

FRANÇAIS

Sidérurgie durable. Paradigmes de croissance et de progrès pour le début du XXI^e siècle p. 19
J.P. Birat

Les étapes qui ont conduit à la sidérurgie moderne sont rappelées et les développements qui ont marqué les dix dernières années du XX^e siècle sont examinés à la lumière des changements intervenus au cours de cette période (protection de l'environnement, gestion de l'énergie, développement de la filière électrique et de lignes de production courtes et performantes). Un certain nombre de tendances sont dégagées pour l'avenir de la sidérurgie : technologies et pratiques respectueuses de l'environnement, recyclage maîtrisé des ferrailles, profondes transformations du four électrique, techniques permettant de réduire l'émission de gaz à effet de serre, etc.

Une réévaluation du procédé Perrin d'élaboration de l'acier. Première partie p. 41
G. Östberg

Les raisons du succès ou de l'abandon d'un procédé industriel restent mystérieuses. L'histoire du procédé Perrin en fournit un exemple. Après la description du procédé et des mécanismes physico-chimiques qu'il met en jeu, l'auteur présente les succès obtenus pour la déphosphoration et la désoxydation de l'acier et les difficultés rencontrées pour la désulfuration. Différents aspects de la mise en œuvre du procédé sont discutés et différents points de vue sur son adoption par les aciéristes sont confrontés.

Principe et résultats de la technologie du four à arc à courant continu à double cathode à Hylsa Mexico p. 55
K. Bergman, R. Gonzales, M.A. Pedroza, M. Herrera

La technologie de double cathode conçue par Danieli représente la nouvelle génération de fours électriques à courant continu superpuissants. Ce concept permet l'emploi d'électrodes de diamètre inférieur et de courants à basse densité, par rapport à un four c.c. à une électrode ou un four à courant alternatif standard ayant la même puissance. Les résultats opérationnels de cette technologie appliquée à Hylsa Aceros Planos Mexico sont présentés.

Henry Bessemer et la coulée continue p. 63
M. Wolf

Un certain nombre d'innovations dans la coulée de l'acier en lingotière ont ensuite trouvé leur application dans les procédés de coulée continue. Bessemer a apporté une contribution importante à ces développements, mais les travaux décisifs ont été menés par d'autres, aux États-Unis, en Angleterre, en Allemagne, etc., entre 1920 et 1950. Après la mise au point de la coulée de billettes, le procédé a été étendu aux brames et mené à un haut degré de perfectionnement. La coulée de produits minces, tentée une première fois par Bessemer, est seulement maintenant en train de déboucher industriellement.

L'oscillateur DYNAFLEX, un progrès technologique marquant pour la coulée continue de billettes p. 75
R. Köhl, K. Mörwald, J. Pöpl, H. Thöne

Cet article décrit la première application industrielle du nouvel oscillateur DYNAFLEX de VAI sur les deux machines de coulée continue de billettes de Lech-Stahlwerke (Allemagne). Ses caractéristiques principales sont : absence de composants servo-hydrauliques, ressorts à lames disposés en cascade, modification facile de l'amplitude, de la fréquence et de la forme des oscillations pendant la coulée. Grâce à ces caractéristiques, l'oscillateur ne nécessite pas de maintenance, les jeux mécaniques sont éliminés et la disponibilité et la qualité des produits sont améliorés. Des économies substantielles sont réalisées en frais de maintenance.

Démarrage du deuxième four à brames sur le train à bandes de Sollac Florange p. 87
P. Zygmunt, A. Puissant

En septembre 1998, le train à bandes de Sollac Florange a démarré son deuxième four à brames, de dimension et de puissance équivalentes au premier four installé en 1983. Cette installation apporte des nouveautés techniques, dont la marche « impulsionnelle » des brûleurs des zones inférieures, le réglage de puissance par modulation de largeur d'impulsion, l'ajustement des caractéristiques des gaz par correctomètre, etc. De plus, l'augmentation de la capacité de chauffe de brames a un impact important sur les autres outils du train.

