

“I CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA METALURGICA Y AFINES”

7, 8 y 9 de Agosto del 2024
Arequipa - Perú

RUTAS DE PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE ACERO EN AMÉRICA LATINA

3

Contenido

- Presentación de metallon
- América Latina y el mundo
- Revisión país por país
- El futuro
- Conclusiones

Presentación de metallon

4

- Perfil de  metallon
 - Servicios técnicos para la cadena de valor del acero y la fundición, con base en San Nicolás, Argentina
 - Consultoría
 - Cursos en empresas e instituciones
 - Cursos asincrónicos
 - Estudios metalográficos
 - Servicios de biblioteca
 - Clientes en toda América Latina
 - Más información en
 - www.metallon.com.ar
 - www.facebook.com/metallonconsulting
 - www.linkedin.com/company/359297/admin
 - www.instagram.com/metallon.consulting/



Presentación de metallon

5

- Cursos disponibles en modo asincrónico
 - ▣ Introducción a la Siderurgia (orientación alto horno - acería al oxígeno)
 - ▣ Introducción a la Siderurgia (orientación acería eléctrica)
 - ▣ Patio de Metálicos
 - ▣ Horno Eléctrico de Arco
 - ▣ Metalurgia de Cuchara
 - ▣ Colada Continua
 - ▣ Refractarios de Acería
 - ▣ Sopladuras
 - ▣ Salpicaduras y Gotas Frías
 - ▣ Laminación de Productos Largos
 - ▣ Tratamientos Térmicos en Línea
 - ▣ Metalografía Práctica
 - ▣ Tratamientos Térmicos
 - ▣ Tecnología de la Fundición



Presentación de metallon

6

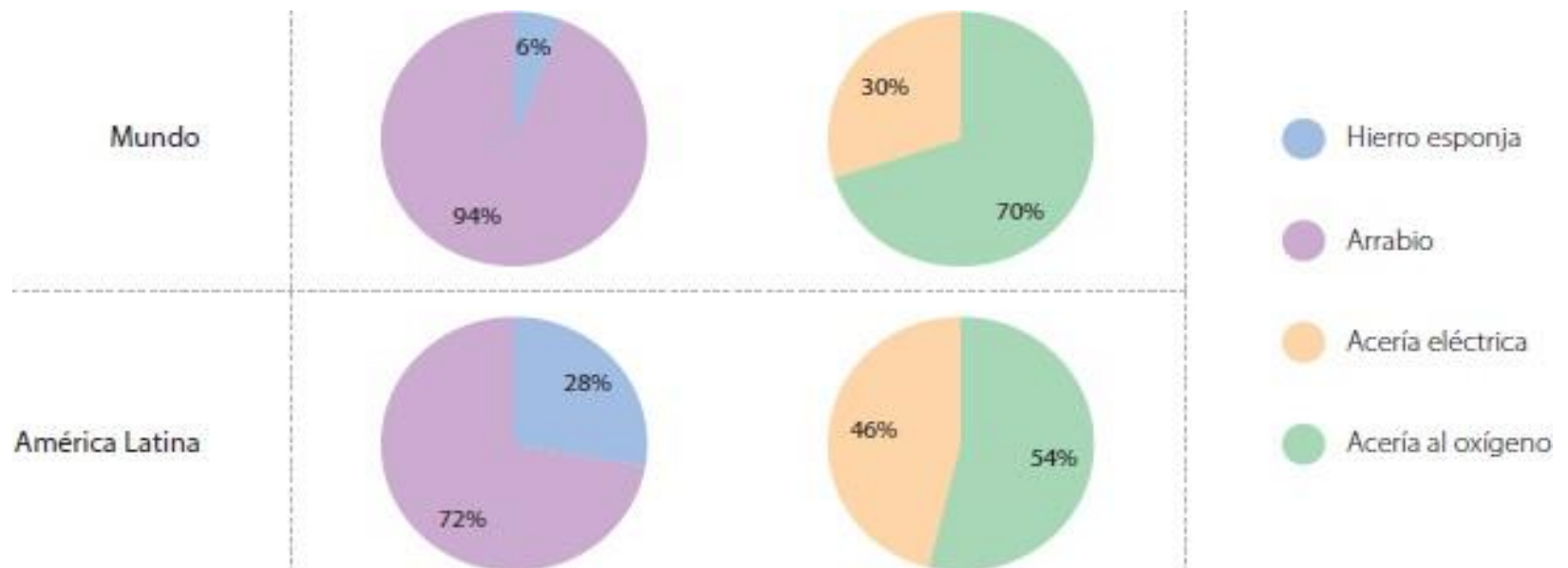
- Jorge Madias
 - ▣ Ingeniero Metalúrgico UTN FRBA
 - ▣ 2008 – actualidad metallon
 - ▣ 1980-2008 IAS (Investigador Materias Primas; Investigador Acería; Jefe Acería; Director Técnico)
 - ▣ 1979-1980 ARTRECOS S.A. (Jefe Planta Coque y Recarburantes)
 - ▣ 1973-1979 Fontana Hnos. S.A. (Técnico Fundición)
 - ▣ 200+ trabajos en congresos y revistas; dos capítulos de libros
 - ▣ Miembro de SAM, ABM, AIST. En el Concejo Editorial de revista Metallurgical Research & Technology
 - ▣ Interés en los aspectos metalúrgicos de la producción, procesamiento y utilización de aceros y fundiciones



