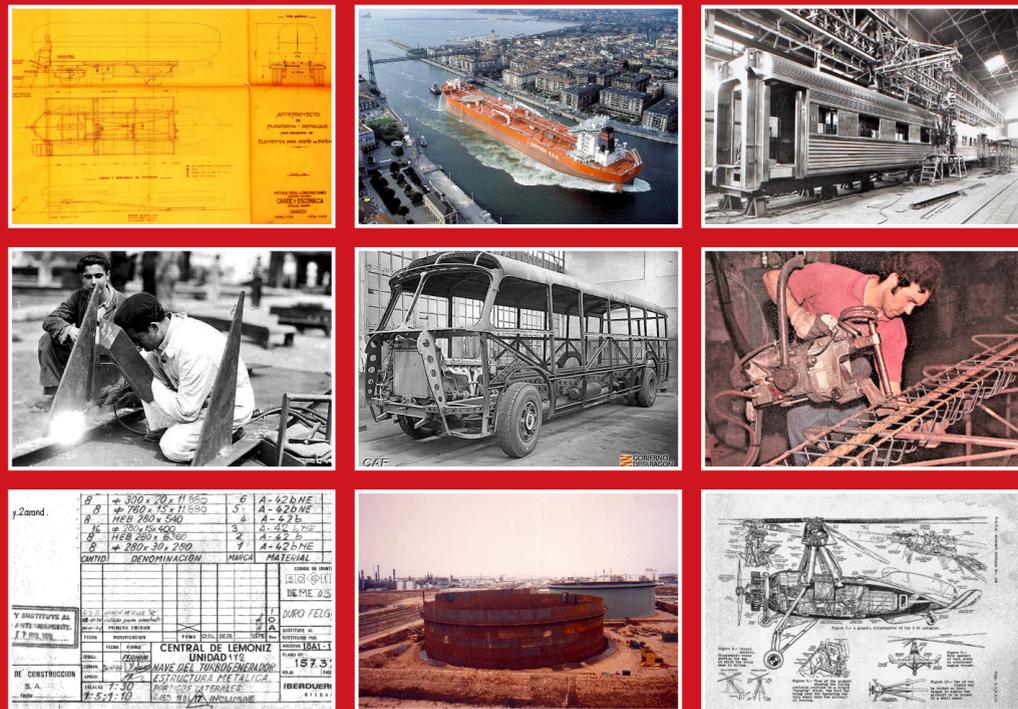


ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE SOLDADURA DESARROLLADOS EN EL ESTADO ESPAÑOL DURANTE EL SIGLO XX

“Desde que empiezas hasta que acabas, se empieza 100 veces, pero se acaba una.”

Aníbal R.



ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE SOLDADURA DESARROLLADOS EN EL ESTADO ESPAÑOL DURANTE EL SIGLO XX



Director:
 Javier Jesús González Martínez

Autor:
 Aníbal Rodríguez Casado

Resumen.

Los primeros años del siglo XX contemplaron en Europa, y también en España, el nacimiento y desarrollo práctico de diferentes procedimientos de soldadura que tuvieron su origen en los ensayos por arco voltaico (1855) y en los estudios de la llama oxiacetilénica (1895).

Pero la verdadera repercusión y aplicación de la soldadura autógena en los talleres metalúrgicos no se produjo hasta conseguir el oxígeno industrial que había sido estudiado por Linde en Alemania y Claude en Francia.

Durante la Primera Guerra mundial, la soldadura autógena se extiende con rapidez y de manera intensiva. Tuvieron que pasar unos años hasta que el procedimiento por arco con electrodos revestidos desarrollase sus propias aplicaciones, y oxiacetilénica y soldadura por arco convivieran complementándose y convirtiéndose en los procedimientos más utilizados en la mayoría de los talleres españoles hasta los años 50.

Estos dos sistemas de unión coincidieron en el tiempo y en los respectivos trabajos realizados durante décadas en casi todos los sectores industriales objeto de estudio en la presente investigación.

Esta Tesis muestra a través de documentos inéditos hallados en Archivos de empresas españolas activas, en su mayoría, y Archivos Históricos, un elenco de construcciones y estructuras metálicas soldadas en los sectores Metal-mecánico, Naval, Ferroviario, Automoción, Gas-Petróleo, Aeronáutico y Nuclear.

La fiel reproducción de los documentos históricos aparecidos en este estudio permite conocer, disfrutar y enriquecerse con un patrimonio histórico industrial que trasciende, muchas veces, a la propia soldadura.

Agradecimientos.

Todo adquirió sentido cuando presenté mi anteproyecto de Tesis a Javier Jesús González Martínez. Desde un primer momento compartió la línea de investigación propuesta y pasados unos días aceptó dirigir el estudio. Desde entonces, sus consejos me han ayudado a centrar un trabajo que ha transitado por distintas etapas, algunas con cierta complejidad e incertidumbre.

El tiempo ha pasado, el trabajo ha llegado a su fin y es el momento de compartir y recordar a cuantas personas, empresas e instituciones me han dado su confianza sin conocerme, han cedido su tiempo desinteresadamente para que yo no perdiera el mío y han colaborado con este proyecto proporcionándome los documentos que presento a continuación.

En primer lugar quiero recordar, al grupo de investigación consolidado del Gobierno Vasco IT781-13 (tipo A) del que forma parte la investigación contenida en la presente Tesis Doctoral.

Y de igual manera agradecer su colaboración a las personas e instituciones siguientes:

- **AHPZ.** Archivo Histórico Provincial de Zaragoza (Zaragoza). Alicia Ibáñez. José Carlos Puente.
- **AB AZUCARERA IBERIA.** (Madrid). Isabel Vasserot.
- **ACCGA.** Archivo Central del Cuartel General de la Armada. (Madrid). Marcos Daniel Meijueiro.
- **AGA.** Archivo General de la Administración. (Comunidad de Madrid). Evelia Vega.
- **AHBBVA.** Archivo Histórico BBVA. (Bilbao). José Víctor Arroyo. Elena Arroyo.
- **AHEA.** Archivo Histórico del Ejército del Aire. (Comunidad de Madrid). Eloy Blanco.
- **AIRBUS MILITARY.** (Madrid). Maggie Bergsma.
- **Archivo General de la Marina.** “Álvaro de Bazán”. (Ciudad Real). Silvia. A. López.
- **ASTILLERO HIJOS de J. BARRERAS (Astillero Barreras).** (Vigo). Isabel Pico.
- **BUREAU VERITAS** (Bilbao).

- **COIAE.** Colegio Oficial de Ingenieros Aeronáuticos de España. (Madrid).
- **COIIB.** Colegio Oficial de Ingenieros Industriales. (Bilbao). Luciano María Azpiazu.
- **COIN.** Colegio Oficial de Ingenieros Navales. (Bilbao). Guillermo Martín.
- **D. F. Javier Abarrategui.**
- **D. José Tomás San José.**
- **D. Manuel Reina.**
- **DURO FELGUERA.** La Felguera. Langreo (Asturias). José Alberto García Souto.
- **FACTORÍAS VULCANO** (Vigo). José Domínguez. María Pérez de Lama.
- **Fundación BABCOCK & WILCOX** (Bilbao). Juan José Asín.
- **Fundación BARREIROS** (Madrid). Marí luz Barreiros. Juan Gay.
- **LA NAVAL.** Construcciones Navales del Norte (Bilbao). Joseba Postigo. Lourdes García.
- **LLOYD'S REGISTER** (Bilbao).
- **NAVANTIA** (Madrid). Ángela Castro.
- **NAVANTIA. Museo EL Dique** (Cádiz). José María Molina.
- **Oficina Española de Patentes y Marcas** (Madrid). Patricia García-Escudero.
- **SEAT.** Planta de Martorell, (Barcelona).
- **SEPI.** Centro de Documentación, Archivo y Registro Central. (Madrid). Elena Laruelo.
- **SIDENOR.** Planta de Reinosa (Cantabria).

Objetivos.

Desde hacía años venía contemplando la posibilidad de iniciar una investigación relativa a la soldadura en España.

Mi experiencia profesional vinculada a este campo me ofrecía distintos caminos. Desde el estudio técnico de cualquiera de los procedimientos de soldadura industriales existentes aplicados en un solo sector, bien en la actualidad o en el pasado reciente; la investigación de las experiencias profesionales de alguna empresa española relevante dedicada a las tecnologías de unión; o decantarme por investigar de manera general algunas de las construcciones y estructuras metálicas soldadas existentes, eligiendo de entre los sectores industriales más destacados y ajustando el estudio a un periodo determinado. Esta última fue la opción elegida.

La elección estaba decidida y solo faltaba escoger los sectores industriales que configurarían el proyecto. Me decidí por los siete que son los que estructuran los Capítulos de la Tesis. ¿Por qué estos y no otros?. En mi opinión, son los más representativos y con orígenes históricos distintos. Desde una apreciación personal del trabajo que pretendía emprender, consideré que estas diferencias enriquecerían la propuesta.

El propósito ha sido realizar una investigación en que los productos metálicos fabricados y unidos por soldadura presentados en cada uno de los sectores, fueran protagonistas por sí mismos, con independencia de la tecnología de unión empleada en cada época.

Este estudio ha mostrado una amplia, variada e inédita documentación de los trabajos realizados durante el siglo XX por un gran número de empresas españolas.

La investigación propone que los documentos internos de las empresas, los planos originales de las obras, la reveladora correspondencia encontrada, las fotos, la publicidad y cuantos papeles han

visto la luz por primera vez en esta Tesis, sean la contribución y el homenaje de este doctorando a las empresas del Estado español que han utilizado las tecnologías de unión en el siglo pasado.

Este estudio ha sido planteado para que a través de las descripciones y fieles reproducciones de los documentos integrantes en cada Capítulo, podamos dejarnos sorprender por la belleza plástica de estructuras, vehículos, aviones, barcos, trenes, que siempre han formado parte de nuestras vidas, de una manera o de otra, pero nunca los habíamos imaginado soldados.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS SOLDADAS	
EN EL SECTOR INDUSTRIAL METAL - MECÁNICO (1927-2000).....	5
1. 1. ESTRUCTURAS METÁLICAS SOLDADAS, (1927).	9
1. 2. PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL DE LA CONSTRUCCIÓN METÁLICA (LIEJA, BÉLGICA 1930).	17
1. 3. CONSTRUCCIÓN DE VELETA LUMINOSA INDICADORA, (1936-1937).	20
1. 3. 1. <i>Planos (MATERIAL MÓVIL Y CONSTRUCCIONES, Zaragoza)</i>	20
1. 3. 1. 1. Conjunto veleta soldada. (<i>página 21</i>).....	20
1. 3. 1. 2. Eje de la veleta y piezas torneadas soldadas. (<i>página 23</i>)	20
1. 3. 1. 3. Base y cojinetes soldados. (<i>página 25</i>).....	20
1. 4. CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA REMOLQUE Y ELEMENTOS PARA PUENTES DE PONTONES, (1937-1938).....	27
1. 4. 1. <i>Plataforma remolque para transporte de puentes de pontones</i>	31
1. 4. 1. 1. Descripción general y construcción de doce plataformas remolque con soldadura eléctrica. (<i>página 32</i>).....	31
1. 4. 1. 2. Orden para las operaciones de carga (tablones y pontones). (<i>página 33</i>).....	31

3.	Orden para las operaciones de carga (continuación). (página 34).....	31
4.	Orden para las operaciones de carga (viguetas), frenos, pintura y notas sobre el suministro. (página 35).....	31
1. 4. 2.	Presupuesto de una plataforma remolque con elementos soldados para puentes de pontones.	36
1.	Talleres de Herrería: soldar eléctricamente un bastidor, enderezar después de soldar un bastidor, soldar una lanza movable. (página 37).....	36
2.	Talleres de Herrería: soldar un eje delantero, soldar un eje trasero, armar para soldar y enderezar un elemento, soldar eléctricamente un elemento, soldar un torno, soldar dos tubos. (página 38).....	36
3.	Talleres de Herrería: soldar un árbol de mando de freno, soldar cuatro cabezas de timonería. (página 39).....	36
4.	Talleres de Herrería: soldar 18 ejes, soldar 4 placas, soldar 4 tubos. (página 40).....	36
1. 4. 3.	Planos (MATERIAL MÓVIL Y CONSTRUCCIONES, Zaragoza).	41
1.	Plataforma - remolque de pontones. (página 43).....	41
2.	Biela unión tirantes: soldaduras en horquilla delantera tirante(3), horquilla extremo para enganchar cable (4), biela (6), horquilla accionamiento (9). (página 45).....	41
3.	Centros de ruedas y ejes delantero y trasero: soldaduras a fuego en eje delantero (1) y trasero (2), centros de ruedas (7), cubos (4), arandela eje delantero (5). (página 47) ...	41
4.	Soporte de la palanca del freno de mano: soldaduras en soporte de palanca (1) y (2). (página 49).....	42

5.	Conjunto pontón. Vistas, secciones y perfiles del pontón soldado. (página 51).....	42
6.	Costuras soldadas con estaño, interior y exteriormente, después del remachado, (2ª) y (3ª). (página 53).....	42
1. 5.	CONSTRUCCIÓN DE TRÍPODE PARA AMETRALLADORA ANTIAÉREA, (1937-1938).	54
1. 5. 1.	Planos (MATERIAL MÓVIL Y CONSTRUCCIONES, Zaragoza).	55
1.	Trípode soldado para ametralladora antiaérea (1), (2), (5) y (18). (página 57).....	55
2.	Soporte y asas soldadas. Soldadura a metal a fuego (1) a (3). (página 59).....	55
1. 6.	CONSTRUCCIÓN DE TRINEO PARA TRANSPORTE DE HERIDOS SOBRE LA NIEVE, (1938)....	61
1. 6. 1.	Planos (MATERIAL MÓVIL Y CONSTRUCCIONES).	61
1.	Sección longitudinal, ½ sección A y ½ vista de frente. (página 63).....	61
2.	Cuadernas soldadas nº 2 y nº 3. (página 65).....	61
3.	Tubos soldados de fijación de lona (1) a (3). (página 67).....	61
4.	Eje de asa soldado a la cuaderna (7), ganchos delanteros soldados (2). (página 69)....	61
1. 7.	CONSTRUCCIÓN DE ESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN A LA INTEMPERIE. (ELECTRA DEL VIESGO, S.A., MATAPORQUERA, 1950).....	71
1. 7. 1.	Plano (DURO FELGUERA - La Felguera, Asturias).	71
1.	Columnas, cabezas de columnas, vigas, ganchos y bases soldadas. Soldadura eléctrica manual con electrodo revestido de 4 mm de diámetro, número de electrodos, tipo, peso, metros totales de soldadura y gargantas. (página 73).....	71

1. 8. FABRICACIÓN DE POSICIONADOR DE SOLDADURA PARA VAGONES DE MINA, (1959).	75
1. 8. 1. Planos (DURO FELGUERA).....	75
1. Conjunto general posicionador de soldadura. (página 77).....	75
2. Bastidor de soportes para rodillos. Soldadura eléctrica manual con electrodo revestido de 4 mm de diámetro (2) a (6). Metros totales de soldadura con acero F621 y F622 (estructuras metálicas, puentes metálicos,tubos soldados) y gargantas. (página 79)....	75
3. Conjunto tambor posicionador. Soldadura eléctrica manual con electrodo revestido de 4 y 5 mm de diámetro (1) a (10). Acero F621 y gargantas. (página 81).....	75
1. 9. FABRICACIÓN DE CADENAS DE ESLABONES CORTOS SOLDADOS (ENSIDESA FACTORÍA DE AVILÉS - ASTURIAS, 1961).....	83
1. 9. 1. Especificación técnica.....	84
1. 9. 2. Figuras.....	87
1. Fabricación cadena KATIAK, S.A.....	87
2. Eslabones cadena KATIAK, S.A.....	87
1. 10. CONSTRUCCIÓN DE GRÚA PUENTE DE 5 Y 10 TM. Y 18 M. DE LUZ, (1965).	88
1. 10. 1. Plano (DURO FELGUERA).	88
1. Conjunto y detalles de soldaduras.....	88
1. 11. RECOMENDACIONES EUROPEAS PARA LA SELECCIÓN DE GRUPOS DE CALIDAD DE ACERO PARA ESTRUCTURAS METÁLICAS SOLDADAS, (COLONIA - ALEMANIA, 1968).....	91