Montée en production de la nouvelle ligne de galvanisation de Sollac Mardyck p. 97
J.P. Lahouste, R. Paulmier, F. Le Pennec, H. Baudin

La ligne de galvanisation à chaud de Mardyck a démarré le 2 juillet 1998. Elle est destinée au marché des tôles pour automobile, dont les exigences de qualité sont particulièrement élevées. Les principaux produits sont des tôles revêtues de zinc pur ou d'alliage zinc-fer avec une large gamme de caractéristiques mécaniques. Les premières tonnes pour pièces non visibles de carrosserie automobile ont été produites moins d'un mois après le démarrage, et des tonnes pour pièces visibles dès le début d'octobre.

Démarrage de la ligne de galvanisation Galtec p. 105
M. Vereecke

Galtec, la filiale de Sidmar et Hoogovens a démarré la production de tôle galvanisée en février 1998. La ligne, intégrée dans l'usine à froid de Sidmar, a été conçue pour des applications dans l'industrie du bâtiment et de l'électroménager. La courbe de démarrage prévue a été largement dépassée, ce qui a permis d'atteindre une production totale de 370 000 t au cours de 1998.

Système de contrôle de la pollution d'une usine sidérurgique à base d'intelligence artificielle p. 111
L. Brimacombe, C. Jackson, N. Schofield

Un système expert du dispositif d'extraction des fumées a été mis au point et installé sur un four à arc électrique d'une aciérie. Les règles du système expert préviennent les ingénieurs des dys-

fonctionnements de l'installation qui pourraient conduire à des émissions ponctuelles dans l'atmosphère et/ou à une surconsommation d'énergie. Les algorithmes du réseau de neurones sont intégrés au modèle pour simuler l'instrumentation et analyser les tendances générales. Depuis l'installation d'un tel prototype, de nettes économies financières ont été observées.

Propriétés et microstructure d'aciers à 9 % Cr modifiés p 117

A. Di Gianfrancesco, S. Matera, O. Tassa

La nuance d'acier E911 a été développée à partir de la nuance P91 pour accroître la tenue au fluage à 600°C par la maîtrise du vanadium, de l'azote et l'addition de tungstène. La nuance 911 montre une meilleure performance en fluage que la nuance 91. La stabilité de la microstructure des deux aciers a été vérifiée par des tests de vieillissement isotherme de 10 000 h à 600 et 650°C et leurs tenues mécaniques ont été comparées. Les résultats sur joints soudés ont également été comparés avec ceux du matériau de base.

ENGLISH

Sustainable steelmaking paradigms for growth and development in the early 21st Century p. 19

J.P. Birat

The main milestones of the development of the modern steel industry are recalled and the changes which have occurred during the last ten years of the 20th Century are examined in the light of the evolution of the economical context in that period (protection of the environment, energy management, development of electric arc steelmaking and of compact and efficient production units, etc.). Several trends for the future evolution of the steel industry are discussed : environment friendly technologies and operations, controlled recycling of scrap, deep modifications for the electric arc furnace, methods for reducing the emission of greenhouse gas, etc.

A reappraisal of the Perrin process for steelmaking. Part I p. 41

G. Östberg

The reasons of the success or phaseout of an industrial process remain mysterious. The history of the Perrin process allows to analyze this problem. After having described the process and the physical-chemical mechanisms underlying it, the author presents the good results obtained for the dephosphorization and the deoxidation of liquid steel and the problems which had to be solved in the case of desulphurization. Different aspects of the application of the process are discussed and different views on its adoption by steel producers are compared.

Twin cathode DC EAF concepts and results at Hylsa Mexico p. 55

K. Bergman, R. Gonzales, M.A. Pedroza, M. Herrera

The twin cathode technology by Danieli is the new generation of DC superpower EAF. This design concept allows the utilization of reduced diameter standard electrodes and low density currents compared to single electrode DC or standard AC EAF of the same power. The operative results of this technology are shown at Hylsa Aceros Planos Mexico.

Henry Bessemer and continuous casting p. 63

M. Wolf

Several innovations in the casting of steel into ingots have found their full application in continuous casting. Bessemer made significant contributions in this area, but the decisive developments were made by others between 1920 and 1950 in the USA, England, Germany, etc. After the casting of billets became a well established process, new developments allowed to apply the process to slab casting and a high degree of performance is reached now. The direct casting of thin products, first attempted by Bessemer, is just becoming industrial reality.