América Latina y el mundo

7

- Participación más alta del hierro esponja en la producción de hierro primario
- Participación más alta del horno eléctrico de arco en la producción de acero crudo



América Latina y el mundo

8

- Rutas dominantes
 - ▣ Acería eléctrica basada en chatarra (55 plantas)
 - ▣ Alto horno a coque y acería al oxígeno (13 plantas)
 - ▣ Reducción directa a gas y acería eléctrica (9 plantas)
- Rutas secundarias
 - ▣ Alto horno a carbón vegetal y acería al oxígeno (5 plantas)
 - ▣ Alto horno a carbón vegetal y acería eléctrica (2 plantas)
 - ▣ Alto horno a carbón vegetal y EOF (1 planta)
 - ▣ Proceso TECNORED y acería al oxígeno (1 planta)
 - ▣ Horno de inducción basado en chatarra (8 plantas)
- Rutas abandonadas
 - ▣ Acería Siemens Martin
 - ▣ Reducción directa a carbón



Argentina

9

- Mineral de hierro de Brasil (pélets y calibrado)
- Carbón coquizable de Estados Unidos, Canadá y Colombia
- Coque de petróleo nacional
- Chatarra local
- Gas natural local
- 50% alto horno - acería al oxígeno
- 50% acería eléctrica
- La mayor parte de la carga metálica de los hornos eléctricos proviene de dos unidades de reducción directa cautivas

Argentina

10

Empresa	Planta	Prov.	Ruta de proceso	BOF (%)	HE (%)
Ternium Argentina	General Savio	BA	Alto horno - BOF	50,7	49,3
ArcelorMittal Acindar	V. Constitución	SF	DRI – HEA		
TenarisSiderca	Campana	BA	DRI – HEA		
AcerBrag	Bragado	BA	Chatarra – HEA		
Gerdau Argentina	Ludueña	SF	Chatarra – HEA		
Aceros Zapla	Palpalá	JU	Chatarra – HEA		
Aceros Angeletti	Burzaco	BA	Chatarra – HEA		
ADALMI	Toledo	CO	Chatarra – Inducción		
Fund. San Cayetano	Burzaco	BA	Chatarra - Inducción		
SIDERSA	San Nicolás	BA	Chatarra - HEA	En cons.	
METALNOR	Salta	SA	Chatarra – Inducción	En cons.	
CRESATA	Bernal	BA	Chatarra - Inducción	En cons.	

Bolivia, Paraguay, Uruguay

11

- Bolivia
 - ▣ Mineral local (Mutún); gas natural local; chatarra local
 - ▣ Siderúrgica Las Lomas puesta en marcha en 2021
 - ▣ Min Xin puesta en marcha en 2022
 - ▣ ESM en construcción (concentración de mineral, peletización, reducción directa a gas natural, acería eléctrica)
- Paraguay
 - ▣ Chatarra local
 - ▣ Cierre de planta integrada (ACEPAR, alquilada por Vetorial)
 - ▣ Dos plantas basadas en horno de inducción, una apuntando a aceros inoxidables para exportación
- Uruguay
 - ▣ Chatarra local



Bolivia, Uruguay, Paraguay

12

Empresa	Planta	País	Ruta de proceso	BOF (%)	HE (%)
Siderúrgica Las Lomas	Buena Vista	BO	Chatarra – HEA		100
MinXin	Warnes	BO	Chatarra - Inducción		
Empr. Sider. del Mutún	Mutún	BO	DRI – HEA	En cons	
Gerdau Uruguay	Laisa	UY	Chatarra – HEA	-	100
VEMARCORP	Villa Hayes	PY	Chatarra – Inducción	-	100
Villa Nova	Villa Hayes	PY	Chatarra - Inducción	En arr.	



