde está situada a empresa, o xefe de medioambiente e seguridade consúltao no Boletín Oficial Provincial correspondente.

Os textos legais son conservados en formato papel no departamento de calidade, medio ambiente e seguridade.

4.2.5 Seguimento e Medición

Semestralmente, o xefe de medio ambiente e seguridade realizará unha avaliación dos requisitos legais e outros requisitos de aplicación para saber o grao de cumprimento dos mesmos, utilizando de complemento as auditorías internas. No caso de que existise unha modificación substancial dos requisitos, efectuaríase unha avaliación extraordinaria do cumprimento, sendo a data da súa realización o inicio dun novo ciclo de seis meses ata a seguinte.

Os resultados quedan rexistrados no formato "Avaliación do Cumprimento dos Requisitos Legais e Outros Requisitos".

En función aos resultados obtidos na mencionada avaliación e, en caso de observarse unha desviación, o xefe de medio ambiente e seguridade emitirá un Informe de Non Conformidade segundo o establecido no Procedemento Xeral "Non Conformidade, Acción Correctiva e Preventiva".

4.2.6 Requisitos Legais e outros Requisitos non Aplicables. Lexislación Obsoleta

No caso de que un requisito legal ou imperativo emanado de calquera acordo sectorial ou outro ao que se someteu metalurxia secundaria que, aínda estando en vigor deixe de ser de aplicación á mesma, será retirado do documento "Requisitos Legais e Outros Requisitos de Aplicación á Planta de Fundición" polo xefe de medio ambiente e seguridade, o cal arquivará o documento referido por un período non inferior a 3 anos, identificado como "Documento Obsoleto".

Cando un texto legal deixe de estar en vigor, xa sexa por disposición derogatoria doutro posterior ou por calquera outro motivo, o Xefe de Medio e Seguridade procederá da mesma maneira que no apartado anterior, pero identificando o texto legal ou documento análogo como "Texto Derrogado". O seu período de conservación será, mínimo, de 3 anos.

5 PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS

5.1 Seguimento, medición e control operacional dos residuos

5.1.1 Obxecto e alcance

Este procedemento ten como obxecto definir a sistemática para identificar os potenciais impactos que, os residuos xerados nos procesos da metalurxia secundaria, poden producir no medio ambiente e establecer as directrices para a súa prevención, minimización e control.

Este procedemento aplica ás actividades da metalurxia secundaria nas que se xeren residuos incluídas as operacións de mantemento das instalacións e os servizos auxiliares.

5.1.2 Documentación de Referencia

- Norma UNE-EN- ISO 14001:1996 "Sistemas de Xestión Ambiental. Especificacións e Directrices para a súa utilización".
- Manual do Sistema de Xestión de Calidade e Medio Ambiente.
- Colección de Procedementos Xerais da metalurxia secundaria.
- Requisitos legais e outros requisitos de aplicación á metalurxia secundaria.

5.1.3 Responsabilidades

É responsabilidade do xefe de medio ambiente e seguridade, identificar as operacións xeradoras de residuos, tanto dos procesos propios da actividade como dos servizos auxiliares e operacións de mantemento das instalacións e determinar os puntos de almacenamento dos mesmos. Para iso, realiza unha "Relación de Residuos xerados", publicándoo en todos os taboleiros e entregando unha copia aos responsables das distintas seccións.

O operario responsable da orde e limpeza do departamento de calidade, medio ambiente e seguridade realizará a adecuación do Almacén de Residuos Perigosos, así como a identificación dos residuos almacenados.

5.1.4 Procedemento

5.1.4.1 Control operacional

- Residuos Sólidos Urbanos

Considéranse Residuos Sólidos Urbanos (en diante RSU), os xerados polas actividades asimilables ás domiciliarias do persoal da metalurxia secundaria. A eliminación dos RSU levará a cabo evitando toda influencia prexudicial para o chan, vexetación e fauna, a degradación da paisaxe, a contaminación do aire e as augas.

Os RSU xerados polas actividades de limpeza das instalacións, así como os residuos de cartón, plástico, metal e orgánicos, xerados polo persoal e que non poidan ser reutilizados, serán depositados en bolsas de plástico resistente e en contedores destinados para o efecto e postos ao dispor do Concello ou retirados por unha empresa autorizada para iso da forma en que indiquen as Ordenanzas Municipais aplicables.

- Residuos Inertes

Considéranse Residuos Inertes (en diante RI), aqueles residuos xerados nos procesos produtivos, que non provoquen efectos ambientais negativos, aínda que deben ser xestionados adecuadamente.