The DYNAFLEX oscillator, a technology breakthrough in billet casting p. 75

R. Köhl, K. Mörwald, J. Pöpl, H. Thöne

This paper describes the first industrial application of the new DYNAFLEX oscillator developed by VAI on the two billet casting machines at Lech-Stahlwerke (Germany). Its main features are : no servohydraulic components, a system of leaf-springs arranged in cascade, simplicity of adjustment of stroke, frequency and wave form during casting. These factors suppress the need for maintenance of the oscillator, prevent mechanical backlash and result in a significant increase in machine availability and product quality, as well as in reduced maintenance costs.

Starting up of the second furnace at the Sollac Florange hot strip mill p. 87

P. Zygmunt, A. Puissant

In September 1998, the Sollac Florange HSM started up its second reheating furnace, with nearly the same size and thermal power as the first furnace built in 1983. This equipment has introduced new techniques, such as pulse width modulation on lower zones in order to control thermal power, or gas characteristics fine tuning with the correctometer using a furnace with only one burner, etc. Using two furnaces instead of one and a higher reheating capacity means some significant changes for the other tools of the HSM.

Industrial start-up of the new galvanizing line at Sollac Mardyck p. 97

J.P. Lahouste, R. Paulmier, F. Le Pennec, H. Baudin

The Mardyck hot-dip galvanizing line began operations on July 2, 1998. The line is devoted to supply the very demanding market of the automotive industry. The main products have pure zinc or zinc-iron coatings and correspond to steels with a wide range of mechanical properties. The first tons for unexposed parts were produced less than one month after the start-up of the line, and tons suitable for exposed parts as early as the beginning of October.

Start-up of the continuous galvanizing line Galtec p. 105

M. Vereecke

Galtec, the subsidiary of Hoogovens and Sidmar, started the commercial production in February 1998. The CGL, located in Sidmar's cold rolling mill, is designed for applications in the building and white goods sector. The start-up curve was very steep ; more than 370,000 tons were produced during the first year 1998.

Artificial intelligence expert systems for steelwork pollution control p. 111

L. Brimacombe, C. Jackson, N. Schofield

An expert system model for a fume extraction system has been developed and installed at an electric arc furnace steelplant. Expert

rules advise plant engineers of plant abnormalities that could result in fugitive emissions to atmosphere and/or result in excessive energy consumption. Neural network algorithms are incorporated into the model to mimic instrumentation and to analyse general trends. Since the installation of a prototype, significant financial savings have been made.

Properties and microstructure of modified 9 % Cr steels p. 117

A. Di Gianfrancesco, S. Matera, O. Tassa

The E911 steel grade has been developed from grade P91 to increase the creep properties at 600°C through the control of vanadium, nitrogen and the addition of tungsten. Grade 911 shows a better creep performance than grade 91. Microstructure stability of both steels was investigated by isothermal ageing tests for up to 10,000 hours at 600 and 650°C and their mechanical behaviour is compared. Results on welded joints have also been compared with base material.

DEUTSCH

Beispiele für ein dauerhaftes Wachstum und eine andauernde Entwicklung des Eisenhüttenwesens zu Beginn des 21. JahrhundertsS. 19

J.P. Birat

Es wird an die Etappen, die zum modernen Eisenhüttenwesen geführt haben, erinnert und die Entwicklungen, die die zehn letzten Jahre des 20. Jahrhunderts gekennzeichnet haben, aus der Sicht der in dieser Periode eingetroffenen Veränderungen (Umweltschutz, Energiebewirtschaftung, Entwicklung der elektrischen Stahlherstellungsweise, kurze und leistungsfähige Produktionslinien), geprüft. Einige Entwicklungsrichtungen für die Zukunft des Eisenhüttenwesens werden dargelegt : Umweltfreundliche Technologien und Arbeitsweisen, beherrschte Rückgewinnung von Schrott, tiefgreifende Umgestaltung des Elektroofens, Verfahren zur verschärften Verringerung der Gasemissionen, usw.

Eine Wiederauswertung des Perrin-Verfahrens zur Herstellung von Stahl. Erster Teil S. 41

G. Östberg

Die Gründe für den Erfolg oder das Verschwinden eines industriellen Verfahrens sind oft rätselhaft. Die Geschichte des Perrin- Verfahrens liefert hierfür ein Beispiel. Nach der Beschreibung des Verfahrens und der physikalisch- chemischen Vorgänge, die dabei im Spiel sind, stellt der Verfasser die Erfolge, die bei der Entphosphorung und Desoxidation des Stahls erzielt wurden vor sowie die bei der Entschwefelung aufgetretenen Schwierigkeiten. Verschiedene Aspekte des Einsatzes des Verfahrens werden erörtert und verschiedene Gesichtspunkte der Stahlwerker gegenüber seiner Anerkennung erörtert.