1. 11. 1. Sector de aplicación y finalidad.....	92
1. 11. 2. Clases de acero que se pueden elegir.....	92
1. 11. 3. Conceptos y magnitudes influyentes.....	94
1. 11. 3. 1. Generalidades.....	94
1. 11. 3. 2. Temperatura mínima de aplicación.	94
1. 11. 3. 3. Espesor del material (espesor límite).....	94
1. 11. 3. 4. Condiciones de construcción y fabricación.	95
1. 11. 3. 5. Conformación en frío.....	95
1. 11. 3. 6. Tipo de esfuerzo.....	96
1. 11. 3. 7. Grados de daños.....	97
1. 11. 4. Casos de clasificación.....	97
1. 11. 5. Determinación de los grupos de calidad de acero.....	98
1. 12. FABRICACIÓN DE CONTAINER DE ACERO. (CAF ZARAGOZA, 1973).....	103
1. 12. 1. Dimensiones.....	103
1. 12. 2. Construcción.....	104
1. 12. 3. Cantoneras.....	104
1. 12. 4. Testeros.....	105

1. 12. 5. Pared frontal.....	105
1. 12. 6. Base.....	105
1. 12. 7. Techo.....	106
1. 12. 8. Estructura del costado.....	106
1. 12. 9. Puertas.....	107
1. 12. 10. Soldaduras.....	107
1. 12. 11. Plano (CAF) Zaragoza.....	109
1. Inscripciones y pintura de containers jaula.....	109
1. 12. 12. BUREAU VERITAS. Control de containers.....	110
1. 12. 12. 1. Calificación de los procedimientos de soldadura.....	110
1. 12. 12. 2. Ensayos de tipo.....	110
1. 12. 12. 3. Aleaciones ligeras.....	110
1. 12. 12. 4. Productos de aportación para operaciones de soldadura.....	111
1. 12. 12. 5. Calificación del personal (soldadores).....	111
1. 12. 12. 6. Calidad de la construcción.....	111
1. 12. 12. 7. Prueba de estanqueidad.....	112
1. 12. 13. Figura. BUREAU VERITAS.....	113
1. Containers, (1928-1968).....	113

2. Ficha de control.....	114
3. Certificado de homologación.....	115
1. 13. CONSTRUCCIÓN DE GRÚA PUENTE DE 75/20 Tm Y 24 M. DE LUZ, (CENTRAL TÉRMICA SOTO RIBERA, 1976).....	116
1. 13. 1. Plano (DURO FELGUERA).....	116
1. Mecanismo de traslación del puente.....	116
1. 14. FABRICACIÓN DE AEROGENERADOR SIEMENS - GAMESA. GAMESA 1994.....	119
1. 14. 1. Nacelles (parte superior de la torre).....	120
1. Ensamblaje del bastidor.....	120
2. Ensamblaje de la multiplicadora.....	121
3. Ensamblaje del generador.....	121
4. Ensamblaje de la carcasa.....	121
5. Multiplicadora de 2.0 MW.....	122
6. Generador de 2.0 MW.....	122
1. 14. 2. Torres.....	123
1. Recepción y control de calidad de planchas de acero.....	123
2. Curvado.....	123
3. Soldadura.....	124

4. Granallado, pintado y secado.....	124
5. Ensamblaje de elementos auxiliares.....	124
6. Tramos (virolas).....	125
1. 14. 3. <i>Palas</i>	125
1. Fabricación de la viga.....	125
2. Fabricación de las conchas.....	126
3. Ensamblaje.....	126
4. Curado.....	127
5. Desbarbado y pulido.....	127
1. 14. 4. <i>Montaje</i>	128
1. Obra civil y cimentación.....	128
2. Montaje de la torre.....	128
3. Montaje de la nacelle.....	129
4. Montaje del rotor.....	129
1. 15. FABRICACIÓN DE EJE GRANDE DE ROTOR PARA GENERACIÓN HIDRÁULICA. SIDENOR PLANTA DE REINOSA, (CANTABRIA).....	130
1. 15. 1. <i>Proceso de fabricación (2000)</i>	132
1. 15. 1. 1. Fabricación del acero.....	132

1. 15. 1. 2. Proceso de forja.....	134
1. 15. 1. 3. Procesos de tratamientos térmicos.....	134
1. 15. 1. 4. Mecanizado en desbaste.....	136
1. 15. 1. 5. Diseño del procedimiento de soldadura.....	137
1. 15. 1. 6. Homologación del procedimiento de soldeo.....	138
1. 15. 1. 7. Ejecución de la soldadura.....	139
1. 15. 1. 8. Mecanizado final.....	140
1. 16. ÍNDICE DE FUENTES.....	142
1. 16. 1. <i>Archivos de empresas</i>	142
1. 16. 2. <i>Archivos</i>	143
1. 16. 3. <i>Documentos electrónicos</i>	143
1. 16. 4. <i>Bibliografía</i>	145
1. 17. CONCLUSIONES.....	146
2. CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS SOLDADAS EN EL SECTOR INDUSTRIAL NAVAL (1937-2000).....	161
2. 1. EL NACIMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN NAVAL SOLDADA: LA SOLDADURA ELÉCTRICA.	168
1. Trabajos de soldadura con electrodo revestido en cubierta de C 72. Factoría de Matagorda, Cádiz (1947).....	169

2. Destructor alemán Leopard en trabajos de reparación conjunta de remachado y soldadura en S.E. de C.N. Factoría de Matagorda, Cádiz,(1937).....	169
2. 1. 1. <i>Buque de acero para carga y pasaje con escasa soldadura. SIDI IFNI, (1939)</i>	172
2. 1. 1. 1. Planos (Sociedad Española de Construcción Naval). Factoría de Matagorda,.....	173
1. Cuaderna Maestra.	173
2. Vista general, "SIDI IFNI".....	173
2. 1. 2. <i>Combinación de remachado y soldadura eléctrica en secciones prefabricadas de acero</i>	179
2. 1. 2. 1. Sustitución de algunas costuras remachadas por otras soldadas en buques fruteros de la Empresa Nacional ELCANO, contratados con S.E. de C.N. (1947-1948).	181
2. 1. 2. 1. 1. Planos. Propuesta de uniones con soldadura de S.E. de C.N.....	184
2. 1. 2. 1. 2. S.E. de C.N. concreta la soldadura en las distintas partes del buque.....	189
2. 1. 2. 1. 3. Empresa Nacional ELCANO acepta la propuesta de soldadura de S.E. de C.N. en las diversas uniones estructurales de los buques fruteros.	192
2. 1. 2. 1. 4. S.E de C.N. informa a la Empresa Nacional ELCANO del envío de los planos de la estructura con las uniones soldadas a LLOYD'S REGISTER, a la espera de su aprobación.	196

2. 1. 2. 1. 5. S.E. de C.N. remite el plano de superestructuras a LLOYD'S REGISTER con la sustitución de los solapes y juntas por topes soldados y los angulares de refuerzo por llantas.....	196
2. 1. 2. 1. 6. Planos. Superestructura de buques fruteros de E.N.E. (Matagorda, 1948).....	199
2. 1. 2. 1. 7. Empresa Nacional ELCANO solicita prueba de estanqueidad postsoldadura de los tanques de doble fondo.	205
2. 1. 2. 1. 8. S.E. de C.N. no considera necesario realizar nuevas pruebas de estanqueidad.....	205
2. 1. 3. <i>El orden a seguir en las operaciones de montaje y soldadura de las secciones prefabricadas de los grandes buques.</i>	208
2. 1. 4. <i>Los nuevos métodos de construcción naval en los astilleros españoles</i>	216
2. 1. 5. <i>Los problemas de la técnica en la soldadura eléctrica y las dificultades en la inspección de las costuras</i>	224
2. 2. LA DISMINUCIÓN DEL PESO EN LAS ESTRUCTURAS SOLDADAS DE LOS BUQUES.....	227
2. 2. 1. <i>Buques petroleros nº 85 y nº 86 contratados por C.A.M.P.S.A. con S.E. de C.N. Factoría de Matagorda (Cádiz, 1951)</i>	235
2. 2. 1. 1. Figuras.....	237
1. Pedido de remaches (<i>desplegable página 239</i>).....	237
2. Pedido de planchas (acero laminado).....	237

a) Mamparos estancos (figura página 241)	237	2. 2. 1. 2. Acuerdos para el uso de la soldadura eléctrica en los petroleros nº 85 y nº 86 entre S.E. de C.N., C.A.M.P.S.A., y CORCHO HIJOS, S.A.	254
b) Quilla plana (figura página 242)	237	2. 2. 1. 2. 1. S.E. de C.N.(Madrid) solicita a Joseph W. ISHERWOOD & CO. LTD (Londres) los planos principales para preparar el pedido de materiales....	255
c) Mamparos entre cubiertas, puente y puente de navegación (figura página 243)	237	2. 2. 1. 2. 2. Sistema ISHERWOOD de construcción longitudinal y Arcform.....	256
d) Superestructura (figura página 244)	237	1. "Isherwood System of Ship Construction"	256
3. Pedido de perfiles (acero laminado)	237	2. Construcción longitudinal	256
a) Cubierta puente (figura página 245)	237	2. 2. 1. 2. 3. CORCHO HIJOS, S.A. aprueba la propuesta de soldadura eléctrica de Matagorda en el casco del buque CAMPOO propiedad de C.A.M.P.S.A.	257
b) Refuerzos de mamparos entre cubierta puente y puente de navegación (figura página 246)	237	2. 2. 1. 2. 4. MATAGORDA solicita una respuesta a C.A.M.P.S.A. respecto al empleo de soldadura en los buques citados para poder despachar los pedidos de materiales necesarios para su construcción.	259
c) Superestructura (figura página 247)	237	2. 2. 1. 2. 5. MATAGORDA reclama una contestación a CORCHO HIJOS, S.A. sobre la propuesta de soldadura en la estructura de los buques para iniciar cuanto antes la preparación de los trabajos.	260
4. Certificaciones de Lloyd´s Register de las muestras de material analizadas en el laboratorio de AHV	237	2. 2. 1. 2. 6. MATAGORDA informa a ISHERWOOD & CO. LTD (Londres) que C.A.M.P.S.A.no ha dado su conformidad aún sobre las partes de la estructura propuestas para ser soldadas.	261
a) Ángulo de 152 x 76 x 7,38 mm (figura página 248)	237	2. 2. 1. 2. 7. CORCHO HIJOS, S.A. responde a MATAGORDA que en la carta (2.2.1.2.3.) enviada a C.A.M.P.S.A, aprueban la utilización de soldadura eléctrica e incluso la proponen para otras partes.	262
b) Chapa del nº 17 (figura página 249)	237		
c) Cuadrado de 60 mm (soldable) (figura página 250)	237		
d) Ángulo de 80 x 50 mm (figura página 251)	237		
e) Ángulo de 152 x 96 x 7,38 mm y 152 x 96 x 9 mm (soldable) (figura página 252)	237		
f) Ángulo de 304 x 88 x 12,7 mm (soldable) (figura página 253)	237		

2. 2. 1. 2. 8. C.A.M.P.S.A informa a MATAGORDA que su propuesta de empleo de soldadura sigue pendiente de estudio.....	263	2. 2. 2. 6. Timón.....	275
2. 2. 1. 2. 9. MATAGORDA solicita respuesta a C.A.M.P.S.A. en relación con la aplicación de la soldadura eléctrica en los buques señalados, conocida la respuesta favorable por parte de CORCHO HIJOS, S.A. (2.2.1.2.3.).	264	2. 2. 2. 7. Quilla.....	275
2. 2. 1. 2. 10. S.E. de C.N. (Madrid) da instrucciones a Matagorda, (Cádiz) sobre cómo proceder en lo referente al proyecto de los petroleros de 2.000 Tns para C.A.M.P.S.A.	265	2. 2. 2. 8. Cuadernas.....	276
2. 2. 1. 2. 11. MATAGORDA responde a S.E. de C.N.(Madrid) para dar respuesta al párrafo a) de la carta (2.2.1.2.10.).....	268	2. 2. 2. 9. Forro exterior.....	276
2. 2. 1. 2. 12. S.E. de C.N.(Madrid) responde a ISHERWOOD, CO. LTD.(Londres) en relación a los trabajos de soldadura y remachado que se realizarán en los buques tanques N° 85 y n° 86 para C.A.M.P.S.A.....	271	2. 2. 2. 10. Cubiertas de acero.....	276
2. 2. 2. <i>Buques petroleros T1 y T2 contratados por la Empresa Nacional ELCANO de la Marina Mercante con la S.E. de C.N. (Cascos - Factoría de Matagorda, Cádiz 1955)</i>	272	2. 2. 2. 11. Casetas y superestructura.	277
2. 2. 2. 1. Compartimentado.....	273	2. 2. 2. 12. Caja de cadenas.	277
2. 2. 2. 2. Escantillones y calidad del material.	274	2. 2. 2. 13. Cubiertas de madera.....	278
2. 2. 2. 3. Roda.....	274	2. 2. 2. 14. Escotillas.	278
2. 2. 2. 4. Codaste.....	274	2. 2. 2. 15. Equipo y armamento.	279
2. 2. 2. 5. Escobenes.	275	2. 2. 2. 16. Elementos de amarre.....	280
		2. 2. 2. 17. Planos. Buques petroleros de 18.410 Tons. de P.M. a motor.	281
		1. Disposición general. Alzado. (página 283)	281
		2. Disposición general. Cubiertas. (página 285)	281
		3. Secciones tipo. Soldadura y remachado. (página 287)	281
		2. 2. 2. 18. Fotos. Petroleros T1 y T2.....	289
		1. T1 Escatrón. Entregado en 1956 a la Empresa Nacional ELCANO.....	289

2. T2 Escombreras. Entregado en 1957 a la Empresa Nacional ELCANO.....	289
2. 3. FACTORÍAS VULCANO. (VIGO, 1969-1981)	290
2. 3. 1. Informe sobre la rentabilidad económica y de calidad en la construcción naval	292
2. 3. 2. Informe de las Conferencias sobre soldadura presentadas en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas con la participación del Instituto de la Soldadura y la Sociedad de Ingenieros Soldadores de Francia.	296
2. 3. 3. Servicio de Estudios de Soldadura de Factorías Vulcano.	301
2. 3. 3. 1. Plano. Detalle típico de soldadura mediante empleo de “ventanilla”.	303
2. 3. 3. 2. Saneado y desbastado para soldaduras automáticas y semiautomáticas.....	304
2. 3. 3. 3. Especificación de soldadura: uniones a tope con bordes a escuadra y con pletina de respaldo y acceso por un solo lado. Soldeo por arco eléctrico manual con electrodo recubierto.	305
2. 3. 3. 4. Especificación de soldadura: uniones a tope con bordes en “V” y pletina de respaldo y acceso por un solo lado. Soldeo automático por arco sumergido.	306
2. 3. 3. 5. Especificación de soldadura: uniones a tope con bordes a escuadra y pletina de respaldo con acceso por un solo lado. Soldeo semiautomático MAG (CO ₂).....	307

2. 3. 3. 6. Especificación de soldadura: uniones a tope con bordes a escuadra y pletina de respaldo con acceso por un solo lado. Soldeo automático por arco sumergido y semiautomático MAG (CO ₂).....	308
2. 3. 3. 7. Especificación de soldadura: uniones a tope con bordes a escuadra con pletina de respaldo y acceso por un solo lado. Soldeo automático por arco sumergido.	309
2. 3. 3. 8. Especificación de soldadura: uniones a tope con bordes en “V” y acceso por un solo lado. Soldeo automático por arco sumergido sobre respaldo mínimo de soldadura manual de 5mm.	310
2. 3. 3. 9. Especificación de soldadura: uniones a tope con bordes en “U” y acceso por un solo lado. Soldeo TIG y soldeo automático por arco sumergido.	311
2. 3. 3. 10. Especificación de soldadura: uniones a tope con bordes a escuadra y acceso por un solo lado. Soldeo semiautomático MAG (CO ₂).	312
2. 3. 3. 11. Especificación de soldadura: uniones a tope con bordes en “V” con pletina de respaldo y acceso por un solo lado. Soldeo por arco eléctrico manual con electrodo recubierto.	313
2. 3. 3. 12. Especificación de soldadura: uniones a tope con bordes en “V” con acceso por un solo lado. Soldeo por arco eléctrico manual con electrodo recubierto.....	314
2. 3. 3. 13. Servicio de planta: maquinaria fija automática de oxicorte.	315
2. 3. 3. 14. Servicio de planta: maquinaria portátil semiautomática de oxicorte. ...	316