Entre os RI xerados pola metalurxia secundaria inclúense escouras da descarbonización, desgasificación e redución, finos de aspiración dos sistemas de arenería.

A eliminación dos RI levará a cabo evitando toda influencia prexudicial para o chan, vexetación e fauna, a degradación da paisaxe, a contaminación do aire e as augas.

Aqueles RI producidos e que non poidan ser reutilizados nas propias instalacións, serán recollidos en contedores non específicos e enviados a unha entulleira de RI autorizado ou entregados a empresas de reciclaxe.

Os RI que se produzan en pequenas cantidades e sexan susceptibles de ser incorporados en bolsas e introducidos en contedores, serán xestionados como RSU.

- Residuos Perigosos

Os residuos clasificados como Residuos Perigosos (en diante RP) son introducidos en envases sólidos e resistentes para responder con seguridade a trasfegas e manipulacións.

Os recipientes e envases que conteñan ou contivesen RP e destíñense ao abandono, considéranse RP e serán xestionados como tal. No envase que conteña o RP, o responsable do almacén de RP identificarao e etiquetará, figurando o código de identificación, o nome, dirección e teléfono do titular dos residuos, a data de envasado e o pictograma do risco.

Serán almacenados nunha zona convenientemente acondicionada, fóra das zonas de traballo por un período sempre inferior a 6 meses.

O departamento de calidade, medio ambiente e seguridade é responsable de identificar os RP xerados nos procesos produtivos, os servizos auxiliares e operacións de mantemento de acordo coa Normativa Legal aplicable. Así mesmo consultará periodicamente, a relación de Xestores Autorizados de RP. A elección será segundo o alcance da súa autorización, capacidade, localización e prezo pola xestión.

O xefe de medio ambiente xestionará o envío e documentación de control e seguimento do RP ao xestor autorizado, a través dun transportista autorizado, esixido pola lexislación, que se gardará durante 5 anos.

Para cada xestión, o xefe de medio ambiente e seguridade actualizarán o libro de rexistro de RP, cumprimentará unha Declaración Anual de RP, na que se recollen os datos sobre as cantidades, tipos e destinos dos residuos e presentaraa no órgano competente da Comunidade Autónoma antes do 1 de marzo de cada ano.

O departamento de calidade, medio ambiente e seguridade arquivará durante 5 anos copia das declaracións ambientais cumprimentadas.

- Aceites Usados

Enténdese como aceite usado, todos os aceites industriais con base mineral ou sintética lubricante que se volveron inadecuados para o uso que se lles asignou inicialmente e en particular, os aceites usados dos motores de combustión e dos sistemas de transmisión, así como os aceites minerais lubricantes, aceites para turbinas e sistemas hidráulicos.

Os aceites usados destinados ao abandono teñen consideración de RP. Os aceites usados xerados polas actividades de mantemento e reparación de maquinaria, serán recollidos en envases con peche que serán sólidos e resistentes para responder con seguridade ás manipulacións necesarias, sen defectos estruturais e sen fugas aparentes.

Os aceites son almacenados na zona habilitada para o efecto, evitando mesturas coa auga e outros residuos non oleaginosos, en espera de ser recollidos por un xestor autorizado. Para cada xestión, o xefe de medio ambiente e seguridade actualizará o libro de rexistro de aceites usados.

Os aceites usados tamén son identificados e xestionados de acordo á normativa ambiental vixente igual que o resto de RP.

Para evitar que o tempo de almacenamento deste residuo sexa superior ao prescrito na lexislación vixente, o operario encargado do mantemento do almacén de residuos perigosos identificará o envase mediante etiqueta descritiva adherida ao mesmo. Desta forma terase constancia da data de inicio do almacenamento. A mencionada etiqueta será substituída ou actualizada despois de cada retirada.

5.1.5 Seguimento e Medición

O operario responsable da orde e limpeza do departamento de calidade, medio ambiente e seguridade verificará diariamente, mediante visitas, as zonas de almacenamento e

segregación dos RP, RI, RSU. Ademais, o xefe de medio ambiente e seguridade xestionará os seguintes documentos:

- Documentos de control e seguimento de RP, para o transportista e xestor autorizado.
- Actualización dos libros de rexistro, tanto de RP como de aceites usados.
- Estas inspeccións quedarán rexistradas no formato "Plan de Traballo para Orde e Limpeza". En caso de detectar non conformidades procederase segundo o establecido no procedemento xeral "Non Conformidade, Accións Correctivas e Preventivas".