Prinzip und Ergebnisse der Technologie des Gleichstrom-Lichtbogenofens mit doppelter Kathode bei Hylsa Mexico S. 55

K. Bergman, R. Gonzales, M.A. Pedroza, M. Herrera

Die von Danieli entwickelte Technologie der doppelten Kathode stellt die neue Generation besonders leistungsfähiger Gleichstrom-Lichtbogenöfen dar. Dieses Konzept erlaubt die Verwendung von

Elektroden mit kleinerem Durchmesser und niedrigeren Stromdichten im Verhältnis zu einem Gleichstrom- Ofen mit einer Elektrode oder einem Wechselstrom-Standardofen der gleichen Leistung. Die Betriebsergebnisse mit dieser bei Hylsa Mexico angewendeten Technologie werden dargestellt.

Henry Bessemer und das kontinuierliche Gießen S. 63

M. Wolf

Eine gewisse Zahl von Erfindungen beim Kokillengießen von Stahl haben später auch ihre Anwendung bei den Verfahren des kontinuierlichen Gießens gefunden. Bessemer hat zu diesen Entwicklungen einen bedeutenden Beitrag geleistet, aber die entscheidenden Arbeiten wurden von Anderen, in den Vereinigten Staaten, in England, in Deutschland, usw., zwischen 1920 und 1950 durchgeführt. Nach der Entwicklung des Knüppelgießens wurde das Verfahren auf Brammen ausgedehnt und zu einem hohen Vollkommenheitsgrad entwickelt. Das Gießen von Dünnprodukten, zum ersten Mal von Bessemer versucht, ist erst jetzt dabei sich industriell durchzusetzen.

Der DYNAFLEX-Oszillator, ein Durchbruch in der Technologie des Stranggießens von Knüppeln S. 75

R. Köhl, K. Mörwald, J. Pöpl, H. Thöne

Der Artikel beschreibt den ersten industriellen Einsatz des neuen DYNAFLEX-Oszillators von VAI auf den beiden Knüppel-Stranggießanlagen von Lech-Stahlwerke (Deutschland). Dessen Hauptmerkmale sind : keine servohydraulische Komponente, in Kaskade angeordnete Federbänder, einfache Regelung von Hub, Frequenz und Wellenform während des Gießens. Diese Faktoren machen den Oszillator wartungsfrei, verhindern das Auftreten von mechanischen Spielen und bringen deutliche Verbesserungen bei Verfügbarkeit und Produktqualität sowie beträchtliche Einsparungen bei den Instandhaltungskosten.

Anfahren des zweiten Brammenofens der Bandstraße der Sollac Florange S. 87

P. Zygmunt, A. Puissant

Im September 1998 wurde im Bandwalzwerk der Sollac Florange ein zweiter Brammenofen angefahren, von gleicher Größe und Leistung wie der 1983 zuerst installierte. Diese Anlage bringt technische Neuheiten, darunter den « Impulsbetrieb » der Brenner der unteren Zone, die Regelung der Leistung durch Modulation der Impulsbreite, die Einstellung der Gaskennwerte mittels eines Korrektometers, usw. Im übrigen hat die Kapazitätserhöhung bei der Brammenerwärmung bedeutende Auswirkung auf die anderen Einrichtungen der Straße.

Anstieg der Produktion bei der neuen Verzinkungsstrecke der Sollac Mardyck S. 97

J.P. Lahouste, R. Paulmier, F. Le Pennec, H. Baudin

Die Feuerverzinkungsstrecke von Mardyck wurde am 2. Juli 1998 angefahren. Sie ist für den Markt von Automobilblechen bestimmt, deren Qualitätsanforderungen besonders hoch sind. Die Hauptprodukte sind mit Reinzink oder Zink- Eisen- Legierung beschichtete Bleche mit einem weiten Bereich der mechanischen Werte. Die ersten Tonnen für nicht sichtbare Teile der Automobilkarosserie wurden bereits weniger als ein Monat nach dem Anfahren, und weitere Tonnen für sichtbare Teile ab Anfang Oktober produziert.