2. 3. 3. 15. Servicio de planta: elementos de oxicorte, soldadura oxiacetilénica y calentamiento.	317
2. 3. 3. 16. Servicio de planta: accesorios de los equipos de oxicorte y soldadura oxiacetilénica.	318
2. 3. 4. Foto - anuncio. Factorías Vulcano. Fabricantes de calderas generadoras de vapor, marinas, terrestres y locomotoras.....	319
2. 4. ASTILLERO HIJOS DE J. BARRERAS (VIGO, 1978-1991).	321
2. 4. 1. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Buque atunero - 1.528 - Internauta Dos (1988-1989).....	322
2. 4. 1. 1. Prefabricación.	323
2. 4. 1. 2. Gradas.	324
2. 4. 1. 3. Procedimientos y Sistemas de Soldadura en prefabricación y gradas..	325
2. 4. 1. 4. Sistemas, procedimientos y consumibles utilizados en buques pesqueros medianos y pequeños. Prefabricación en taller.....	326
2. 4. 1. 5. Sistemas, procedimientos y consumibles utilizados en buques pesqueros medianos y pequeños. Prefabricación y subprefabricación en taller.....	331
2. 4. 1. 6. Sistemas, procedimientos y consumibles utilizados en buques pesqueros medianos y pequeños. Construcción en gradas.....	332
2. 4. 1. 7. Sistemas, procedimientos y consumibles utilizados en buques tipo atunero congelador. Prefabricación y subprefabricación en taller. Construcción en gradas.....	334

2. 4. 1. 8. Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura automática por arco sumergido. Preparación.....	338
2. 4. 1. 9. Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura automática por arco sumergido. (Chapas de 6 a 10 mm. de espesor). Preparación.	339
2. 4. 1. 10. Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura automática por arco sumergido. (Chapas de 10 a 12 mm). Preparación.	340
2. 4. 1. 11. Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura automática por arco sumergido. (Chapas de 3 a 7 mm. de espesor). Preparación.	341
2. 4. 1. 12. Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura semiautomática a tope con soporte cerámico. (Chapas de 6 a 10 mm. de espesor). Vertical. Preparación.....	342
2. 4. 1. 13. Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura semiautomática a tope con soporte cerámico. (Chapas de 6 a 10 mm.) Horizontal. Preparación.	343
2. 4. 1. 14. Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura semiautomática a tope con soporte fibroweld. (Chapas de espesor superior a 10 mm.) Horizontal. Preparación.....	344
2. 4. 1. 15. Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura semiautomática a tope con soporte cerámico. (Chapas de 6 a 10 mm.) Cornisa. Preparación.....	345

2. 4. 1. 16.	Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura semiautomática en cornisa. (Chapa hasta 6 mm. y chapa de 7 a 10 mm. de espesor). Preparación.	346
2. 4. 1. 17.	Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura automática por arco sumergido. (Chapas de 20 a 30 mm.) Preparaciones en doble V.....	347
2. 4. 1. 18.	Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura semiautomática a tope en descendente. (Chapas hasta 10 mm. de espesor) Preparación.	348
2. 4. 1. 19.	Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura manual a tope. (Chapas de 6 a 30 mm.) Preparación vertical y cornisa. Preparación.	349
2. 4. 1. 20.	Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura automática por arco sumergido. (Chapas de 12 a 18 mm.) Preparación.	350
2. 4. 1. 21.	Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura semiautomática a tope (sin soporte). (Chapas de 6 a 9 mm. sin chaflán y de 10 a 30 mm. con chaflán en "V"). Preparación.	351
2. 4. 1. 22.	Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura en ángulo interior. Horizontal. Preparación.	352
2. 4. 1. 23.	Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura en ángulo interior. Vertical. Preparación.....	353

2. 4. 1. 24.	Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura en ángulo con soporte cerámico. (Chapas de todos los espesores). Preparación.	354
2. 4. 1. 25.	Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura en ángulo interior. Techo. Preparación.	355
2. 4. 1. 26.	Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura en ángulo exterior. Preparación.....	356
2. 4. 1. 27.	Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura a solape. Preparación.....	357
2. 4. 1. 28.	Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura a solape y a tope de los aisladores. Preparación.	358
2. 4. 1. 29.	Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura de tubos de anclas y sus medallones. Forro Vertical. Cubierta Horizontal. Preparación.	359
2. 4. 1. 30.	Sección de aceros. Procedimientos y Sistemas de Soldadura. Soldadura con máquina de gravedad. Preparación.....	360
2. 4. 1. 31.	Foto. Buque atunero 1.528. Internauta Dos. Botado 5/5/1989.	361
2. 4. 2.	<i>Bureau Veritas. Homologación del proceso de soldadura por una sola cara. Chaflán en "V", 50°, sin talón, separación de bordes 7 mm. (1977-1978).</i>	362
2. 4. 2. 1.	Aimen (Asociación de Investigación Metalúrgica del Noroeste). Ensayos mecánicos. Dos chapas soldadas marcadas con las siglas B y C. Resiliencia (Probeta Charpy en V).	363

2. 4. 2. 2. Ensayos mecánicos. Tracción (HJB). Plegado (HJB). Resiliencia (AIMEN).....	364	6. Preparación. H.V.T. Espesor 0 a 4 mm. (página 377).....	371
2. 4. 2. 3. Aimen. Ensayos mecánicos. Dos chapas soldadas, ref. B y C. Resiliencia (Probeta ASTM A-370, Fig. 11 tipo A).....	365	7. Preparación. H.V.T. Espesor >16 mm. (página 378).....	371
2. 4. 2. 4. Hijos de J. Barreras. Ensayos mecánicos.....	366	2. 4. 3. 2. Soldadura semiautomática. Figuras.....	379
2. 4. 2. 5. Bureau Veritas. Radiografiado. Soldadura por una sola cara. Procedimiento semiautomático.....	367	8. Preparación. H.V.C.T. Espesor de 1 a >6 mm. (página 380).....	379
2. 4. 2. 6. Aimen. Macrografía. Probeta nº 1.....	368	9. Preparación. H.V.C. Espesor de 6 a >15 mm. (página 381).....	379
2. 4. 2. 7. Aimen. Macrografía. Probeta nº 2.....	369	10. Preparación. C.H.V. Espesor de >6 a >15 mm. (página 382).....	379
2. 4. 2. 8. Aimen. Macrografía.....	370	11. Preparación. H.V.C. Espesor >6 mm. (página 383).....	379
2. 4. 3. Hijos de J. Barreras. Dimensiones y tolerancias para la preparación de bordes en chapas (1988-1989).....	371	12. Preparación. H.V.C. Espesor >16 mm. (página 384).....	379
2. 4. 3. 1. Soldadura manual. Figuras.....	371	13. Preparación. H.V.T. (página 385).....	379
1. Preparación. H (Horizontal),V (Vertical),C (Cornisa),T (Techo). Espesor 1 a 14 mm. (página 372).....	371	14. Preparación. H.V.T. Espesor >16 mm. (página 386).....	379
2. Preparación. H.V.T.C. Espesor de 6 a >15 mm. (página 373).....	371	2. 4. 3. 3. Soldadura semiautomática (con soporte). Figuras.....	387
3. Preparación. C.H.V.T. Espesor >6 a >15 mm. (página 374).....	371	15. Preparación. H.V.C.VD (vertical descendente). Espesor de 6 a 30 mm.....	387
4. Preparación. H.V.T.C. Espesor >6 mm. (página 375).....	371	2. 4. 3. 4. Soldadura por arco sumergido. Figuras.....	388
5. Preparación. H.V.T.C. Espesor >16 mm. (página 376).....	371	16. Preparación. H. Espesor de 6 ≥ 20 mm.....	388
		2. 4. 4. Estudio realizado por Hijos de J. Barreras para prevenir deformaciones en las planchas, originadas por la utilización de la soldadura, y garantizar las mejores uniones sin exceso de metal depositado.....	389
		2. 4. 4. 1. Medio de evitar concentraciones locales.....	389

2. 4. 4. 2. Evitar el cruce de soldadura.....	390	2. 4. 5. Homologación de procedimientos de soldadura y soldadores efectuada en las instalaciones de HIJOS de J. BARRERAS. Bureau Veritas (Vigo) 1991.....	403
2. 4. 4. 3. Soldadura de retorno alrededor de las extremidades y evitar cambios bruscos de sección.....	391	2. 4. 5. 1. Bureau Veritas (Vigo). Resultados de la homologación de los procedimientos de soldadura y soldadores.	404
2. 4. 4. 4. Imbornales.	392	2. 4. 5. 2. Bureau Veritas .Resultados de la homologación de los procedimientos de soldadura y soldadores. Continuación.....	405
2. 4. 4. 5. Amuradas.....	393	2. 4. 5. 3. Bureau Veritas. Certificado de homologación del procedimiento (1) GMAW (Semiautomática con Gas CO ₂).	406
2. 4. 4. 6. Quillas de balance y métodos de soldadura.	394	2. 4. 5. 4. Bureau Veritas. Certificado de homologación del procedimiento (2) SMAW (Manual con electrodos).	407
2. 4. 4. 7. Remache y soldadura combinados.....	395	2. 4. 5. 5. Bureau Veritas. Certificado de homologación del procedimiento (3) SAW (Arco Sumergido).	408
2. 4. 4. 8. Orden en que se sueldan las planchas.....	396	2. 4. 5. 6. Bureau Veritas. Calificación de soldadores (WQR). Proceso de soldadura (1) GMAW. Nº operario: 3266.....	409
2. 4. 4. 9. Orden de soldadura en armazones complicados y soldadura de la estructura de un sub-armado a las planchas.....	397	2. 4. 5. 7. Bureau Veritas. Calificación de soldadores (WQR). Proceso de soldadura (2) SMAW. Nº operario: 3204.	410
2. 4. 4. 10. Orden en que se efectúa la soldadura de las planchas y el armazón cuando ambas operaciones se realizan simultáneamente.....	398	2. 4. 5. 8. Bureau Veritas. Calificación de soldadores (WQR). Proceso de soldadura (3) SAW. Nº operario: 1722.	411
2. 4. 4. 11. Orden en que efectúa la soldadura para unir grandes superficies de planchas.	399	2. 4. 6. Certificados de materiales. Planchas para la homologación de soldadores. Bureau Veritas (Vigo).....	412
2. 4. 4. 12. Efecto de la soldadura de refuerzo en las planchas y grapas de montaje.....	400		
2. 4. 4. 13. Soldaduras de topes.	401		
2. 4. 4. 14. Secuencia de soldadura para tapar un portillo.....	402		

2. 4. 6. 1. Certificado de las regletas de soldadura para la homologación de soldadores suministradas por LOMBA.	413
2. 4. 6. 2. Análisis físico, mineralógico y químico de las regletas para la homologación de soldadores suministradas por LOMBA.	414
2. 4. 6. 3. Difractograma de las regletas de soldadura suministradas por LOMBA (Pontevedra).	415
2. 4. 7. Certificado del gas Anhídrido Carbónico (CO ₂) suministrado por Carburos Metálicos (División carbónico - Barcelona). Bureau Veritas (Vigo).	416
2. 4. 8. Certificado del hilo tubular Filarc PZ 6113 con diámetros 1,2 y 1,6 mm para soldadura en atmósfera CO ₂ y mezcla (Ar+CO ₂ : 80/20). Bureau Veritas.	417
2. 4. 8. 1. Certificado de Filarc Soldadura sobre el hilo tubular Philips PZ 6113. Bureau Veritas.	419
2. 4. 9. Bureau Veritas (Bilbao-Vigo). Certificado del hilo sólido CM. K-56 a nombre de Carburos Metálicos.	420
2. 4. 9. 1. Certificado de calidad del hilo-electrodo para soldadura bajo gas: CM. K-56. Solicitado a ARLASA (Álava).	421
2. 4. 9. 2. Descripción del hilo-electrodo CM. K 56 H. Phoenix-Union.	422
2. 4. 10. Bureau Veritas (Zaragoza-Vigo) Certificado del hilo tubular/Gas para soldadura semiautomática, Fluxofil 12 de Oerlikon Soldadura.	424
2. 4. 10. 1. Oerlikon. Aplicaciones, características, propiedades y análisis del hilo tubular Fluxofil 12 (MAG). Bureau Veritas (Vigo).	426

2. 4. 11. Bureau Veritas (Vigo). Certificado de materiales de aportación para soldadura. Aprobación para el electrodo básico (Superano 54) comercializado por Soldadura Actarc-Quijano (Madrid).	427
2. 4. 12. Bureau Veritas (Gijón-Vigo). Certificado de 351 chapas (Naval clase A) suministradas por Ensidesa (Gijón).	428
2. 4. 12. 1. Ensidesa (Gijón). Certificados de inspección de chapa (Naval clase A). Figuras.	429
1. Chapa naval clase "A". Certificado con fecha: 24/01/91.	429
2. Chapa naval clase "A". Certificado con fecha: 19/02/91.	430
2. 4. 13. Aimen. Certificados de ensayos mecánicos. Homologación de procedimiento S/ASME IX. Probetas a tracción y doblado lateral. Bureau Veritas (Vigo). Figuras.	431
1. Probetas a tracción y doblado. Bureau Veritas.	432
2. 4. 14. Bureau Veritas (Vigo). Control no destructivo (radiografiado). Homologación de procedimiento y soldadores. Figuras.	433
1. Control no destructivo (radiografiado). Defectos: aceptable y no aceptable. (página 434)	433
2. Control no destructivo (radiografiado). Defectos: repetir placa, aceptable y no aceptable. (página 435)	433
3. Control no destructivo (radiografiado). Defectos: aceptable. (página 436)	433

4. Control no destructivo (radiografiado). Defectos: aceptable. (página 437)	433	2. 5. 5. 1. Las densidades de corriente máximas admisibles.....	451
5. Control no destructivo (radiografiado). Defectos: aceptable. (página 438)	433	2. 5. 5. 2. La cadencia de trabajo o factor operacional	452
2. 4. 15. Revista “ Vida Marítima ” (1932). Anuncio de HIJOS de J. Barreras, S.A.- Vigo. Navieros y consignatarios. Ingenieros constructores navales.....	439	2. 5. 5. 3. La preparación de los chaflanes	453
2. 5. ESTUDIO SOBRE EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA SOLDADURA EN LA CONSTRUCCIÓN NAVAL. DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA. FACTORÍA DE MATAGORDA (CÁDIZ). ASTILLEROS ESPAÑOLES, S.A.	440	2. 5. 5. 4. La elección del gas.	454
2. 5. 1. Aprovechamiento de los electrodos por la longitud de las puntas sobrantes. .	440	2. 5. 5. 5. El tipo de electrodo o varilla.	456
2. 5. 2. Aumento de la productividad con la utilización de nuevos procedimientos de soldar con electrodos manuales.	442	2. 5. 5. 6. Aumento de la productividad de la soldadura semiautomática con la reducción de los tiempos auxiliares.....	457
2. 5. 2. 1. Procedimiento de soldadura por “dos electrodos”, desarrollado en la Factoría de Sestao (Vizcaya).	442	2. 5. 6. Aumento de la productividad de la soldadura automática por arco sumergido.	459
2. 5. 2. 2. Las máquinas gravimétricas.	443	2. 5. 6. 1. Diámetro del electrodo.	459
2. 5. 2. 3. Las máquinas de autocontacto.	445	2. 5. 6. 2. Longitud libre desde el contacto eléctrico hasta la punta del electrodo.	460
2. 5. 3. Soldadura por una cara con electrodos manuales.	446	2. 5. 6. 3. Número de electrodos de la máquina de soldar.....	461
2. 5. 4. Aumento de la productividad de la soldadura manual por una buena elección de electrodos.	448	2. 5. 6. 4. Tipo de corriente de soldadura.....	462
2. 5. 5. Aumento de la productividad de la soldadura semiautomática.....	451	2. 5. 6. 5. Tipo de flux.....	463
		2. 5. 6. 6. Aumento de la velocidad de soldeo.	464
		2. 5. 6. 7. La utilización de la varilla cortada sobre el chaflán (“v.c.”).....	464
		2. 5. 6. 8. La reducción de los tiempos auxiliares.	465
		2. 5. 7. Aumento de la productividad de la soldadura por una sola cara en Paneles Planos.....	468