5.2 Seguimento, medición e control operacional das emisións á atmosfera

5.2.1 Obxecto e alcance

Este procedemento ten por obxecto definir a sistemática para identificar os potenciais impactos que as emisións á atmosfera (contaminación atmosférica e ruídos) xeradas nas distintas actividades da metalurxia secundaria que poden producir na calidade do aire, así como establecer as directrices para a súa prevención, minimización e control.

Este procedemento aplica aos procesos da metalurxia secundaria nos que se poidan producir efectos ambientais na calidade do aire incluídas as operacións de mantemento das instalacións e os servizos auxiliares.

5.2.2 Documentación de Referencia

- Norma UNE-EN- ISO 14001:1996 "Sistemas de Xestión Ambiental. Especificacións e Directrices para a súa utilización".
- Manual do Sistema de Xestión de Calidade e Medio Ambiente.
- Colección de Procedementos Xerais.
- Requisitos legais de aplicación á metalurxia secundaria.

5.2.3 Responsabilidades

O xefe de medio ambiente e seguridade é responsable de identificar os focos contaminantes existentes, e que estean clasificados pola lexislación vixente como potencialmente contaminadores da atmosfera. Ademais, é responsable de realizar o seguimento e medición destes focos, así como de actualizar os libros de rexistro.

O xefe de medio ambiente e seguridade identificará as etapas dos procesos que sexan susceptibles de formar nubes de contaminación difusa (po ou gases) ou producir ruídos que poidan provocar molestias nas zonas habitadas máis próximas, e dará as instrucións necesarias para a súa minimización.

5.2.4 Procedemento

5.2.4.1 Control operacional contaminación atmosférica

- Instalacións Potencialmente Contaminadoras Da Atmosfera

Enténdese por instalación potencialmente contaminadora da atmosfera aquela que pola súa natureza e polos procesos tecnolóxicos utilizados constitúen ou poden constituir un foco de contaminación atmosférica e está cualificada como tal pola lexislación vixente.

Estas instalacións deberán estar rexistradas no Organismo Ambiental Competente e contarán cos correspondentes Libros de Rexistro de medicións.

- **Emisións Difusas**

Evitarase calquera provisión ao descuberto de material pulverulento, en caso de ser imprescindible cubrirase con lona ou se humedecerá o mesmo periodicamente.

Calquera queixa por contaminación atmosférica será tratada como unha comunicación externa segundo o Procedemento Xeral "Comunicacións".

- **Ruídos**

O son podería definirse como unha sensación percibida polo oído humano orixinada por unha perturbación que se propaga a través dun medio elástico, xeralmente o aire por medio de fluctuacións de presión.

O son pode ser definido como ruído cando resulta desagradable e produce malestar.

Calquera queixa por ruídos será tratada como unha comunicación externa segundo o procedemento xeral "Comunicacións".

5.2.5 Seguimento e Medición

Para todos os controis que se realicen, seguiranse en xeral as seguintes normas:

- Os equipos de medición dispoñerán de certificado de calibración.
- As medicións poderán realizarse mediante persoal interno que dispoñerá da formación adecuada ou por empresas especializadas que sempre serán organismos de control autorizado, entidades colaboradoras da administración, etc.
- Unha vez obtidos os resultados, estes serán comparados co establecido pola lexislación e indicadores ambientais para cada contaminante. Se os valores fosen superiores ao establecido rexistrárase e emitirá unha non conformidade xestionándoo segundo o establecido no procedemento xeral "Non Conformidade, Accións Correctivas e Preventivas".
- A periodicidade das medicións e ensaios será a recollida no "Plan de Seguimento e Medición".

6 CONDICIÓN QUE DEBEN REUNIR OS MATERIAIS

6.1 Procedencia dos materiais

Todos os materiais que se empreguen nas obras, figuren ou non explicitamente neste prego, reunirán as condicións de calidade esixibles na boa práctica da construción e en todo caso a aceptación pola Dirección de Obra dunha marca, tipo, fabricante ou lugar de extracción non exime ao Contratista do cumprimento destas Prescricións.

Todos os materiais a empregar na obra serán de primeira calidade, e reunirán as condicións esixidas nas regulamentacións correspondentes.

Calquera contradición, indefinición, etc., será resolta exclusivamente polo Director de Obra.

Non se procederá ao emprego dos materiais sen que antes sexan examinados e aceptados nos termos e forma que estableza a Dirección de Obra ou técnico en quen delegue.

As probas e ensaios ordenados levarán a cabo baixo a supervisión da Dirección de Obra, técnico/a en quen delegue, ou Asistencia Técnica en caso de ser previamente autorizada.