Anfahren der Verzinkungsanlage von Galtec S. 105
M. Vereecke

Galtec, eine Filiale von Sidmar und Hoogovens nahm die Produktion von verzinktem Blech im Februar 1998 auf. Die Linie, integriert in das Werk für Kaltwalzen von Sidmar, wurde für den Anwendungsbereich Bauindustrie und elektrische Haushaltsgeräte geplant. Die geplante Anfahrkurve wurde deutlich überschritten, wodurch es möglich war, eine Gesamterzeugung von 370 000 t schon während 1998 zu erreichen.

Leitsystem auf der Basis künstlicher Intelligenz für den Umweltschutz in einem Eisenhüttenwerk S. 111
L. Brimacombe, C. Jackson, N. Schofield

Ein Expertensystem für die Absaugeinrichtung von Rauchgasen wurde entwickelt und an einem Lichtbogenofen installiert. Die Regeln des Expertensystems warnen die Ingenieure bei einem Fehlfunktionieren der Einrichtung, das zu örtlichen Emissionen in die Atmosphäre und/oder zu einem Mehrverbrauch an Energie führen kann. Die Algorithmen des Neuronennetzwerks sind in ein Modell integriert, um die Instrumentierung zu simulieren und allgemeine Tendenzen zu analysieren. Seit der Installation dieses Prototyps wurden deutliche finanzielle Einsparungen festgestellt.

Eigenschaften und Mikrogefüge modifizierter 9 % Chromstähle S. 117
A. Di Gianfrancesco, S. Matera, O. Tassa

Die Stahlsorte E911 wurde aus der Sorte P91 entwickelt, um das Kriechverhalten bei 600°C durch kontrollierten Vanadinegehalt, Stickstoffgehalt und Wolframzusatz zu erhöhen. Die Sorte 911 zeigt ein besseres Kriechverhalten als die Sorte 91. Die Gefügestabilität der zwei Stähle wurde durch isotherme Alterungstests von 10 000 h bei 600°C und 650°C überprüft und ihre mechanischen Eigenschaften verglichen. Die Ergebnisse von Schweissverbindungen wurden gleichermaßen mit denen des Grundwerkstoffs verglichen.

ESPAÑOL

Paradigmas para un crecimiento y desarrollo durables de la siderurgia en los comienzos del siglo XXI p. 19
J.P. Birat

Se recuerdan las etapas que han conducido a la siderurgia moderna y los desarrollos que han marcado los diez últimos años del siglo XX son examinados a la luz de los cambios sucedidos durante este periodo (protección del medio ambiente, gestión de la energía, desarrollo de las líneas eléctricas y de producción). Un cierto número de tendencias se desprenden para el porvenir de la siderurgia : tecnología y prácticas respetuosas con el medio ambiente, reciclado de chatarras, transformaciones profundas del horno eléctrico, técnicas que permitan reducir las emisiones de gas a efecto invernadero, etc.

Una reevaluación del procedimiento Perrin de elaboración del acero. Primera parte p. 41
G. Östberg

Las razones del suceso o del abandono de un proceso industrial permanecen misteriosas. La historia del procedimiento Perrin

suministra un ejemplo. Después de la descripción del procedimiento y de los mecanismos físico-químicos que pone en juego, el autor presenta los sucesos obtenidos para la defosforación y la desoxidación del acero y las dificultades reencontradas para la desulfuración. Se discuten diferentes aspectos de la puesta en obra del procedimiento y se confrontan diferentes puntos de vista para su adopción por los aceristas.

Principio y resultados de la tecnología del horno de arco con corriente continua de doble cátodo en Hylsa México..... p. 55
K. Bergman, R. Gonzales, M.A. Pedroza, M. Herrera

La tecnología del doble cátodo concebida por Danieli representa la nueva generación de hornos eléctricos de corriente continua superpotentes. Este concepto permite el empleo de electrodos de diámetro inferior y de corrientes de baja intensidad, con relación a un horno c.c. con un electrodo o un horno estándar de corriente alterna teniendo la misma potencia. Se presentan los resultados operacionales de esta tecnología aplicada en Hylsa Aceros Planos de México.