2. 5. 8. Aumento de la productividad de la soldadura por Electrogas para uniones a tope en posición vertical.	471
2. 5. 9. Aumento de la productividad de la soldadura por Electroescoria.	474
2. 5. 10. Aumento de la productividad de la soldadura con la reducción de los tiempos auxiliares.	475
2. 5. 11. Aumento de la productividad de la soldadura con la reducción de los tiempos específicos.	483
2. 5. 12. Aumento de la productividad de la soldadura en el proyecto del buque.	484
2. 5. 13. Evolución de las técnicas de soldadura. Figura.	487
2. 6. RADIOGRAFÍAS DE SOLDADURA EN GRADA. FACTORÍA DE OLAVEAGA (BILBAO). ASTILLEROS ESPAÑOLES, S.A. (1981 - 1983) LLOYD'S REGISTER (BILBAO). PLANOS.	488
1. Radiografía de soldadura en grada. Factoría de Olaveaga (Bilbao, 1981). (página 491)	488
2. Radiografía de soldadura en grada. Factoría de Olaveaga (Bilbao, 1983). (página 493)	489
2. 7. CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE "SESTAO KNUITSEN" (LNG GAS NATURAL LICUADO). ASTILLERO DE SESTAO (VIZCAYA). IZAR (2005).	495
2. 7. 1. Generalidades.	496

2. 7. 2. Estructura.	498
2. 7. 3. Denominación. Cuaderna Maestra. LNG Tanker 138.000 m3 (C 331).	500
1. Numeral del equipo. (página 503)	500
2. Espaciado. (página 505)	500
3. Longitudinales. (página 507)	500
4. Cuaderna ordinaria. (página 509)	500
5. Bulárcama. (página 511)	500
6. Detalles consolas. (página 513)	500
7. Detalles alineaciones planchas. (página 515)	500
8. Detalles aberturas y esquinas de tanques. (página 517)	500
9. Detalles de soldaduras. (página 519)	500
10. Detalles "A1", "A2" y secciones. (página 521)	500
11. Detalles "A5", "A6" y secciones. (página 523)	500
2. 8. ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA (W.P.S.). ASTILLEROS DE SESTAO. ASTILLEROS ESPAÑOLES, S.A.(1999).	525
1. Proceso automático (arco sumergido 12 - SAW) en chapa plana para pasada múltiple por ambas caras con 1 electrodo de 4 mm de diámetro y cordón recto. (página 526 - página 527)	525

2.	Proceso manual (electrodo revestido 111 - SMAW tipo básico) en chapa/tubo con pasada múltiple por ambos lados de una cara con 1 electrodo de 4 mm de diámetro y cordón recto. (página 528 - página 529).....	525
3.	Proceso semiautomático (135 - GMAW) y automático (arco sumergido 12 - SAW) en chapa, tubo y chapa/tubo con soporte cerámico y pasada múltiple por un lado y cordón recto. 1ª pasada con (GMAW) y electrodo de de diámetro 1,2 mm y de 2ª a 13ª pasadas con (SAW) y electrodo de diámetro 4 mm. (página 530 - página 531).....	525
4.	Proceso semiautomático (136 MCW) en chapa, tubo y chapa/tubo con pasada múltiple por ambas caras y cordón recto. Todas las pasadas con (MCW) y electrodo de 1,2 mm de diámetro. (página 532 - página 533).....	525
2. 9.	ÍNDICE DE FUENTES.....	534
2. 9. 1.	Archivos de empresas.....	534
2. 9. 2.	Documentos electrónicos.....	536
2. 9. 3.	Bibliografía.....	536
2. 10.	CONCLUSIONES.....	538
3.	CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS SOLDADAS	
	EN EL SECTOR INDUSTRIAL FERROVIARIO (1923-1980).....	547
3. 1.	CONSERVACIÓN DE VÍAS MEDIANTE SOLDADURA, (1923).....	549
3. 1. 1.	Aplicaciones prácticas de la soldadura eléctrica y otras técnicas de unión.....	556
3. 2.	XI CONGRESO INTERNACIONAL DE FERROCARRILES. (MADRID, 1930). LAS LIMITACIONES DE LA SOLDADURA Y SUS VENTAJAS.....	562
	1. Foto. 1. Ensayos de soldadura de juntas de carriles. (1926).....	563
3. 3.	CONSTRUCCIÓN CON SOLDADURA DE LA ESTRUCTURA METÁLICA DE UN VAGÓN PLATAFORMA. A. GOICOECHEA (1927).....	564
3. 4.	LAS APLICACIONES DE LA SOLDADURA OXIACETILÉNICA Y ELÉCTRICA MANUAL CON ELECTRODO EN LOS TALLERES DE FERROCARRILES. A. GOICOECHEA (1930).....	570
3. 5.	REPARACIONES DE BANDAJES EN RUEDAS DE FERROCARRIL CON APARATO AUTOMÁTICO DE SOLDADURA ELÉCTRICA CON ELECTRODO. E. BONNET (1927).....	572
3. 6.	COCHE TRANVÍA Tipo 100 CON CAJA METÁLICA SOLDADA (1947).....	574
3. 6. 1.	Plano. MATERIAL MÓVIL Y CONSTRUCCIONES. (Zaragoza, 1942).....	576
	1. Conjunto coche motor. (página 577).....	576
3. 6. 2.	Fotos.....	578
	1. Tranvía Tipo 100 equipado.....	578
	2. Tranvía Tipo 100 interior.....	578
3. 7.	HISTORIA DE LA EMPRESA MATERIAL MÓVIL Y CONSTRUCCIONES ANTIGUOS TALLERES CARDE Y ESCORIAZA. DESDE 1971, CONSTRUCCIONES Y AUXILIAR DE FERROCARRILES (CAF). ZARAGOZA (1960).....	579
3. 7. 1.	Taller de fabricación.....	579
	1. Taller de fabricación.....	580

2. Taller de fabricación.....	580	3. 10. 1. Informe de la visita de CAF y MMC a la empresa CAREL FOUCHÉ para conocer las técnicas de montaje de cajas en inoxidable. Tratamiento de chapa inoxidable y soldadura por puntos.	598
3. 7. 2. Taller de montaje.....	581	3. 10. 2. Construcción de cerchas, traviesas de bastidor (soldadura con pinzas, manual y máquina fija) y bastidores (soldadura eléctrica manual para uniones de inoxidable con acero normal).....	599
1. Taller de montaje.....	582	3. 10. 3. Continuación montaje de bastidor. Tratamiento de superficies inoxidables previo a soldeo por puntos con pinzas. Control de calidad de puntos: intensidad, presión y espesor.	600
2. Taller de montaje.....	582	3. 10. 4. Embutición y estanqueidad de cajas.	601
3. 8. ENSAYOS DE TRAVIESAS BAILADORAS SOLDADAS. CAF. (BEASAIN, GUIPÚZCOA. 1963).	583	3. 10. 5. Planos. Tren eléctrico en acero inoxidable para RENFE. (CAREL FOUCHÉ).	602
3. 8. 1. Planos. CAF.	583	1. Vistas exteriores. (página 603).....	602
1. Traviesa Bailadora. (página 585).....	583	2. Traviesa de cabeza delantera. Detalles de soldadura. (página 605).....	602
2. A. Traviesa Bailadora. B. Traviesas Intermedias. (página 587).....	583	3. Largueros de bastidor. Uniones de elementos en inoxidable con soldadura eléctrica. (página 607).....	602
3. 9. SUSTITUCIÓN DE VAGONES DE MADERA POR METÁLICOS SOLDADOS. COMPAÑÍA GENERAL DE FERROCARRILES CATALANES. (BARCELONA, 1965).	588	4. Bastidor parte delantera. Detalles de soldadura. (página 609).....	602
3. 9. 1. Coches completamente metálicos. Comparación con los de madera. XI Congreso Internacional de Ferrocarriles. (Madrid, 1930).	590	5. Parte trasera del chasis. Detalles de soldadura. (página 611).....	602
3. 9. 2. Plano. (CAF, 1965).....	591	3. 10. 6. Fotos. Construcción en acero inoxidable. (CAREL FOUCHÉ).	613
1. Conjunto. (página 593).....	591	1. Tren equipado. (página 613).....	613
3. 10. PROYECTO DE TRENES ELÉCTRICOS EN ACERO INOXIDABLE SOLDADO PARA CONCURSO DE RENFE (1965). EMPRESAS PARTICIPANTES: CAF Y MMC, CAREL FOUCHÉ (CAJA), FIVE-LILLE (BOGIES MOTORES) Y DIETRICH (BOGIES PORTANTES).CAF Y MMC APREMIAN A CAREL FOUCHÉ (FRANCIA) A PRESENTAR TODOS LOS DATOS TÉCNICOS Y DE EJECUCIÓN. CORRESPONDENCIA.	595		

2. Parte frontal. (página 614).....	613
3. Puertas. (página 614).....	613
4. Interior de 1ª clase. (página 615).....	613
5. Interior de caja en fabricación con puntos de soldadura visibles. (página 616).....	613
6. Bastidor en fabricación. (página 617).....	613
7. Armadura de cubierta y bastidor con pórticos para soldadura por puntos. (página 618).....	613
3. 11. RENFE INFORMA A MMC SOBRE DEFICIENCIAS EN TRABAJOS DE SOLDADURA EFECTUADOS EN VEHÍCULOS. (MADRID, 1959). CORRESPONDENCIA.....	619
3. 11. 1. Instrucciones de RENFE para el reconocimiento no destructivo de piezas del material motor y remolcado destinado a las Industrias Auxiliares que construyen y reparan material ferroviario en España. (Madrid, 1969).....	620
3. 11. 2. Adquisición de equipos de ultrasonidos. Capacitación de personal para reconocimientos de elementos de rodaje sometidos a grandes esfuerzos.	621
3. 11. 3. Reconocimientos obligatorios y decisiones sobre piezas analizadas.....	622
3. 11. 4. Reconocimientos por ultrasonidos.....	623
3. 11. 5. Certificación de ejes propiedad de RENFE. Marcas y señales que identifican un eje útil y no útil.....	624
3. 11. 6. Ejes inútiles propiedad de RENFE y certificaciones de ejes de propiedad particular.....	625

3. 11. 7. Parte mensual de reconocimiento de ejes.....	626
3. 11. 8. Parte mensual de reconocimiento de aros y ruedas enterizas por ultrasonidos.....	626
3. 11. 9. Ficha para ejes detectados defectuosos por ensayo ultrasónico.....	627
3. 11. 10. Ficha del reflectograma y situación del defecto en los ejes.....	628
3. 11. 11. Acta de reconocimiento de ejes.....	629
3. 12. REUNIONES DE CAF Y MMC EN FACTORÍAS EUROPEAS PARA CONOCER EXPERIENCIAS EN CONSTRUCCIÓN DE CAJAS DE ALUMINIO. VENTAJAS E INCONVENIENTES TÉCNICOS DEL EMPLEO DE LA SOLDADURA EN ALUMINIO. (1970).....	630
3. 12. 1. Informe de ALUSUISSE.....	630
3. 12. 2. Informe de ORESTEIN-KOPPEL.....	631
3. 12. 3. Informe de CAREL FOUCHÉ.....	632
3. 12. 4. Informe de D.W.M.....	633
3. 12. 5. Informe de FIAT.....	633
3. 12. 6. Informe de S.I.G.....	635
3. 12. 7. Valoraciones de las ventajas e inconvenientes del empleo del aluminio en la construcción de material ferroviario después de conocer las experiencias europeas.....	639

3. 13. PROYECTO DE UNIDADES AUTOMOTORAS PARA LAS NUEVAS LÍNEAS DEL METRO DE MADRID. (CAF,1972).....	642
3. 13. 1. Descripción general.	642
3. 13. 2. Armadura del bastidor.	643
3. 13. 3. Armadura de costados y cubierta.	643
3. 13. 4. Revestimiento de cubierta.	643
3. 13. 5. Testero opuesto a cabina.	643
3. 13. 6. Tabique y puerta separación cabina.	643
3. 13. 7. Planos. (CAF. Zaragoza, 1972).....	644
1. Conjunto unidad. (página 645)	644
2. Conjunto armadura bastidor. (página 647)	644
3. Tope. (página 649).....	644
4. Acoplamiento corto. (página 651).....	644
3. 14. INFORMACIÓN SOLICITADA SOBRE MÁQUINAS DE SOLDADURA POR ROLDANA TIPO PORTAL. CAF. (BEASAIN, 1975).....	653
1. Soldadura por roldana con máquina tipo portal SCHLATTER.....	653
2. Respuesta de SCHLATTER Española a la solicitud de información de CAF-Beasain.	655

3. 15. PINZAS DE SOLDADURA POR RESISTENCIA UTILIZADAS EN LA INDUSTRIA FERROVIARIA. ARO.	656
1. Pinza L-4311. (página 657).....	656
2. Pinza L-6421 T. (página 658).....	656
3. Pinza T-9601. (página 659).....	656
3. 16. ÍNDICE DE FUENTES.	660
3. 16. 1. Archivos.	660
3. 16. 2. Documentos electrónicos.....	661
3. 17. CONCLUSIONES.	663

4. CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS SOLDADAS

EN EL SECTOR INDUSTRIAL DE LA AUTOMOCIÓN (1910-2000).....	671
4. 1. LA SOLDADURA AUTÓGENA POR LA MEZCLA OXIACETILÉNICA EN LOS TALLERES DE PRINCIPIOS DEL SG. XX.....	673
4. 1. 1. El aparato SCHUMACHER de soldadura oxiacetilénica en los talleres de fabricación y reparación de automóviles. (1910).	676
4. 2. LA SOLDADURA EN LOS TALLERES DE AUTOMÓVILES. (1926).....	679
4. 3. CONSTRUCCIÓN SOLDADA DE AMBULANCIA SANITARIA. (1937-1938). PLANOS. MATERIAL MÓVIL Y CONSTRUCCIONES.	682
1. Conjunto de ambulancia sanitaria sobre chasis Ford V8. (página 683)	682

2. Testero de cabina (vista interior). (página 685).....	682
3. Montaje y detalles de ventanas de testero (lado cabina). Soldadura a estaño. (página 687)	682
4. Bastidores de ventanas de puertas posteriores. Soldadura autógena y a estaño. (página 689)	682
4. 4. FABRICACIÓN DE CABINAS CORTAS SOLDADAS PARA CAMIÓN BARREIROS.	
PRESUPUESTO POR UNIDAD Y PRECIO POR PUNTO DE SOLDADURA (1959-1961).	691
4. 4. 1. Operaciones de montaje, fabricación y precio por operación.	691
1. Marco de parabrisas. (página 692).....	691
2. Panel lateral trasero. (página 693)	691
3. Panel interior del lateral trasero. (página 694).....	691
4. Panel interior. Puerta izda. y dcha. (página 695).....	691
5. Trasera central (conjunto). (página 696).....	691
4. 4. 2. Planos. MMC.	697
1. Esquema plantillaje cabina Barreiros. (página 699)	697
2. Conjunto puerta. (página 701).....	697
3. Conjunto hueco puerta. (página 701)	697
4. Conjunto paneles interiores parte frontal. (página 702).....	697

5. Conjunto capó. (página 702)	697
6. Conjunto techo. (página 703)	697
7. Conjunto piso. (página 703).....	697
4. 4. 3. Fotos.	704
1. Cabina corta. Carrozado sobre camión Barreiros. Furgón taller (I). (página 705).....	704
2. Cabina corta. Carrozado sobre camión Barreiros. Furgón taller(II). (página 705).....	704
3. Cabina. Puerta conductor. (página 706).....	704
4. Cabina. Asiento conductor. (página 706).....	704
5. Cabina. Interior. (página 707)	704
6. Cabina. Asientos. (página 707).....	704
4. 5. CARROZADO DE AUTOBÚS MONOTRAL PEGASO - VIBERTI. (1959).	708
4. 5. 1. Planos. MMC.	708
1. Conjunto autobús. (página 709)	708
2. Detalles techo. (página 711).....	708
4. 5. 2. Fotos. Carrozado de autobús Monotral PEGASO-Viberti.	713
1. Armazón metálico soldado.....	713
2. Armazón metálico soldado. Delantera. (página 714).....	713
3. Autobús carrozado soldado con plancha y chapa acanalada. (página 714)	713