A Dirección de Obra e no seu caso a Propiedade, resérvanse o dereito de controlar e comprobar antes do seu emprego a calidade dos materiais. Por conseguinte, poderán esixir ao contratista, que por conta deste, entregue ao laboratorio homologado e aprobado, a cantidade suficiente de materiais para ser ensaiados; e este farao coa antelación suficiente para evitar atrasos que por este concepto puidesen producirse e que en tal caso, imputaranse ao contratista.

Cando os materiais ou equipos non sexan da calidade prescrita neste prego ou non tivesen a preparación ou adecuación nel esixida, deberán ser retirados e substituídos por outros que cumpran as calidades prescritas e o obxectivo ao que se destinan, con cargo ao Contratista.

6.2 Recoñecemento dos materiais

Os materiais serán recoñecidos antes do seu emprego en obra pola dirección facultativa, sen cuxa aprobación non poderán empregarse na construción. A dirección facultativa resérvase o dereito de refugar aqueles que non reúnan as condicións esixidas neste Prego e aqueles que teñan dimensións diferentes ás que figuran nos documentos do Proxecto e nas memorias complementarias. Os materiais refugados serán retirados da obra no prazo máis breve, non superior a vinte e catro horas e mentres tanto manteranse apartados dos útiles ou aceptables para evitar unha posible mestura.

Todos os gastos de recepción e comprobación correrán por conta do Contratista.

6.3 Mostras de materiais

O Contratista proporcionará á dirección facultativa mostras dos materiais para a súa aprobación. Os ensaios e análises que a dirección facultativa xulgue necesarios, faranse nos laboratorios e talleres que se indiquen ao Contratista. A mostra de materiais, unha vez que foron aceptados, serán gardados xuntamente cos certificados das análises para a aprobación dos materiais que han de ser empregados.

7 CONDICIÓN E EXECUCIÓN DAS UNIDADES DE OBRA CIVIL

7.1 Grao de definición das unidades de obra

Enténdese por unidade de obra, o volume, superficie, lonxitude, peso, elemento ou partida, executado e completamente terminado de acordo coas especificacións deste Proxecto e que se abonará de acordo cos prezos expresados no Orzamento do Proxecto ou, na súa falta, e previo acordo, aos que figuren no contrato de obras, ou prezos contradictorios que poidan ser aprobados durante a execución.

No que respecta á definición e acabado das distintas unidades de obra deberase considerar que todos os traballos, medios auxiliares e materiais que sexan necesarios para a correcta execución e finalización de calquera unidade de obra, segundo o criterio do Director de Obra, considéranse incluídos xa no prezo da mesma aínda cando non figuren especificados na descomposición ou descrición dos prezos.

En caso de discrepancia sobre o grao de definición e detalle de execución de cada unidade de obra estarase á interpretación do Director de Obra e ao previsto no parágrafo anterior deste artigo.

7.2 Programa de traballos

No prazo de dúas semanas a partir da firma da Acta de Comprobación do Reformulo, o Adxudicatario (Contratista) presentará o Programa de Traballo das Obras para a súa aprobación, (incluíndo importes parciais, medios de man e obra e maquinaria para cada unidade ou prazo, etc.).

Devandito programa adaptarase ao prazo total establecido no Proxecto de Execución ou contrato de obras e especificará os prazos parciais e datas de terminación das distintas unidades de obra, compatibles co prazo total de execución. Este programa realizarase de acordo coas especificacións sinaladas neste Prego, e as disposicións vixentes relativas a esta materia.

A aprobación final do Programa de Traballos definitivo corresponderá á Propiedade que poderá, por razóns que non será preciso xustificar, obrigar a modificacións e reaxustes parciais ou totais.

En tal caso, o Contratista haberá de axustar o Programa ás citadas esixencias, sen que iso poida considerarse motivo de modificación contractual nin de prezos.

O incumprimento dalgún dos prazos, tanto o total fixado no Proxecto como calquera dos parciais do Programa de Traballos unha vez aprobado, por causas imputables ao Contratista, sancionaranse segundo o previsto no seu caso no contrato de obras.

7.3 Precaucións xerais a adoptar durante a execución das obras

A execución das obras programarase e desenvolverá de maneira que as posibles molestias derivadas para o funcionamento do Polígono e das rúas lindeiras á parcela así como para o público en xeral sexan as mínimas imprescindibles. En particular, sobre a sinalización estarase ao disposto no presente Prego e normas e disposicións citadas.