Henry Bessemer y la colada continua p. 63
M. Wolf

Un cierto número de innovaciones en la colada del acero en lingotera han encontrado seguidamente su aplicación en los procedimientos de colada continua. Bessemer ha aportado una contribución importante a estos desarrollos, pero los trabajos decisivos han sido realizados por otros, en Estados Unidos, en Inglaterra, en Alemania, etc., entre 1920 y 1950. Después de la puesta a punto de la colada de palanquilla, el procedimiento se ha extendido a los desbastes planos y llevado a un alto grado de perfeccionamiento. La colada de productos delgados, ensayada por primera vez por Bessemer, está sólo ahora llegado industrialmente.

El oscilador DYNAFLEX, un progreso tecnológico para la colada continua de palanquilla p. 75
R. Köhl, K. Mörwald, J. Pöpl, H. Thöne

Este artículo describe la primera utilización industrial del nuevo oscilador DYNAFLEX de VAI sobre las dos máquinas de colada continua de palanquilla de Lech-Stahlwerke (Alemania). Sus características principales son : ausencia de componentes servo-hidráulicos, resortes de láminas dispuestos en cascada, modificación fácil de la amplitud, de la frecuencia y de la forma de las oscilaciones durante la colada. Gracias a estas características, el oscilador no necesita mantenimiento, los juegos mecánicos son eliminados y se mejora la disponibilidad y la calidad de los productos. Se consiguen sustanciales economías en los gastos de mantenimiento.

Arranque del segundo horno de lingotes en el tren de bandas de Sollac Florange p. 87
P. Zygmunt, A. Puissant

En Septiembre de 1998, el tren de bandas de Sollac Florange ha arrancado su segundo horno de lingotes, de dimensión y potencia equivalentes al primer horno instalado en 1983. Esta instalación aporta novedades técnicas, la marcha « impulsional » de los quemadores de las zonas inferiores, la regulación de potencia por modulación de la anchura de impulsión, el ajuste de las características del gas por correctómetro, etc. Además, el aumento de la capacidad de calentamiento de los lingotes tiene un impacto importante sobre los otros útiles del tren.

Subida de la producción de la nueva línea de galvanización de Sollac Mardyck p. 97

J.P. Lahouste, R. Paulmier, F. Le Pennec, H. Baudin

La línea de galvanización en caliente de Mardyck arranco el 2 de julio de 1998. Está destinada al mercado de chapas para automóviles, cuyas exigencias de calidad son particularmente elevadas. Los principales productos son chapas revestidas de cinc puro o aleaciones cinc-hierro con una amplia gama de características mecánicas. Las primeras toneladas para piezas no visibles de carrocerías de automóvil se han producido en menos de un mes después del arranque, y toneladas para piezas visibles desde el comienzo de octubre.

Arranque de la línea de galvanización Galtec p. 105

M. Vereecke

Galtec, filial de Sidmar y Hoogovens ha arrancado la producción de chapa galvanizada en febrero de 1998. La línea, integrada en la fábrica en frío de Sidmar, se ha concebido para aplicaciones en la industria de la edificación y del electrodoméstico. La curva de arranque prevista ha sido sobre pasada ampliamente, lo que ha permitido alcanzar una producción total de 370 000 t durante 1998.

Sistema de control de la contaminación de una fábrica siderúrgica a base de inteligencia artificial p. 111

L. Brimacombe, C. Jackson, N. Schofield

Un sistema experto del dispositivo de extracción de los humos ha sido puesto a punto y instalado en un horno de arco eléctrico en una acería. Las reglas del sistema experto previenen a los ingenieros de los disfuncionamientos de la instalación que podrían conducir a emisiones puntuales a la atmósfera y/o a un sobre consumo de energía. Los algoritmos de la red de neuronas son integrados en el modelo para simular la instrumentación y analizar las tendencias generales. Después de la instalación de un tal prototipo, se han observado claras economías financieras.

Propiedades y microestructura de los aceros con 9 % Cr modificados p. 117

A. Di Gianfrancesco, S. Matera, O. Tassa

El tipo de acero E911 se ha desarrollado a partir del tipo P91 para elevar el comportamiento a la fluencia a 600°C para la matriz de vanadio, de nitrógeno y la adición de tungsteno. El tipo 911 muestra un mejor comportamiento a la fluencia que el tipo 91. La estabilidad de la microestructura de los dos aceros ha sido verificada con ensayos de envejecimiento isoterma de 10 000 h a 600 y 650°C y se ha comparado su comportamiento mecánico. Los resultados sobre juntas soldadas han sido igualmente comparados con los del material base.