4. 6. REMOLQUE SOLDADO PARA TRANSPORTE DE VIAJEROS CON FRENTE CUADRADO Y OVAL (1957-1961).....	715	8. Alzacristales. (página 742 y página 743).....	730
4. 6. 1. Símbolos de soldadura generales. Descripción.....	715	9. Lunas. (página 744).....	730
4. 6. 2. Planos. Remolques (Fruehauf-CAF).....	719	10. Asientos posteriores. (página 745 y página 746).....	730
1. Bastidor de remolque frente cuadrado. (página 721)	719	11. Anclajes de los cinturones de seguridad. (página 747 y página 748).....	730
2. Detalles y notas generales sobre soldadura de plano 1. (página 723).....	719	12. Montaje en el coche de los cinturones de seguridad. (página 749)	730
3. Plataforma oval. (página 725).....	719	4. 8. PALA ARTICULADA 1022 EBRO (1977-1978).....	750
4. Detalles y notas generales sobre soldadura de plano 3. (página 727).....	719	4. 8. 1. Planos. (CAF, Zaragoza).....	751
5. Remolque para transporte de viajeros. (página 729)	719	1. Conjunto cuchara 800 L(I). (página 753).....	751
6. Bastidor rebajado. (página 729)	719	2. Cuchara 800 L(II). (página 755).....	751
4. 7. MONTAJE Y SOLDADURA DE LA CARROCERÍA DEL SEAT 1500 (1971)	730	3. Balancín de volteo. (página 757)	751
1. Parachoques anterior y posterior. (página 731 y página 732).....	730	4. Conjunto depósito combustible. (página 759)	751
2. Capó anterior. (página 733 y página 734)	730	5. Conjunto chapa inferior depósito combustible. (página 761).....	751
3. Capó posterior. (página 735 y página 736).....	730	6. Conjunto tubo de llenado de depósito combustible. (página 763).....	751
4. Tapa boca llenado gasolina. (página 737).....	730	4. 8. 2. Fotos. Pala articulada 1022 EBRO.	764
5. Puertas. (página 738 y página 739).....	730	1. Cuchara vista lateral. (página 765).....	764
6. Cerradura (I). (página 740).....	730	2. Cuchara vista frontal. (página 765).....	764
7. Cerradura (II). (página 741).....	730	3. Balancín de volteo. (página 766).....	764

4.	Cordones de soldadura en cilindros y chapas soporte de eje. (página 767).....	764
4. 9.	FABRICACIÓN DE VEHÍCULOS JEEP MODELOS VJ, SV, CJ Y COMANDO. MODIFICACIONES REALIZADAS CON SOLDADURA. DESPERFECTOS. (VIASA, 1968-1979).....	768
4. 9. 1.	Modificaciones realizadas en la cadena de montaje de VJ (1968).....	768
4. 9. 1. 1.	Bastidor.....	768
4. 9. 1. 2.	Motor.....	768
4. 9. 1. 3.	Puertas.....	768
4. 9. 1. 4.	Cabinas metálicas.....	768
4. 9. 1. 5.	Carrocería exterior.....	769
4. 9. 2.	Modificaciones realizadas en la cadena de montaje de CJ (1972).....	769
4. 9. 2. 1.	Soporte de dirección.....	769
4. 9. 3.	Modificaciones realizadas en la cadena de montaje de SV (1972).....	769
4. 9. 3. 1.	Fisuras en cárter de aceite de motor Barreiros C-65.....	769
4. 9. 3. 2.	Modelos SV.....	770
4. 9. 4.	Desperfectos en anclajes de cinturones de vehículos CJ y Comando (1978).772	
4. 9. 4. 1.	Conclusiones sobre ensayo de anclajes de cinturones de seguridad en vehículo Jeep Comando (1979).....	773
4. 9. 5.	Fotos y dibujo. Jeep modelos SV, CJ y Comando.....	773

1.	Jeep Comando berlina capota metálica. (página 774).....	773
2.	Jeep Comando descapotable lona. (página 774).....	773
3.	Jeep Comando básico sin capota. (página 775).....	773
4.	Jeep SV Campeador. (página 775).....	773
5.	Jeep SV Toledo. (página 776).....	773
6.	Jeep CJ/largo 3 puertas capota modular y armazón de seguridad. (página 776).....	773
4. 9. 6.	Publicidad. Jeep CJ y Comando.....	777
1.	Jeep Comando.....	777
2.	Jeep CJ.....	777
4. 10.	REPARACIONES POR SOLDADURA DEL SEAT 127. (ACTUALIZADO A SEPTIEMBRE 1984).....	779
4. 10. 1.	Reparación de elementos externos de la carrocería con soldadura.....	781
1.	Sustitución del revestimiento anterior completo. Sustitución del revestimiento lateral anterior. Sustitución del techo. (página 782).....	781
2.	Sustitución del techo (continuación). Sustitución del revestimiento posterior. Sustitución del revestimiento posterior inferior. (página 783).....	781
3.	Sustitución de la faldilla posterior y el vano de puerta. (página 784).....	781
4. 10. 2.	Revestimientos de la carrocería.....	784

1. Sustitución de la parte anterior del revestimiento guardabarros mediante uniones con soldadura oxiacetilénica, con electrodo en gas inerte, por puntos o con soldadura de latón.....	784
4. 10. 3. <i>Piezas componentes de la carrocería</i>	787
1. Piezas componentes del armazón del piso de la carrocería. (página 788).....	787
2. Piezas componentes del armazón anterior. (página 789).....	787
3. Piezas componentes del armazón posterior (versión 2 y 3 puertas). (página 790).....	787
4. Piezas componentes de los revestimientos posteriores (versión 2 y 3 puertas). (página 791).....	787
4. 11. MÉTODOS, MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA UTILIZADOS EN LA FABRICACIÓN Y REPARACIÓN DE COMPONENTES DE CARROCERÍAS EN LA INDUSTRIA DE LA AUTOMOCIÓN (1993-2000) CESVIMAP. FUNDACIÓN MAPFRE.	792
4. 11. 1. <i>La soldadura de termoplásticos. La reparación de plásticos del automóvil (1993)</i>	792
4. 11. 2. <i>La soldadura por puntos de resistencia (1994)</i>	799
4. 11. 3. <i>La soldadura Mig-Mag (1994)</i>	810
4. 11. 4. <i>Aceros de alto límite elástico (HSLA) para la fabricación de componentes estructurales de la carrocería (1996)</i>	822
4. 11. 5. <i>Nuevos materiales y tecnologías de unión en la fabricación de carrocerías (2000)</i>	828

4. 11. 5. 1. La soldadura láser.....	828
4. 11. 5. 2. La estampación a medida (Tailored blanks) con soldadura láser.....	828
4. 11. 5. 3. La hidroconformación.....	829
4. 11. 5. 4. Los termoplásticos.....	830
4. 11. 5. 5. Tecnología híbrida.....	831
4. 11. 5. 6. Los paneles tipo sandwich.....	832
4. 12. ÍNDICE DE FUENTES.....	833
4. 12. 1. <i>Archivos</i>	833
4. 12. 2. <i>Documentos electrónicos</i>	834
4. 12. 3. <i>Bibliografía</i>	836
4. 13. CONCLUSIONES.....	837
5. CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS SOLDADAS EN EL SECTOR INDUSTRIAL DEL GAS-PETRÓLEO (1918-2000)	843
5. 1. LAS MATERIAS INICIALES DE LAS SOLDADURAS AUTÓGENAS CON MEZCLAS GASEOSAS. HIDRÓGENO. OXÍGENO. ACETILENO.....	845
5. 1. 1. <i>Hidrógeno</i>	845
5. 1. 2. <i>Oxígeno</i>	845
5. 1. 3. <i>Acetileno</i>	846

5. 2. RECOMENDACIONES PARA PREVENIR ACCIDENTES EN EL EMPLEO DE LA SOLDADURA OXIACETILÉNICA. IX CONGRESO INTERNACIONAL DEL ACETILENO Y DE LA SOLDADURA AUTÓGENA. (BRUSELAS, 1927).....	847	1. Detalles. (página 867).....	866
5. 2. 1. <i>Accidentes laborales ocasionados por el uso de la soldadura oxiacetilénica en España. Noticias aparecidas en los periódicos de Madrid. (1928-1932)</i>	848	2. Esquema. (página 869).....	866
1. La Libertad. Madrid, 17 de julio de 1928. (página 849).....	848	3. Conjunto general. (página 871).....	866
2. La Época. Madrid, 28 de noviembre de 1928. (página 850).....	848	4. Aspirador. (página 872).....	866
3. Heraldo de Madrid. Madrid, 9 de enero de 1931. (página 851).....	848	5. 5. 3. <i>Publicidad del gasógeno IMBERT</i>	873
4. La Voz. Madrid, 8 de enero de 1932. (página 852).....	848	1. Instalación en vehículos.	873
5. 3. LA EVOLUCIÓN DE LAS SOLDADURAS OXIACETILÉNICA Y ELÉCTRICA AL ARCO CON ELECTRODOS EN RECIPIENTES A PRESIÓN. ENSAYOS SOBRE PROBETAS Y COMPARATIVAS DE AMBOS PROCEDIMIENTOS (1935).....	853	2. IMBERT autogasógenos.....	874
5. 4. CENTENARIO DEL DESCUBRIMIENTO DEL ACETILENO (DAVY, 1836). XII CONGRESO INTERNACIONAL DEL ACETILENO, SOLDADURA OXIACETILÉNICA E INDUSTRIAS ANEJAS. (LONDRES, 1936).....	859	5. 5. 4. <i>Otras marcas de gasógenos. CODEGÁS</i>	875
5. 5. EL GASÓGENO DE LEÑA IMBERT. CARACTERÍSTICAS. (1942).....	864	1. Camión con gasógeno instalado.	875
5. 5. 1. <i>Fabricación soldada del gasógeno IMBERT</i>	866	2. Foto. Vehículo con gasógeno. (página 876).....	875
1. Montaje y soldadura de elementos.....	866	5. 6. DEPÓSITOS DE GASOLINA SOLDADOS A LA AUTÓGENA (1949).....	876
2. Presupuesto de soldadura de elementos, pintura, aspirador, tornillería y juntas.	866	5. 7. FABRICACIÓN DE LAS PRIMERAS CALDERAS DE BABCOCK & WILCOX (SESTAO, VIZCAYA) CON TAMBORES A PRESIÓN UNIDOS POR SOLDADURA ELÉCTRICA PARA EBRO AZUCARERA Y ALCOHOLES (1954-1955).	880
5. 5. 2. <i>Planos y esquemas del gasógeno</i>	866	5. 7. 1. <i>Planos. BABCOCK & WILCOX</i>	880
		1. Disposición general de la caldera. (página 881).....	880
		2. Detalles de los tambores soldados. (página 883).....	880
		3. Fondos para tambor soldado. (página 885).....	880

4. Diafragma en el tambor inferior. (página 887)	880	5. 10. 1. Planos. 1.Cliente: (IBARROLA, Madrid) 2.Cliente: (BREICSA, Calatrava-Santander)	903
5. 8. CONSTRUCCIÓN SOLDADA DE GASÓMETRO HÚMEDO TELESCÓPICO DE 4000 M ³ . DURO FELGUERA (1955).....	889	1. Tanque de 26 metros de diámetro y 14 metros de altura para almacenamiento de productos petrolíferos pesados. Fondo y envolvente (DURO FELGUERA 1963). (página 905)	903
5. 8. 1. Los gasómetros telescópicos.....	889	2. Tanque de techo cónico de 53'4'' diámetro x 52'6''. Fondo y envolvente. Conjunto y detalles. (DF 1964). (página 907).....	903
5. 8. 2. Plano y foto de gasómetro.	890	5. 11. CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITOS A PRESIÓN SOLDADOS (1963-1965).....	909
1. Plano. Indicador de presión del gas: Mecanismo reductor. Bastidor de apoyo y escaleras de acceso: Conjunto y detalles. Sociedad Metalúrgica DURO FELGUERA.	890	5. 11. 1. Planos. 1 y 2. Cliente: (LUMMUS ESPAÑOLA)	909
2. Foto. Gasómetros en La Felguera (Asturias). (página 893)	890	1. Depósito a presión K.O. Drum.m. FA913. Conjunto y detalles. (DF 1963). (página 911).....	909
5. 9. VAGONES CISTERNA SOLDADOS PARA TRANSPORTE DE LÍQUIDOS LIGEROS. CAMPSA (1956).....	893	2. Depósito a presión para ESSO (Castellón). 700 O.D. Sour water stripping T-1275. (DF 1965). (página 913)	909
5. 9. 1. Planos. Compañía EUSKALDUNA (Villaverde Bajo, Madrid)	893	5. 12. FABRICACIÓN DE VAGONES-CISTERNAS SOLDADOS. CAF, BEASAIN. (1966).....	915
1. Cisterna de 22.400 litros. (página 895).....	893	5. 12. 1. Fabricación de cisternas para transporte de gases.	915
2. Vagón cisterna con freno de husillo y SAB para transporte de líquidos ligeros. (página 897)	893	5. 12. 2. Fabricación de cisternas para transporte de líquidos.	918
3. Tapa boca de carga. (página 899)	893	5. 12. 3. Máquina de soldadura: Grupo Universal de Soldadura. Soudure Autogene Fse.....	919
4. Ficha. Vagón cisterna para transporte de líquidos ligeros (CAMPSA 1956). (página 901)	893	5. 13. CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITOS SOLDADOS CON Y SIN PRESIÓN INTERIOR. SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CONSTRUCCIÓN NAVAL. (SESTAO, VIZCAYA 1968).	919
5. 10. CONSTRUCCIÓN DE DEPÓSITOS CILÍNDRICOS VERTICALES SOLDADOS PARA ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS PETROLÍFEROS (1963-1964).....	902		

5. 13. 1. Secuencia de operaciones para la fabricación de un recipiente con presión.....	919
5. 13. 2. Fabricación de cisternas sin presión interior.....	927
5. 13. 3. Cisternas con aceros de difícil soldabilidad.....	927
5. 13. 4. Normas a emplear.....	928
5. 14. CERTIFICADO - TÍTULO DE LA PATENTE DE INVENCION A FAVOR DE LA SOCIEDAD METALÚRGICA DURO FELGUERA. "SISTEMA PARA ENSAMBLADO Y SOLDADURA CIRCUNFERENCIAL DE TUBOS DE MEDIANO Y GRAN TAMAÑO Y PEQUEÑO ESPESOR DE CHAPA". (1967-1968).	928
5. 14. 1. Descripción de la patente (DF).	930
5. 15. INFORME DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ESFERA DE PROPANO Y OTRA DE BUTANO DE 4500 Y 7000 M ³ EN LA REFINERÍA DE PETRÓLEOS DE ESCOMBRERAS (CARTAGENA).INTERVINIENTES: CMP. DF. CENIM. REPESA (1968-1969).....	932
5. 16. DISEÑO DE DEPÓSITOS CILÍNDRICOS SOLDADOS. (1967-2000).....	940
5. 16. 1. Generalidades.....	940
5. 16. 2. Normas de diseño.....	941
5. 16. 3. Material.....	941
5. 16. 4. Diseño del fondo.....	941
5. 16. 5. Diseño de la lámina.....	945

5. 16. 6. Diseño de techos flotantes y tapas.....	947
5. 16. 7. Plano. Tanque de techo flotante de 120' diámetro x 64'. DF (1967).	949
5. 16. 8. Secuencia gráfica de la construcción de un tanque de almacenamiento de techo flotante. (páginas 954 y 955)	953
5. 16. 9. Procedimientos de soldadura empleados en la construcción de un tanque industrial.....	956
5. 17. ÍNDICE DE FUENTES.....	957
5. 17. 1. Archivos de empresas.....	957
5. 17. 2. Archivos.....	958
5. 17. 3. Documentos electrónicos.....	958
5. 17. 4. Bibliografía.....	960
5. 18. CONCLUSIONES.....	962

6. CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS SOLDADAS

EN EL SECTOR INDUSTRIAL AERONÁUTICO (1909-1989).....	969
6. 1. PRIMER ESPAÑOL QUE DISEÑÓ, CONSTRUYÓ Y VOLÓ SU AEROPLANO. ANTONIO FERNÁNDEZ SANTILLANA (1909).	971
6. 2. LAS PRINCIPALES INDUSTRIAS AERONÁUTICAS ESPAÑOLAS Y SUS PRIMEROS CONSTRUCTORES (1909-1936).	973
6. 2. 1. Talleres civiles y militares e industrias auxiliares.....	975