A execución das obras realizarase con estrita suxeición ás disposicións de aplicación en materia de seguridade para cada un dos tallos ou zonas de traballo. Coidarase de que á finalización de cada xornada de traballo as gabias e escavacións queden totalmente pechadas e con material de recheo compactado ata a rasante. Nas zonas en que sexa imprescindible deixar ocios haberán de sinalizarse, taparse e valarse adecuadamente para evitar caídas de persoas ou cousas. Nin a Propiedade nin a dirección de obra, responderán de posibles accidentes ocasionados por unha deficiente ou inadecuada sinalización e/ou protección das obras, sendo tal responsabilidade exclusivamente do Contratista.

A execución de unidades de obra e obras de fábrica que requiran autorización ou aprobación de calquera entidade externa só poderá acometerse dispoñendo previamente da devandita autorización e nas condicións que, no seu caso, fíxense na mesma. Tales posibles condicións (prazos, procedemento, sistema ou forma de execución, etc.) non darán dereito ao Contratista para esixir modificacións de ningún tipo nas cláusulas contractuais.

7.4 Reformulo

O reformulo das obras executarase polo Contratista en presenza do Enxeñeiro Director ou o seu axudante, marcando sobre o terreo claramente todos os puntos necesarios para a execución das obras a presenza do Contratista.

O Contratista facilitará pola súa conta todos os elementos que sexan necesarios para a execución dos referidos replanteos e sinalización dos mesmos, coidando baixo a súa responsabilidade da invariabilidade dos sinais ou datos fixados para a súa determinación.

No prazo que se consigne no Contrato ou na súa falta dentro dos quince días seguintes a partir da adxudicación definitiva comprobarase en presenza do adxudicatario ou do seu representante (en diante Contratista), o reformulo das obras, estendéndose a correspondente Acta de Comprobación de Reformulo que reflectirá a conformidade ou desconformidade do mesmo, respecto a os documentos contractuais do Proxecto, referíndose expresamente ás características xeométricas do conxunto ou o seu emprazamento, así como a calquera punto que, en caso de desconformidade, poida afectar o cumprimento do Contrato.

Serán de conta do Contratista todos os gastos (xornais, materiais e equipos), que se orixinen ao practicar os replanteos xerais e parciais, segundo o indicado nos artigos anteriores do presente Prego quedando obrigado o Contratista para conservar os puntos e sinais do reformulo.

7.5 Execución de unidades de obra indefinidas, imprevistas ou non especificadas

A execución de unidades de obras non previstas no Proxecto, indefinidas ou non especificadas pero de necesaria realización para o desenvolvemento dos traballos será obrigatoria para o Contratista segundo as instrucións do Enxeñeiro Director en base ás definicións e descomposicións do Proxecto.

Ditas obras executaranse conforme o que o costume sancionou como boa práctica da construción, seguindo cantas indicacións de detalle fixe a Dirección de Obra segundo a interpretación do Prego.

Estarase ademais ao disposto ou recomendado polos diversos fabricantes ou subministradores de materiais ou elementos.

Os novos prezos basearanse nas mesmas condicións económicas que os prezos do contrato.

7.6 Medios auxiliares

Todas as unidades de obra comprendidas neste Proxecto inclúen no seu prezo respectivo todos os medios auxiliares necesarios, tanto para a construción destas, como para garantir a seguridade persoal das operacións, non tendo dereito o Contratista, baixo ningún concepto, a reclamación para que se lle abone cantidade algunha polos gastos que poidan ocasionarlle os medios auxiliares necesarios para unha correcta execución e acabado de cada unidade, sendo da súa absoluta responsabilidade os danos e prexuízos que poidan producirse tanto nas obras como nos operarios por falta, escaseza ou mal emprego destes ao levalas a cabo.

Se a Propiedade acordase prorrogar o prazo de execución das obras, ou non puideren recibirse á súa terminación por defectos das mesmas o Contratista non terá dereito a reclamación algunha so pretexto de maiores gastos na conservación e vixilancia das obras.

Quedan igualmente comprendidos todos os gastos imprevistos que poidan resultar dos trastornos atmosféricos, climatoloxía, terreos movedizos, frouxos ou excesivamente duros, abundancia de auga, etc.

En caso de emprego en obra de medios auxiliares, maquinaria achegada pola Propiedade ou enerxía ou auga necesarias, estarase ao previsto no correspondente contrato de obras.

8 FINALIZACIÓN E PAGO DE OBRAS

8.1 Método de abonado das obras concluídas e as incompletas

As obras concluídas e executadas con suxeición ás condicións do Contrato abonaranse conforme os prezos do Orzamento do Proxecto de Execución.

Cando a consecuencia de rescisión de contrato ou por outra causa fose preciso valorar obras incompletas, aplicaranse os prezos descompostos que procedan sen que poida pretendese a valoración de cada unidade de obra fraccionada noutra forma que a establecida polo Director de Obra a falta de descomposición no Proxecto.

En ningún caso terá dereito o Contratista a reclamación algunha fundada na insuficiencia dos prezos dos Cadros ou en omisión do custo de calquera dos elementos que constitúen os referidos prezos.

Remítese ao previsto no apartado 2.15 do presente Prego.

8.2 Método de abonado das obras defectuosas

Se algún material ou unidade de obra non se achase executada conforme as condicións do contrato ou instrucións do Director e fose con todo admisible a xuízo da Propiedade ou Enxeñeiro Director, poderá ser recibida provisionalmente quedando o Contratista obrigado a aceptar o novo prezo ou partida que para ese efecto fixe o Director de Obra, salvo o caso en que o Contratista prefira demolela á súa conta conforme as condicións do Contrato e sempre que iso prodúzase dentro do prazo de execución.

Todas as obras defectuosas e non aceptables a xuízo do Enxeñeiro Director serán derruídas e refeitas polo Contratista sen que iso implique aumento algún do custo ou prazo/s da obra.

8.3 Condicións para fixar os prezos contraditorios en obras non previstas

Se fose precisa a execución dalgunha unidade de obra cuxo prezo unitario non figurase nos cadros de prezos do Proxecto, ou nos adicionais dos reformados que se redacten, o prezo correspondente fixarase contraditoriamente pola Dirección de Obra e o Contratista, con anterioridade á obra de que se trate, levantándose a correspondente acta que asinarán ambas as partes e que, no seu caso, incluírase no Proxecto modificado que se tramite.

Os novos prezos contraditorios das unidades de obra non previstas basearanse nas mesmas condicións económicas que os prezos do contrato.

No caso de efectuarse algunha obra sen que se fixe previamente o oportuno prezo contraditorio, o abono da mesma farase segundo o que indique a Dirección de Obra, non podendo reclamar o Contratista ningunha cantidade por este concepto.

En caso de falta dun acordo mutuo, e en espera de resolver as discrepancias, liquidarase de forma provisional ao Contratista en base aos prezos fixados pola Dirección de Obra.

8.4 Relacións valoradas e certificadas

As relacións valoradas para certificación redactaranse pola Dirección de Obra mensualmente tras a medición co Contratista das obras executadas, e en base a elas formularanse as correspondentes certificacións parciais a orixe, tramitándose dentro dos dez

primeiros días do mes seguinte ao que se refire a certificación coa necesaria conformidade do Contratista.

Admitirase a posibilidade de certificación e abono por provisións nos termos previstos no contrato e sempre a criterio do Director de Obra e da Propiedade.

As mesmas relacións valoradas empregaranse como base para os correspondentes honorarios por Dirección de Obra.

8.5 Ensaio e probas

En relación cos ensaios de materiais e probas para a recepción de unidades de obra distinguíranse:

1. Os ensaios necesarios para a aprobación por parte da Propiedade e/ou Dirección de Obra dos materiais recibidos nas obras. Inclúense nestes os posibles ensaios de materiais ou elementos en fábrica ou taller, previos á súa recepción na obra.
2. Os ensaios de control dos materiais fornecidos ou colocados en obra, así como das unidades de obra en execución ou terminadas.
3. Os ensaios de información.
4. As probas das unidades de obra e instalacións (probas de presión e estanqueidade en tubaxes, etc.), placas de carga en recheos, etc.
5. A proba final de conxunto das instalacións.

O Contratista deberá subministrar á Dirección de Obra todos os documentos de homologación necesarios para a aprobación dos materiais. A falta destes documentos, a Propiedade poderá esixir os ensaios que sexan necesarios para a súa aprobación, os cales serán realizados polo Contratista á súa costa.

A Propiedade procederá pola súa banda, durante a realización dos traballos, á execución de todos os ensaios de control que estime necesarios para comprobar que os materiais postos en obra responden as condicións ou prescricións impostas, ata o 1% do orzamento.

O importe do 1% do orzamento para control haberá de entenderse referido ao do Proxecto, sen considerar posibles baixas na adxudicación que non reducirán a partida para ensaios.