6. 2. 1. 1. Fábrica de radiadores RICARDO COROMINAS (1885).....	975	1. Dibujo de conjunto del autogiro AVRO C-30. (página 1006)	1005
6. 2. 1. 2. Compañía Nacional de Telegrafía sin Hilos (1911).....	976	2. Fotos AVRO C-30. (página 1007)	1005
6. 2. 1. 3. Talleres de aviación militar con sección de soldadura autógena (1911).....	977	3. Fuselaje tubular soldado. (página 1009)	1005
6. 2. 1. 4. Fábrica de hélices AMALIO DÍAZ (1912).....	980	4. Ilustración gráfica de la construcción del autogiro C-30. (página 1011)	1005
6. 2. 1. 5. Fábrica de motores de aviación y automóviles ELIZALDE (1913).....	980	6. 4. AVIÓN DE RECONOCIMIENTO Y BOMBARDEO R-1. FÁBRICA J. LORING (1925).....	1013
6. 2. 1. 6. Fábrica de automóviles y aeroplanos LA HISPANO (1916).....	982	6. 4. 1. Descripción general del biplano.....	1014
6. 2. 1. 7. Fábrica de carburadores IRZ (1922).....	984	6. 4. 2. Fuselaje soldado a la autógena.....	1015
6. 2. 1. 8. Fábrica de radiadores CHAVARA Y CHURRUCA (1922).....	985	6. 4. 2. 1. Armadura.....	1015
6. 2. 1. 9. Fábrica de aviones soldados a la autógena. JORGE LORING (1923).....	986	6. 4. 2. 2. Depósito de bombas.....	1016
6. 2. 1. 10. Fábrica de motores LA HISPANO SUIZA (1923).....	990	6. 4. 2. 3. Puesto del piloto.....	1016
6. 2. 1. 11. Construcciones Aeronáuticas. CASA (1923).....	991	6. 4. 2. 4. Puesto del observador.....	1017
6. 3. EL AUTOGIRO. LOS COMIENZOS. JUAN DE LA CIERVA (1923-1934).....	992	6. 4. 3. Alas.....	1018
6. 3. 1. El Autogiro CIERVA C-30. Características.....	994	6. 4. 3. 1. Alas inferiores.....	1018
6. 3. 1. 1. Comité Consultor / Asesor Nacional para la Aeronáutica (N.A.C.A. Washington). Circular sobre el AVRO C-30 con control directo. Británico. (1934).....	996	6. 4. 3. 2. Alas superiores.....	1018
6. 3. 1. 2. Planos y fotos. AVRO C-30.....	1005	6. 4. 3. 3. Montantes.....	1019
		6. 4. 4. Planos de mando.....	1019
		6. 4. 5. Instalación del motor.....	1020

6. 4. 6. Tren de aterrizaje.....	1021	6. 5. 3. El duraluminio.....	1029
6. 4. 6. 1. Patín de cola.....	1023	6. 5. 3. 1. Ventajas.....	1030
6. 4. 7. Esquemas de R-1.....	1023	6. 5. 3. 2. Inconvenientes.....	1030
1. Esquema de la alimentación de gasolina.....	1023	6. 6. PROTECCIÓN ESTATAL A LA INDUSTRIA DE FABRICACIÓN DE AVIONES METÁLICOS Y SUS ACCESORIOS. SOLICITUD DE LA SOCIEDAD CONSTRUCCIONES AERONÁUTICAS. (1928).....	1031
2. Esquema del asiento del observador.....	1024	6. 7. ANTEPROYECTO DEL AVIÓN CASA IX. GETAFE-MADRID (1933-1934).....	1033
3. Esquema de la circulación de aceite.....	1024	6. 7. 1. Generalidades.....	1033
4. Esquema de la circulación de agua.....	1025	6. 7. 2. Sistema de construcción.....	1034
5. Esquema de reglaje del tren de aterrizaje.....	1025	6. 7. 3. Ala superior.....	1034
6. Esquema de la instalación eléctrica.....	1026	6. 7. 4. Ala inferior.....	1034
6. 5. LA CONSTRUCCIÓN DE LOS ARMAZONES DE LOS AVIONES. VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LOS MATERIALES MÁS UTILIZADOS EN LA ÉPOCA. MADERA, ACERO Y DURALUMINIO. (1926).....	1026	6. 7. 5. Montantes de célula.....	1034
6. 5. 1. La madera.....	1026	6. 7. 6. Fuselaje soldado.....	1035
6. 5. 1. 1. Ventajas.....	1027	6. 7. 7. Bancada de motor.....	1035
6. 5. 1. 2. Inconvenientes.....	1027	6. 7. 8. Planos de cola.....	1035
6. 5. 2. El acero.....	1028	6. 7. 9. Patín de cola soldado.....	1035
6. 5. 2. 1. Ventajas.....	1028	6. 7. 10. Planos CASA IX.....	1036
6. 5. 2. 2. Inconvenientes.....	1028	1. Plano de conjunto del fuselaje con uniones y diámetros de tubos. (página 1037).....	1036

2. Plano de vistas. (página 1039).....	1036
6. 7. 11. Tubos de sección fuselada.....	1040
1. Normas para aceros. (página 1040).....	1040
2. Normas para duraluminio. (página 1041).....	1040
6. 8. CONFIGURACIÓN DE LAS PIEZAS SOLDADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE AVIONES. W. RETHEL (ALEMANIA,1939).....	1042
6. 9. HS-42. PRIMER AVIÓN DISEÑADO, PROYECTADO Y CONSTRUIDO EN (HISPANO SUIZA, SEVILLA). MONTAJE SOLDADO DEL NUEVO PATÍN DE COLA (HISPANO AVIACIÓN, 1953).....	1052
6. 9. 1. Instrucciones para el montaje del nuevo patín de cola en aviones HS-42.	1053
6. 9. 2. Desarrollo de los trabajos.	1054
6. 9. 3. Planos del patín de cola y foto del avión HS-42.	1056
1. Desmontaje de la pata amortiguadora y corte de los tubos. (página 1057).....	1056
2. Soldar y montar según instrucciones 5ª y 6ª. (página 1058).....	1056
3. Modificar capós laterales. (página 1059).....	1056
4. Foto. Fase de montaje final del avión HS-42. (página 1060).....	1056
6. 10. NORMAS Y ESPECIFICACIONES DE SOLDADURA. HISPANO AVIACIÓN (1955-1964).....	1061
6. 10. 1. Soldadura eléctrica por puntos.	1061

6. 10. 1. 1. Características. Ventajas y observaciones para la soldadura por puntos.....	1061
6. 10. 1. 2. Clasificación de la soldadura por puntos.	1062
6. 10. 1. 3. Prototipo de soldadura y soldabilidad entre metales.	1063
6. 10. 1. 4. Soldadura de aceros. Aleaciones ligeras y representación de la soldadura por puntos.	1064
6. 10. 1. 5. Limitaciones de dimensionado.....	1066
6. 10. 2. Realización de la soldadura eléctrica por puntos.	1067
6. 10. 2. 1. Programa y preparación de las piezas a soldar.	1067
6. 10. 2. 2. Ajuste de piezas. Preparación de probetas y comprobación.	1068
6. 10. 2. 3. Inutilidad y reparación de probetas.	1069
6. 10. 3. Resistencia de la soldadura eléctrica por puntos.	1070
6. 10. 3. 1. Generalidades. Representación gráfica de las condiciones de trabajo de la soldadura.	1070
6. 10. 3. 2. Resistencia de los puntos de soldadura.	1071
6. 10. 4. Soldadura de aceros por puntos.....	1072
6. 10. 4. 1. Generalidades. Soldabilidad y dimensiones de las uniones.....	1072
6. 10. 5. Soldadura de aceros y aleaciones ligeras.	1073

6. 10. 5. 1. Generalidades, material a soldar y de aporte.....	1073	6. 10. 7. 1. Esquemas de las probetas. Dimensiones y resistencia.....	1085
6. 10. 5. 2. Representación y datos en dibujos.....	1074	6. 10. 7. 2. Uniformidad de la resistencia. Número y distribución de probetas.....	1086
6. 10. 5. 3. Configuración de las uniones soldadas y disposición de los cordones de soldadura.....	1075	6. 10. 7. 3. Defectos aceptables en la soldadura. Observaciones generales.....	1087
6. 10. 5. 4. Chapa. Unión a tope, superpuesta y en T.....	1076	6. 10. 8. Normas de calidad de la soldadura por puntos.....	1088
6. 10. 5. 5. Uniones en ángulo. Refuerzo. Tubos a tope y unión por superposición.....	1077	6. 10. 8. 1. Aspecto. Defectos externos.....	1088
6. 10. 5. 6. Uniones de bridas y manguitos. Uniones de tubos para transmisión de esfuerzos. Nudos tubulares y ramificación de tuberías.....	1078	6. 10. 8. 2. Abultamiento superficial. Penetración y defectos internos.....	1089
6. 10. 5. 7. Fondo de depósitos. Capacidad de sollicitación de las uniones soldadas. Gargantas de los cordones en ángulo.....	1079	6. 10. 8. 3. Penetración. Resistencia a la cortadura.....	1090
6. 10. 5. 8. Distancias de cordones de soldadura.....	1080	6. 10. 8. 4. Resistencia a la cortadura (continuación).....	1091
6. 10. 5. 9. Accesibilidad del cordón de soldadura.....	1081	6. 10. 8. 5. Número máximo aceptable de defectos exteriores visibles. Número máximo de defectos internos aceptables.....	1092
6. 10. 5. 10. Preparación de las piezas a soldar para soldadura autógena y gas inerte.....	1082	6. 10. 9. Comprobación de grietas en piezas metálicas.....	1093
6. 10. 5. 11. Preparación de las piezas a soldar (continuación).....	1083	6. 10. 9. 1. Objeto. Materiales de comprobación. Condiciones de aplicación. Aplicación.....	1093
6. 10. 6. Soldadura por puntos en aleaciones ligeras.....	1084	6. 10. 9. 2. Interpretación de las marcas. Notas.....	1094
6. 10. 6. 1. Dimensiones de las uniones soldadas y soldabilidad.....	1084	6. 10. 10. Soldadura de latón, cobre y otros.....	1095
6. 10. 7. Probetas para soldadura por puntos.....	1085	6. 10. 10. 1. Objeto. Definiciones. Materiales de aporte.....	1095
		6. 10. 10. 2. Soldadura media y blanda. Indicaciones en los planos.....	1096
		6. 10. 11. Soldaduras con varillas de aporte marca CASTOLIN.....	1097

6. 10. 11. 1. Objeto. Propiedades. Preparación. Decapantes. Empleo.....	1097	6. 11. 3. 1. Dimensiones principales. Dimensiones de aparcamiento. Pesos.....	1112
6. 10. 11. 2. Características.....	1098	6. 11. 3. 2. Techo teórico en vuelo estacionario. Velocidades. Techos en vuelo de traslación.....	1113
6. 10. 11. 3. Aplicación. Preparación. Soldadura. Aleación especial Castolin nº 180.....	1099	6. 11. 4. <i>Fotos y publicidad. Helicópteros de AEROTÉCNICA.</i>	1114
6. 10. 12. <i>Documentación de elementos remachados y soldados por puntos.</i>	1100	1. Helicóptero en fase de montaje. (página 1115).....	1114
6. 10. 12. 1. Objeto.....	1100	2. Helicóptero en fase de montaje (continuación). (página 1115).....	1114
6. 10. 12. 2. Objeto (continuación).....	1101	3. Helicóptero en montaje final. (página 1116).....	1114
6. 10. 13. <i>De obligado cumplimiento.</i>	1102	4. Helicóptero. Vista lateral. (página 1116).....	1114
6. 11. LA PRIMERA INDUSTRIA ESPAÑOLA DE HELICÓPTEROS. AEROTÉCNICA (MADRID, 1955).....	1103	5. Helicóptero en construcción. (página 1117).....	1114
6. 11. 1. <i>El germen de Aerotécnica, S.A.</i>	1104	6. Helicóptero AC-13A en preparativos de vuelo. (página 1117).....	1114
6. 11. 2. <i>Descripción y características de los helicópteros de AEROTÉCNICA.</i>	1108	7. Helicóptero AC-13A en vuelo. (página 1118).....	1114
6. 11. 2. 1. Sistema constructivo soldado de AC-11, AC-12 y AC-13. Fuselaje y cabina.....	1108	8. Helicóptero AEROTÉCNICA AC-12. (página 1118).....	1114
6. 11. 2. 2. Rotor y palas. Grupo moto-propulsor. Mecanismo antipar.....	1109	6. 12. AVIÓN CASA C.207 (T.7) AZOR. (1961).....	1119
6. 11. 2. 3. Mandos. Sistema de aterrizaje. Antecedentes y aplicaciones.....	1110	6. 12. 1. <i>Estructura de bancadas de tubos soldados. Ala. Fuselaje.</i>	1120
6. 11. 2. 4. Utilización civil y militar.....	1111	6. 12. 2. <i>Plano. CASA 207.</i>	1121
6. 11. 3. <i>Dimensiones principales. Características y cualidades de vuelo de AC-11. AC-12. AC-13.</i>	1112	6. 13. AVIÓN HA-220 SUPER SAETA. HISPANO AVIACIÓN (1970).....	1122
		6. 13. 1. <i>Tipo de construcción.</i>	1122

6. 13. 2. Reparaciones estructurales. Clasificación de daños reparables por soldadura	1123
6. 13. 2. 1. Alas.	1123
1.1. Reparable por soldadura. Amarre interior.....	1124
1.2. Plano. Amarre interior.	1124
2.1. Reparable por soldadura. Amarre exterior.....	1125
2.2. Plano. Amarre exterior.	1125
3.1. Reparable por soldadura. Tapas y registros en ala izquierda.....	1126
3.2. Plano. Tapas y registros en ala izquierda.	1126
4.1. Reparable por soldadura. Tapas de tren en ala y su mando.....	1127
4.2. Plano. Tapas de tren en ala y su mando.	1127
6. 13. 2. 2. Estabilizadores horizontal y vertical.....	1128
1.1. Reparable por soldadura. Caperuza y costillas extremas.	1130
1.2. Plano. Caperuza y costillas extremas.....	1130
2.1. Reparable por soldadura. Semiplano fijo horizontal.	1131
2.2. Plano. Semiplano fijo horizontal.	1131
3.1. Reparable por soldadura. Larguero posterior y costillas 1 y 2.	1132
3.2. Plano. Larguero posterior y costillas 1 y 2.....	1132

6. 13. 2. 3. Fuselaje.....	1133
1.1. Reparable por soldadura. Toma de aire.....	1134
1.2. Plano. Toma de aire.....	1134
2.1. Reparable por soldadura. Fuselaje anterior.....	1135
2.2. Plano. Fuselaje anterior.....	1135
3.1. Reparable por soldadura. Parabrisas.	1136
3.2. Plano. Parabrisas.	1136
4.1. Reparable por soldadura. Capó de motor.....	1137
4.2. Plano. Capó de motor.	1137
5.1. Reparable por soldadura. Puerta de cabina.	1138
5.2. Plano. Puerta de cabina.	1138
6.1. Reparable por soldadura. Fuselaje central (I).	1139
6.2. Reparable por soldadura. Fuselaje central (II).	1140
6.3. Reparable por soldadura. Fuselaje central (III).	1141
6.4. Plano. Fuselaje central (I, II y III).	1141
6.5. Plano. Fuselaje central (II y III).	1142
6. 13. 2. 4. Grupo Moto-propulsor.....	1143
1.1. Reparable por soldadura. Tobera de eyección.	1143

1.2. Instrucciones para reparación por soldadura de grietas menores de 2 mm. de anchura.	1144
1.3. Instrucciones para reparación por soldadura de grietas o picaduras mayores de 2,0 mm. de anchura.	1145
6. 13. 2. 5. Tren de aterrizaje.	1146
1.1. Reparable por soldadura. Tapas del tren principal.	1147
1.2. Tapas del tren principal.	1147
1.3. Plano. Pata de tren principal.	1148
6. 13. 3. <i>Materiales de reparación.</i>	1149
6. 13. 3. 1. Aleaciones ligeras.	1149
6. 13. 3. 2. Aceros.	1149
6. 13. 3. 3. Aleaciones pesadas.	1150
6. 13. 4. <i>Reparación de embuticiones por soldadura.</i>	1151
6. 13. 5. <i>Planos de conjunto de HA-220.</i>	1152
1. Disposición general del avión.	1152
2. Componentes estructurales.	1152
6. 14. AVIÓN CASA C.212. AVIOCAR (1972).	1153
6. 14. 1. <i>Estructura.</i>	1153

6. 14. 1. 1. Materiales y métodos de fabricación. Uniones por soldadura.	1153
6. 14. 1. 2. Ala.	1153
6. 14. 1. 3. Cola.	1154
6. 14. 1. 4. Fuselaje.	1155
6. 14. 1. 5. Tren de aterrizaje.	1156
6. 14. 2. <i>Plano y publicidad CASA C.212.</i>	1157
1. Plano de estructura general.	1157
2. Versión civil.	1158
3. Versión militar.	1159
6. 15. ESTUDIO RELATIVO AL PROGRAMA DE REALIZACIÓN DEL AUTOGIRO NO TRIPULADO GH-100 PARA MISIONES DE OBSERVACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE BLANCOS. AERONÁUTICA INDUSTRIAL. ELECTROÓPTICA JUAN DE LA CIERVA (1972). ..	1160
6. 15. 1. <i>Descripción del Autogiro no tripulado GH-100. Un "dron" español en los años 70.</i>	1160
6. 15. 2. <i>Problemas científicos, técnicos y tecnológicos que exigía el desarrollo del proyecto y el grado de conocimientos en cada uno de ellos.</i>	1160
6. 15. 3. <i>Fabricación con tubo soldado.</i>	1161
6. 15. 4. <i>Motor.</i>	1161
6. 15. 5. <i>Equipo.</i>	1161

6. 15. 6. Posibles derivaciones del programa hacía otros análogos y aplicaciones en el campo civil.	1162	3. Cuaderna Sit. (página 1173).....	1170
6. 15. 7. Planificación del trabajo.	1163	4. Cuaderna Sit. (vista en dirección de vuelo). (página 1174).....	1170
6. 15. 8. Capacidad española de nacionalización del producto.	1163	5. Cuaderna Sit. (estructura entre cuadernas). (página 1175).....	1170
6. 15. 9. Correspondencia. Ministerio de Defensa español - Aeronáutica Industrial, S.A. (1983).....	1164	6. Cuaderna Sit. (vista en dirección de vuelo). (página 1176).....	1170
1. Interés del Ministerio de Defensa español por los programas de Desarrollo de aviones no tripulados. (página 1165).....	1164	7. Cuaderna anterior cierre presurización. (página 1177).....	1170
2. Respuesta de AERONÁUTICA INDUSTRIAL. (página 1166).....	1164	8. Viga longitudinal anterior derecha. (página 1178).....	1170
6. 15. 10. Plano y fotos. Autogiro no tripulado GH-100.....	1167	9. Estructura cuaderna inclinada anterior. (página 1179).....	1170
1. Plano. Vistas.....	1167	10. Piso posterior. Viga longitudinal. (página 1180).....	1170
2. Fotos.....	1168	6. 16. 3. Reparaciones estructurales. Clasificación de daños C.101.....	1181
6. 16. AVIÓN CASA C.101. AVIOJET (1989).....	1169	6. 16. 3. 1. Daño despreciable: Abolladuras. Arañazos y muescas.	1181
6. 16. 1. Reparaciones estructurales. Construcción del fuselaje.....	1169	6. 16. 3. 2. Daño despreciable: Corrosión. Grietas. Taladros.	1182
6. 16. 1. 1. Fuselaje anterior.....	1169	6. 16. 3. 3. Daño reparable: Parchado del daño. Reparación por inserción.	1182
6. 16. 2. Reparaciones estructurales. Fuselaje anterior. C.101.....	1170	6. 16. 3. 4. Daño de sustitución.....	1183
1. Estructura conjunto general. (página 1171).....	1170	6. 17. ÍNDICE DE FUENTES.	1184
2. Estructura de morro. (página 1172).....	1170	6. 17. 1. Archivos.	1184
		6. 17. 2. Documentos electrónicos.....	1185
		6. 17. 3. Bibliografía.....	1186

6. 18. CONCLUSIONES.....	1187		
7. CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS SOLDADAS			
EN EL SECTOR INDUSTRIAL NUCLEAR (1966-2000).....	1191		
7. 1. LA INDUSTRIA NUCLEAR EN ESPAÑA. ETAPAS Y PROYECTOS.....	1193		
7. 2. ESTRUCTURAS METÁLICAS SOLDADAS DE CENTRALES NUCLEARES.	1195		
7. 2. 1. C.N. de Santa María de Garoña. NUCLENOR. (Burgos. Const. 1966 - 2017).....	1195		
1. Plano. Grúa edificio del Reactor. Reforma carro de 75 Tm. Reductor traslación carcasa. DURO FELGUERA (1988). (página 1197).....	1195		
7. 2. 2. C.N. de Almaraz. IBERDROLA. ENDESA. GAS NATURAL FENOSA. (Cáceres. Const. 1973 - Operación).....	1199		
1. Plano. Grúa pórtico 7 T.m. de 18,5 mts de luz. Estructura metálica. Vigas principales. D.F. (1975). (página 1201).....	1199		
7. 2. 3. C.N. de Lemóniz. IBERDUERO. (Vizcaya. Const. 1974 - Cancelada).	1203		
7. 2. 3. 1. Plan de control de calidad de la construcción de los pórticos de la Nave de Turbinas de la Central Nuclear de Lemóniz. (Iberduero - Duro Felguera, 1973 - 1974).	1203		
1. Objeto. Responsabilidad del suministrador. (página 1204).....	1203		
2. Representante del Control de Calidad de Iberduero. Revisión previa al proceso. Revisión durante el proceso. (página 1206).....	1203		
		3. Soldadura. Inspección previa. Proceso de soldadura. Precauciones a tomar durante el soldeo. Homologación de procesos y calificación de soldadores. (página 1207)	1203
		4. Tratamiento térmico. Inspección de soldaduras. Partículas magnéticas. Líquidos penetrantes. (página 1209)	1203
		5. Inspección radiográfica. Interpretación de las radiografías. Inspección ultrasónica. (página 1211)	1203
		6. Reparación de soldaduras. Inspección de piezas forjadas. Homologación del personal de ensayos no destructivos. (página 1214).....	1203
		7. 2. 3. 2. Especificación técnica de la construcción de los pórticos. Departamento mecánico. (Iberduero).....	1215
		1. Documentos aplicables. Normas de aplicación. Materiales. (página 1215).....	1215
		2. Soldadura. Distensionado. Tolerancias. (página 1216).....	1215
		3. Pintura. Plazos de entrega. Marcado de piezas. (página 1217)	1215
		7. 2. 3. 3. Actas, cartas y planos de las reuniones de Iberduero y Duro Felguera (suministrador) donde se trata la construcción soldada de los pórticos de la Nave de Turbinas. (Julio 1974 - Marzo 1975).....	1218
		7. 2. 3. 3. 1. Duro Felguera (8º) propone a Iberduero revisar cordones de soldadura excesivos. Iberduero está de acuerdo e incluirá modificación en planos.....	1218

7. 2. 3. 3. 2.	IB elimina la penetración total en la unión de rigidizadores de viga carril al nervio central y reduce las alturas de los cordones en ángulo (6° y 7°). IB solicita a DF los procedimientos de soldadura y certificados de homologación de los procedimientos. IB se reserva la revisión de las radiografías con criterio definitivo (11° y 12°).....	1220
7. 2. 3. 3. 3.	IB especifica puntos importantes sobre la fabricación. Planos. Materiales. Material sobrante. Definición de la obra a realizar por DF. Plazos. Procedimientos de soldadura y calificación de soldadores por parte de DF(8). Plegado de chapa en pórticos. Plan de control de calidad. Programa de fabricación de DF con la totalidad de la obra.	1221
7. 2. 3. 3. 4.	DF informa a IB de la necesidad de reducir la soldadura de refuerzos de esquina de pórticos por las deformaciones producidas.	1224
7. 2. 3. 3. 5.	DF comunica a IB la falta de material para completar algunos grupos. DF se ve obligado a empalmar con soldadura y radiografiar por no disponer de la chapa prevista.	1225
7. 2. 3. 3. 6.	IB reclama a DF: 1. Soldadores cualificados. 2. Homologación de procedimientos de soldadura. 3. Descripción de los procedimientos de soldadura a emplear en cada unión. 4. No “despachar” las piezas que no tengan autorización de expedición de IB.	1225
7. 2. 3. 3. 7.	IB reclama a DF soluciones a los problemas de soldadura.	1226
1.	Objeto y resumen. (página 1227).....	1226

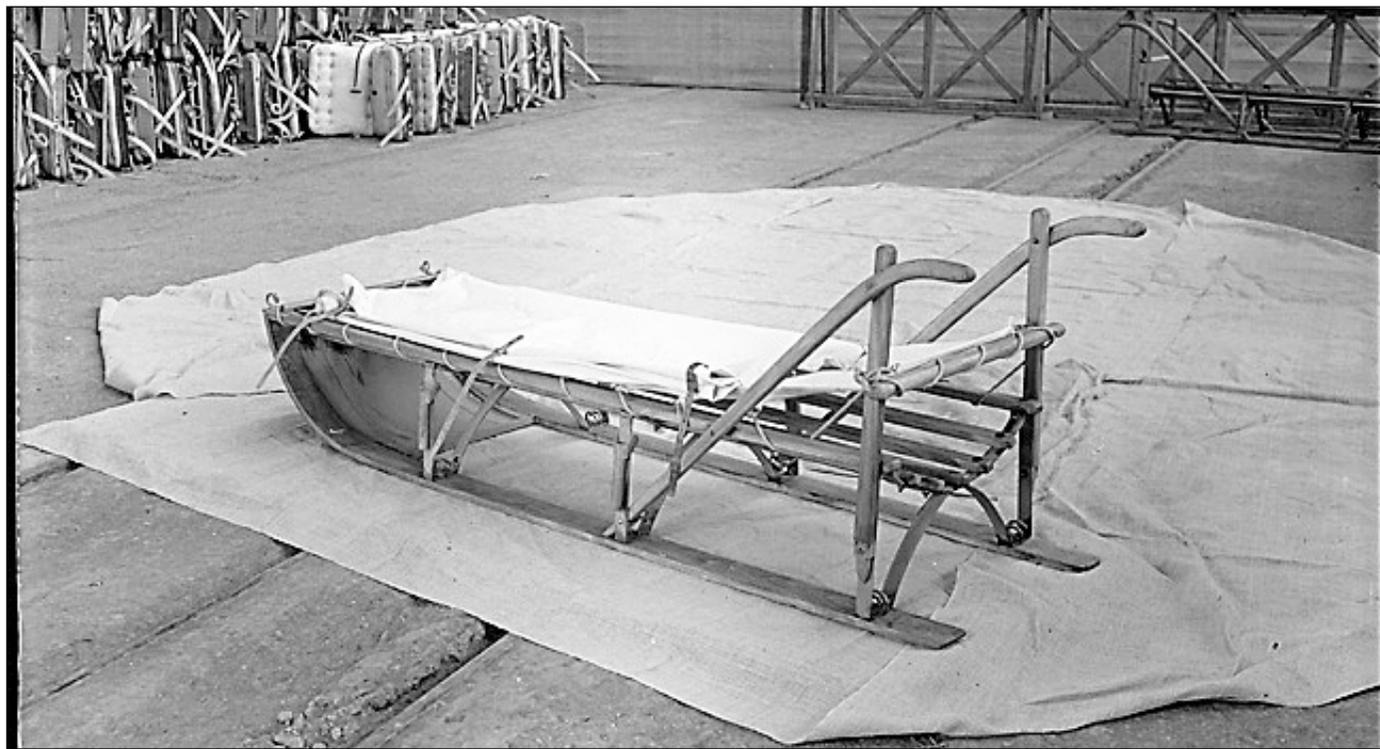
2.	Rehomologación de procedimientos. Se prohíbe la soldadura semiautomática CO ₂ para las pasadas de raíz en las soldaduras a tope debiéndose realizar con electrodo básico. DF deberá recibir la aprobación de IB para la aplicación de nuevos procedimientos y realizar después las pruebas de homologación. IB comprueba falta de penetración en soldadura de ménsula apoyo de grúa. Las comprobaciones de las soldaduras se harán en presencia de IB. Se completará la soldadura de los nervios interiores de los nudos de Pórticos P2 y P3. (página 1228).....	1226
3.	Se pueden despachar tramos de pórticos con autorización de expedición de IB. Control de calidad de IB exige los certificados de la chapa que DF compre directamente. IB debe autorizar la subcontratación de los trabajos que encargue DF. (página 1230).....	1226
4.	IB recuerda a DF las fechas de entrega. IB comenta problemas en el transporte por mal aprovechamiento de la carga. (página 1231).....	1226
5.	Se modifica sección a-a en plano nº 153.986 por torsiones provocadas por la soldadura. (página 1232).....	1226
7. 2. 3. 3. 8.	Estudio del problema de las soldaduras de las ménsulas soporte de viga carril.....	1233
1.	IB pide a DF recalificar todos los procedimientos con resultados negativos en obra.	1233
2.	IB objeta a DF no tener soldadores cualificados para soldaduras en vertical ascendente. (página 1234).....	1233

3. Se detalla el procedimiento de reparación de la soldadura de tracción en ménsulas de viga carril. (página 1235)	1233	6. Cierre alineación A. Detalles. (página 1259)	1247
7. 2. 3. 3. 9. IB y DF acuerdan la modificación de las soldaduras alma alas de las vigas dintel y de las vigas longitudinales.....	1237	7. Conjunto fachada Norte. (página 1261)	1247
7. 2. 3. 3. 10. Planos con modificaciones de (7.2.3.3.9.).....	1238	8. Conjunto fachada Sur. (página 1263).....	1247
1. Plano nº 157.319. Soldadura de alma alas vigas dintel de 6 mm de garganta. (página 1239)	1238	9. Conjunto fachada Norte y Sur. Detalles I,II,III,IV y V. (página 1265).....	1247
2. Plano nº 157.320. Soldadura ídem plano nº 157.319. (página 1241)	1238	10. Fachadas Norte y Sur apoyo sumidero. (página 1267).....	1247
3. Plano nº 157.857. Soldadura de alma alas vigas longitudinales de 8 mm de garganta en 1 metro a partir de ambos extremos. El resto de 6 mm de espesor. (página 1243)	1238	11. Viga para frenado grúa. (página 1269).....	1247
4. Plano nº157.858. Soldadura ídem plano nº 157.857. (página 1245)	1238	12. Pórtico conjunto tipo P3. (página 1271)	1247
7. 2. 3. 4. Planos. DF. Estructura metálica soldada. Nave del Turbogenerador. C.N. Lemóniz 1 y 2.	1247	13. Pórtico tipo P2. Detalles nudos 1 y 2. (página 1273)	1247
1. Nave lateral. Arriostrados verticales (I). (página 1249)	1247	7. 2. 3. 5. Papeles de la obra soldada de los pórticos de la Nave de Turbinas. IB-DF.....	1275
2. Nave lateral. Arriostrados verticales (II). (página 1251)	1247	7. 2. 3. 6. Fotos. C.N. de Lemóniz.	1276
3. Cierre alineación A. Conjunto. (página 1253).....	1247	1. Generador de vapor de 320 Tm. para la C.N. de Lemóniz. (Babcock & Wilcox Sestao, 1975).....	1276
4. Cierre alineación F. Conjunto y detalles. (página 1255).....	1247	2. Tratamiento térmico de disolución de carburos en piezas de acero inoxidable para bombas de circulación de la C. N. de Lemóniz. (B&W. Sestao, 1975).	1276
5. Cierre alienación E. Conjunto y detalles. (página 1257)	1247	7. 2. 4. C.N. de Ascó. ENDESA. IBERDROLA. (Tarragona. Const. 1975 - Operación).	1277
		1. Plano. Estructura metálica soldada DF. Edificio combustible. Forros para carriles grúa del contenedor. (página 1279).....	1277

2. Plano. Estructura metálica soldada DF. Grúa polar 330/130/25 Tm y 38,68 m. de luz. Mecanismo de elevación de 25 Tm. Tambor. Conjunto y detalles de soldadura. (página 1281)	1277
7. 2. 5. <i>C.N. de Cofrentes. IBERDROLA. (Valencia. Const. 1975 - Operación).</i>	1283
1. Plano. Estructura metálica soldada DF. Grúa puente de 200/50 Tm. y 30,3 m. luz. Disposición y montaje de los carriles del puente. Conjunto y detalles. (página 1285)	1283
7. 2. 6. <i>C.N. de Valdecaballeros. SEVILLANA DE ELECTRICIDAD. HIDROELÉCTRICA ESPAÑOLA. (Badajoz. Const. 1979 - Cancelada)</i>	1287
1. Plano. Estructura metálica soldada DF. Grúas para edificio de Turbinas 200/50 Tm. Cabezal de unión de vigas. Detalle. (página 1289).....	1287
7. 2. 7. <i>C.N. de Vandellós II. ENDESA. IBERDROLA. (Tarragona. Const. 1980 - Operación).</i>	1291
1. Plano. Estructura metálica soldada DF. Grúa polar de 360/150/40 y 38,5 m. luz. Mecanismo de elevación auxiliar. Tambor. Conjunto y detalles. (página 1293)	1291
2. Plano. Estructura metálica soldada DF. Grúa puente de 180/40 Tm. y 32,25 m. de luz. Mecanismo de elevación de 180 Tm. Tambor. Conjunto y detalles. (página 1295)	1291
7. 3. ÍNDICE DE FUENTES.	1297
7. 3. 1. <i>Archivos.</i>	1297
7. 3. 2. <i>Documentos electrónicos.</i>	1297

7. 3. 3. <i>Bibliografía.</i>	1297
-------------------------------------	------

7. 4. CONCLUSIONES.	1298
--------------------------	------



Trineo para transporte de heridos. Fondo CAF (1938).