Por outra banda, o límite fixado do 1% do orzamento das obras para ensaios e análises de materiais e unidades de obra, non será de aplicación aos ensaios necesarios para comprobar a presunta existencia de materiais ou unidades de obra non admisibles nin vicios ou defectos de construción ocultos, cuxos gastos se imputarán ao Contratista, sen límite, de confirmarse a súa existencia.

8.6 Recepción provisional

Farase á terminación das obras e a pedimento da Contrata. Acompañarase esta petición da última Certificación das mesmas.

30 días antes de dar fin ás obras o Enxeñeiro comunicará a proximidade da terminación das obras á Propiedade, a fin de convir a data para o acto de recepción das obras.

Para proceder á Recepción Provisional das Obras, será necesaria a asistencia do Propietario ou a súa representación autorizada (que pode recaer no Enxeñeiro Director), do Enxeñeiro Director de Obra e do Contratista ou o seu representante debidamente autorizado. Se, expresamente requirido, o Contratista non asistise ou renunciase a ese dereito conformándose co resultado, requiríraselle de novo, e se tampouco acudise, nomearáselle de oficio un representante polo Colexio de Enxeñeiros correspondente.

Levantarase unha Acta de Recepción das Obras, por triplicado, por parte da Dirección Técnica, na que se farán constar as deficiencias que no seu caso existisen naquelas e o prazo para a súa corrección, e que será asinada polos tres asistentes legais indicados.

Se as obras se atopasen en bo estado e foron executadas conforme as condicións establecidas, daranse por recibidas, comezando a correr en dita data o prazo de garantía establecido no Contrato que, como mínimo, considerárase de tres meses.

Cando as obras non se achen en estado de ser recibidas, farase constar na Acta e especificaranse na mesma as precisas e detalladas instrucións que o Enxeñeiro Director debe sinalar ao Contratista para remediar os defectos observados, fixando un prazo para emendalos, expirado o cal se efectuará un novo recoñecemento en idénticas condicións a fin de proceder de novo á recepción provisional da obra.

Se o Contratista non cumprise, declarárase rescindido de contrátala coa perda da fianza, a non ser que o Propietario acceda a concederlle un novo e improrrogable prazo.

8.7 Conservación das obras recibidas de forma provisional

Os gastos de conservación durante o prazo de garantía comprendido entre a recepción provisional e definitiva das obras, correrán a cargo do Contratista.

Se as instalacións fosen ocupadas ou utilizadas antes da recepción definitiva, a garda e limpeza serán a cargo da Propiedade, non obstante as reparacións por vicios de obra ou por defectos nas instalacións, serán a cargo da Contrata.

8.8 Medición definitiva

Recibidas provisionalmente as obras, procederase inmediatamente polo Director de Obra á súa medición xeral e definitiva coa precisa asistencia do Contratista, ou un representante seu nomeado por el ou de oficio, na forma prevista para a recepción da obra.

Na Acta que se estenda despois de verificarse a medición, e nos documentos que a acompañen, aparecerá a conformidade do Contratista e do Propietario, para o que se lle entregarán copias de forma que nelas poñan a súa conformidade ou xustifiquen debidamente os seus reparos, se os houber, designando outro Enxeñeiro no caso de non dar a súa conformidade.

8.9 Liquidación provisional

A partir da medición definitiva, formularase pola dirección a Liquidación Provisional das realmente executadas, tomando como base para a súa valoración as condicións económicas establecidas no contrato. Esta Liquidación Provisional será dada a coñecer ao Contratista para que en prazo de trinta días preste a súa conformidade á mesma ou manifeste os reparos que estime oportunos.

Unha vez aprobada pola Propiedade a Liquidación Provisional das obras poderá ser estendida, no seu caso, a oportuna Certificación polo resto da obra que segundo a Liquidación aprobada resulte pendente deste requisito.

8.10 Limpeza final

Unha vez que as obras se haxan terminado, totalmente ou por fases, todas as instalacións, e obras construídas con carácter temporal para o servizo da obra, deberán ser retirados. Todo iso executarase de forma que as zonas queden completamente limpas e en condicións estéticas. Estes traballos consideraranse incluídos no contrato e, por tanto, non serán obxecto de abonos independentes pola súa realización.

8.11 Garantía

Servirá de garantía das responsabilidades do Contratista a fianza que deberá depositar ao serlle adxudicada a contratación das obras, e en caso de non facelo, descontarase en cada certificación o tanto por cen que se estipule para formar a fianza.

O incumprimento de calquera das condicións do Contrato levará consigo a rescisión do mesmo, con perda da fianza definitiva, sen prexuízo das demais responsabilidades en que poida incurrir o adxudicatario.