1

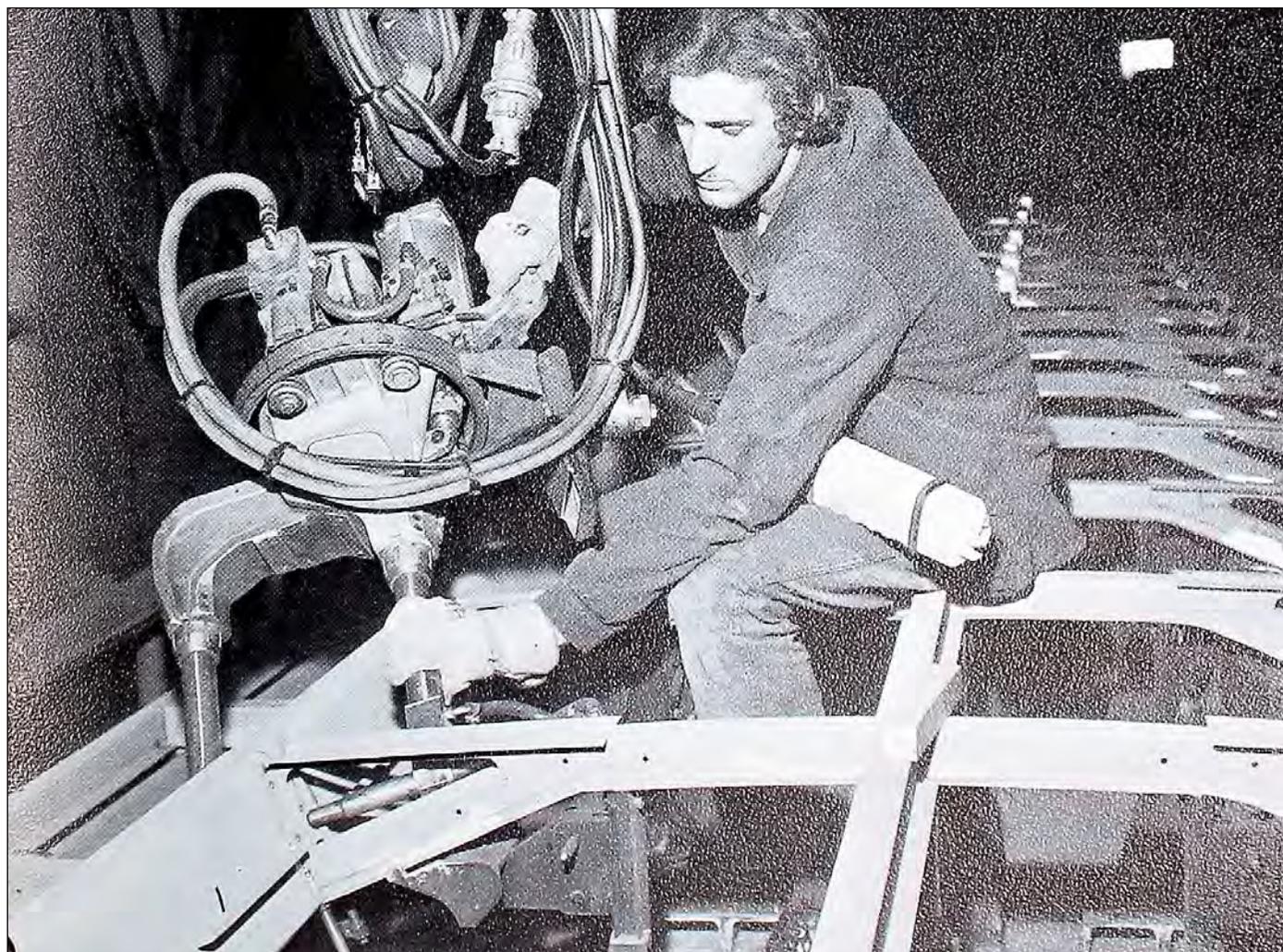
CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS SOLDADAS EN EL SECTOR INDUSTRIAL METAL-MECÁNICO (1927-2000)



Buque HANNA KNUTSEN. Cisterna de traslado. Sestao (Bilbao - 2000). Archivo LA NAVAL

2

CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS SOLDADAS EN EL SECTOR INDUSTRIAL NAVAL (1937-2000)



Pinza de soldadura por resistencia para unión de material ferroviario.

3

CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS SOLDADAS EN EL SECTOR INDUSTRIAL FERROVIARIO (1923-1980)



Autocar Pegaso II con armazón metálico soldado. CAF 1954.



Pegaso II terminado. CAF 1954

4

CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS SOLDADAS EN EL SECTOR INDUSTRIAL DE LA AUTOMOCIÓN (1910-2000)



Tambor de 330 Tm de peso construido por Babcock&Wilcox (Sestao) con destino a la caldera del grupo II, de 540 MW de potencia de la Central Térmica de Santurce (Iberduero) 1970. AHBBVA.

5

CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS SOLDADAS EN EL SECTOR INDUSTRIAL DEL GAS-PETRÓLEO (1918-2000)



*Babcock & Wilcox (Sestao). Grúa puente para el manejo del reactor de la C.N. de Santa María de Garoña.
NUCLENOR (Burgos, 1970) AHBVA.*

7

CONSTRUCCIONES Y ESTRUCTURAS SOLDADAS EN EL SECTOR INDUSTRIAL NUCLEAR (1966-2000)

7. 4. Conclusiones.

El Capítulo 7 y último de esta investigación, aborda las construcciones y estructuras metálicas soldadas en el Sector Nuclear español desde los años 70 hasta finales del siglo XX.

He presentado una serie de estructuras metálicas que fueron diseñadas para siete Centrales Nucleares por la empresa Duro Felguera.

La primera estructura metálica corresponde a la reforma del carro de la grúa del edificio del Reactor de la C.N. de Sta. María de Garoña (Burgos), con fecha de realización de plano de finales de 1988.

Este plano ha sido encontrado en muy buenas condiciones de conservación, lo que nos permite contemplar las indicaciones que los diseñadores de la obra dejaron plasmado en el papel.

Quedan claramente especificadas en las "notas de soldadura" las gargantas que deben tener los cordones en ángulo en distintas partes de la construcción.

En lo que respecta al material, se señala de manera ineludible la aplicación de un tratamiento de recocido para eliminar las tensiones internas antes del mecanizado final. También se debe grapar la tapa de inspección a su asiento durante la soldadura para contribuir a mantener plana la brida.

Del mismo modo se deja constancia, para el trabajo en montaje, de proceder a la eliminación de todas las esquinas vivas y a suavizar todos los agujeros cortados a soplete. Así como otras indicaciones de obligado cumplimiento relativas a la estructura.

La segunda estructura metálica fabricada y recogida en este Capítulo, corresponde a las vigas principales de la grúa pórtico de la C.N. de Almaraz (Cáceres). Con fecha de dibujo en plano (1975) y con la relación detallada del acopio de material para la obra.

Se especifica claramente en una "nota" cómo se deben ejecutar los cordones de soldadura.

La extensa documentación conservada por Duro Felguera relativa a la construcción de los pórticos de la Nave de Turbinas de la C. N. de Lemóniz (Vizcaya) que realizó para Iberduero (1973 - 1975), me ha permitido investigar en dos direcciones. La primera, me ha llevado a conocer cómo se gestan estas enormes obras y las intensas y constantes negociaciones que se mantienen antes, durante y después de la ejecución de la obra para determinar las responsabilidades, los plazos y los precios.

Los documentos encontrados, nos enseñan aspectos desconocidos y nunca divulgados de las características particulares de una Central Nuclear que requirió de un control minucioso y exhaustivo, semana a semana, de cada una de las fases de fabricación de los pórticos de la Nave de Turbinas.

Como toda obra de este tonelaje e importancia, estuvo sometida a imprevistos y dificultades, resueltos en tiempo y forma adecuados.

Y la segunda dirección en la investigación, paralela a la primera y no menos importante, son las complicadas uniones por soldadura a las que tuvieron que enfrentarse. Hubo que resolver en diferentes posiciones, con distintos espesores, y emplear diferentes procedimientos sometidos a rigurosos controles de calidad desde la fabricación en taller al definitivo montaje en obra.

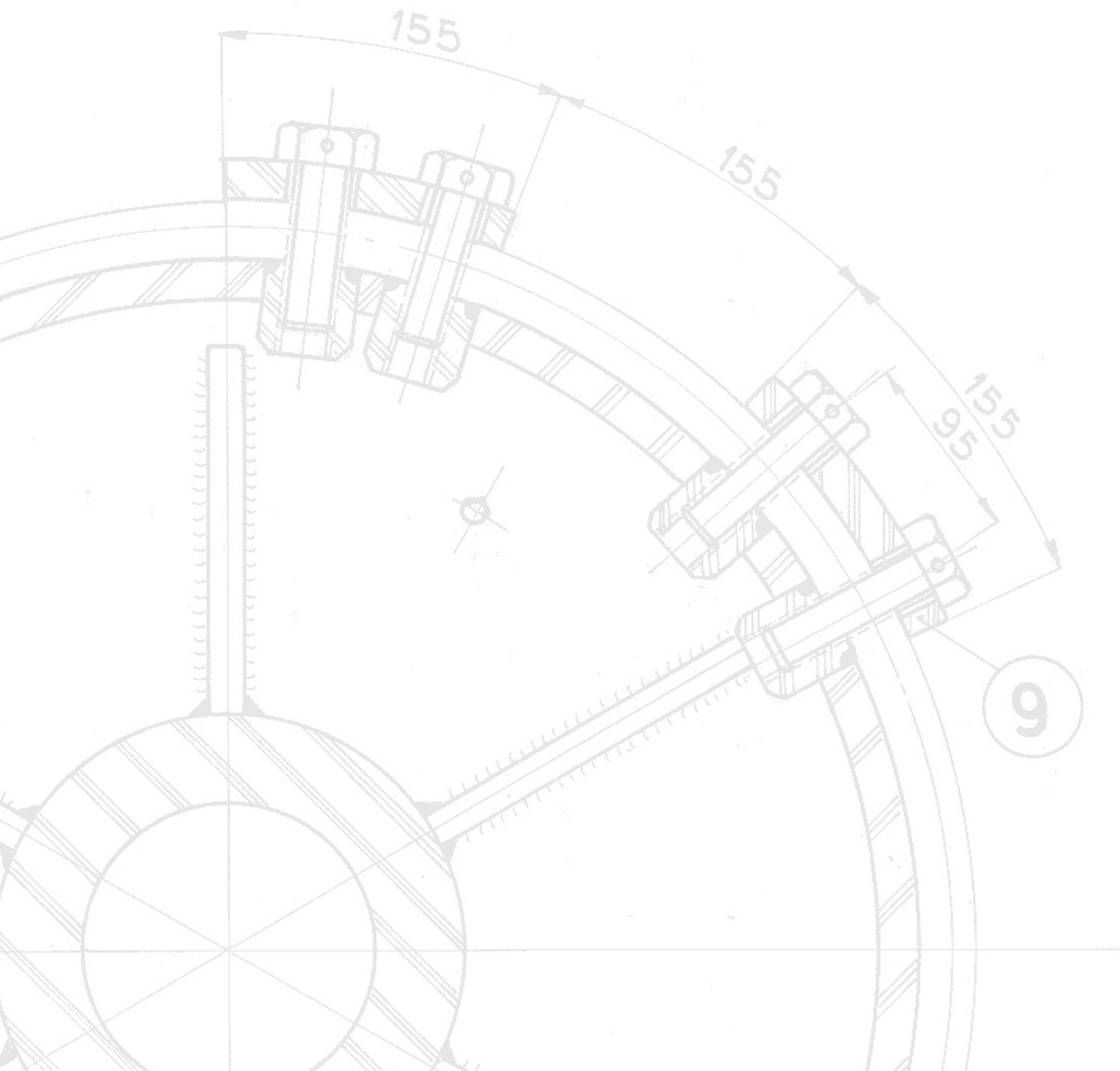
Adjunto a esta documentación, una interesante colección de los mejores planos que se han conservado en el Archivo de Duro Felguera sobre la obra de la C.N. de Lemóniz.

La C.N. de Ascó (Tarragona) aporta dos planos de estructura metálica soldada (1974 - 1988). En uno, observamos la construcción de los forros para carriles en su conjunto y detalles relativos a cordones de soldadura en función de los espesores de chapa a utilizar. Y en el segundo plano, de gran belleza plástica, asistimos a la construcción y montaje del mecanismo de elevación.

Este último plano nos ofrece explicaciones del tipo de chaflán realizado para las soldaduras y las radiografías practicadas, los tratamientos a los que fueron sometidos los materiales, el tipo de acero del eje (forjado y normalizado) y la técnica para soldar los cordones de filete continuo.

En el plano del año (1977) que he presentado de la de la C.N. de Cofrentes (Valencia), correspondiente también a otra obra de grúa puente, especialidad de DF, podemos leer los pasos que se deben seguir para realizar correctamente la soldadura de carriles.

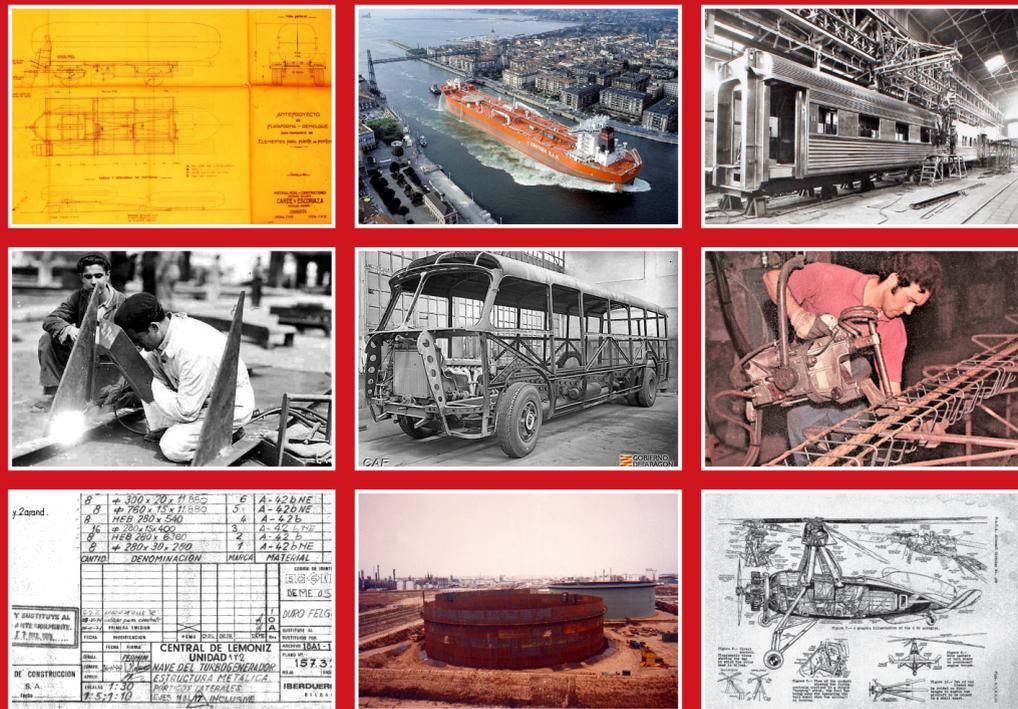
Y para terminar este último Capítulo, ocupado con las estructuras metálicas soldadas de algunas de las Centrales Nucleares españolas, he aportado los planos realizados entre 1977 - 1982, de las Centrales de Valdecaballeros (Badajoz) y Vandellós II (Tarragona) para las que DF diseño estructuras para grúas.



ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE SOLDADURA DESARROLLADOS EN EL ESTADO ESPAÑOL DURANTE EL SIGLO XX

“Desde que empiezas hasta que acabas, se empieza 100 veces, pero se acaba una.”

Aníbal R.



ANÁLISIS HISTÓRICO DE LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE SOLDADURA DESARROLLADOS EN EL ESTADO ESPAÑOL DURANTE EL SIGLO XX



Director:
 Javier Jesús González Martínez

Autor:
 Aníbal Rodríguez Casado