9 SÍMBOLOS

- RD, Real Decreto.
- BOE, Boletín Oficial do Estado.
- BOP, Boletín Oficial Provincial.
- OM, Orde Ministerial.
- EN Norma Europea.
- ISO, Organización Internacional de Normalización.
- S.I, Sistema Internacional.
- UNE, Unha Norma Española.
- RAMINP, Regulamento de actividades molestas, nocivas, insalubres e perigosas.
- DSG, Documento do Sistema de Xestión.
- FSG, Formato do Sistema de Xestión.
- MSG, Manual do Sistema de Xestión.
- MA, Medio Ambiente.
- CG, Condicións Xerais.
- IP, Índice de Protección.
- CEE, Comunidade Económica Europea.
- EPI, Equipo de Protección Individual.
- OT, Orde de Traballo
- RSU, Residuos Sólidos Urbanos.
- RI, Residuos Inertes
- RP, Residuos Perigosos.
- RTP, Residuos Tóxicos e Perigosos.
- AAI, Autorización Ambiental Integrada

RIVAS
CABANAS
MINERVA -
Firmado digitalmente por RIVAS
CABANAS MINERVA -
Fecha: 2021.07.24 14:09:39 +02:00

Rivas Cabanas, Minerva



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABALLO FIN DE GRAO
CURSO 2020/2021**

*IMPLANTACIÓN DUN PROCESO DE METALURXIA
SECUNDARIA DO ACEIRO*

Grao en Enxeñaría Mecánica

Documento 4

ORZAMENTO

ÍNDICE

1 Instalación cullerO-3
2 Transporte de produtos.....O-4
3 Complementarios.....O-5
4 Resumen orzamento.....O-6

1 INSTALACIÓN CULLER

Nº	UD.	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO Unid. (€)	IMPORTE (€)
2.1	1	CULLER PROCESO VOD/VD 42 t	1	55.850	55.850
2.2	1	LANZA DE OSÍXENO	1	2.000	2.000
2.3	1	TAPÓN POROSO	1	465	465
2.4	1	BOMBA DE BALEIRO DE PARAFUSO	2	5.300	106.00
2.5	1	BOMBA DE BALEIRO DE RAÍCES	2	846	1.692
2.6	1	DEPÓSITOS GASES CRIOXÉNICOS	2	250.000	500.000
2.7	1	FILTRO DEEP BED INDICO DB 40	1	250.00	250.00
2.8	1	TUBAXES DE 125 MM DE DIÁMETRO DE ACEIRO AO CARBONO	100 m	3.200 €/100 m	3.200
TOTAL					598.807

2 TRANSPORTE DE PRODUCTOS

Nº	UD.	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO Unid. (€)	IMPORTE (€)
3.1	1	CULLER TORPEDO CON SISTEMA DE BASCULAMENTO HIDRÁULICO 800 kg DUGOPA	4	7.500	30.000
3.2	1	FERRO CARRIL ELÉCTRICO	4	3.900	15.600
3.3	1	PONTE GRÚA 60 t DOBRE VELOCIDADE CON GANCHO AÉREO	1	42.300	42.300
3.4	1	CARRETILLA ELEVAVDORA ELÉCTRICA CESAB	4	10.500	42.000
3.5	1	PONTE GRÚA DE 10 t	1	6.500	6.500
3.6	1	CINTA TRANSPORTADORA	1	30.000	30.000
TOTAL					166.400

3 COMPLEMENTARIOS



Nº	UD.	DESCRIPCIÓN	MEDICIÓN	PRECIO Unid. (€)	IMPORTE (€)
4.1	1	CONTENEDORES PARA A RECOLLIDA SELECTIVA DE RESIDUOS	20	225	4.500
TOTAL					4.500

4 RESUMO ORZAMENTO

Nº	CAPÍTULO	COSTE (€)
1	INSTALACIÓN CULLER	598.807
2	TRANSPORTE DE PRODUCTOS	166.400
3	COMPLEMENTARIOS	4.500

IMPORTE DE EXECUCIÓN MATERIAL	769.707
13% GASTOS XERAIS	100.061,91
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	46.182,42
IMPORTE DE EXECUCIÓN	915.951,33
21% I.V.A.	192.349,78
IMPORTE TOTAL	1.108.301,11

Un millón cento oito mil trescentos un euros con once céntimos de euro.

RIVAS
CABANAS
MINERVA - 
Firmado digitalmente por RIVAS CABANAS MINERVA - 
Fecha: 2021.07.24 14:10:06 +02'00'

Rivas Cabanas, Minerva