Brasil

13

- Mineral de hierro local (pellets, calibrado, ahora briquetas)
- Carbón coquizable importado de Estados Unidos, Canadá, Colombia
- Carbón vegetal y chatarra locales
- Tres cuartos por la ruta alto horno - acería al oxígeno y un cuarto por acerías eléctricas
 - Una parte de los altos hornos opera con carbón vegetal
- Particularidad de acerías eléctricas
 - Consumo de arrabio proveniente de altos hornos a carbón vegetal independientes o cautivos
 - Mayormente sólido, en algunos casos líquido
- Procesos desarrollados en Brasil: TECNORED, EOF
- Plantas de reducción directa a gasolina, gas natural y carbón cerradas



Brasil

Empresa	Planta	Ruta de proceso	BOF (%)	HEA (%)
ArcelorMittal	Tubarão	Alto horno - BOF	74,7	23,7
USIMINAS	Ipatinga	Alto horno - BOF		
CSN	Volta Redonda	Alto horno – BOF		
Ternium Brasil	Santa Cruz	Alto horno - BOF		
Gerdau	Ouro Branco	Alto horno - BOF		
ArcelorMittal	Pecem	Alto horno - BOF		
ArcelorMittal	Monlevade	Alto horno - BOF		
ArcelorMittal	Juiz de Fora	Alto horno CV – HEA		
ArcelorMittal	Piracicaba	Chatarra - HEA		
Gerdau	COSIGUA	Chatarra - HEA		
Gerdau	Grande São Paulo	Chatarra – HEA		
ArcelorMittal	Resende	Chatarra – HEA		

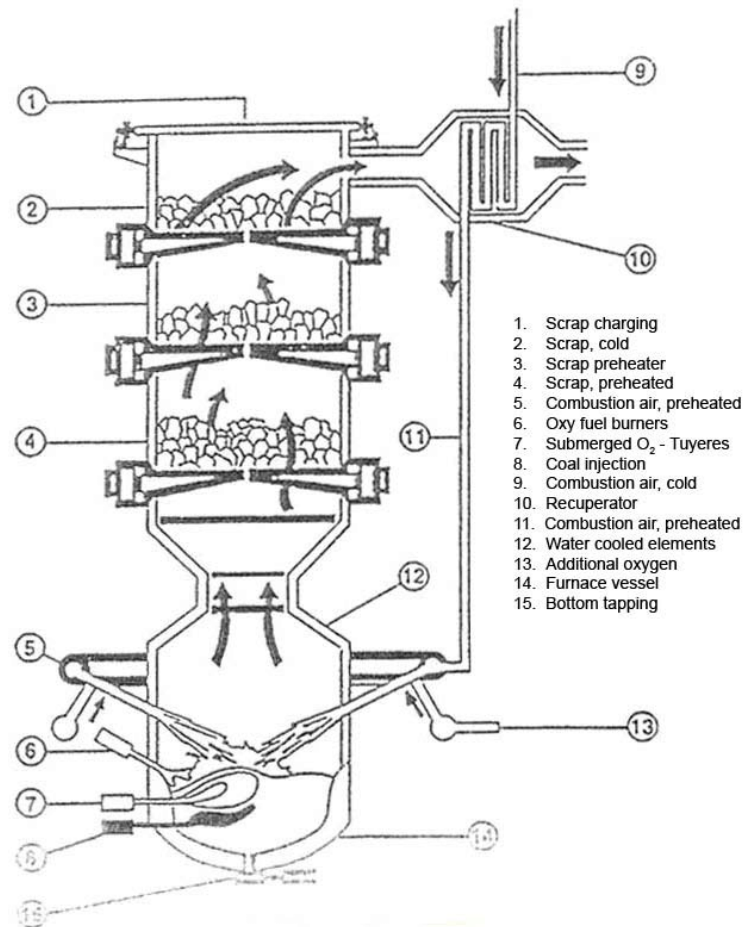
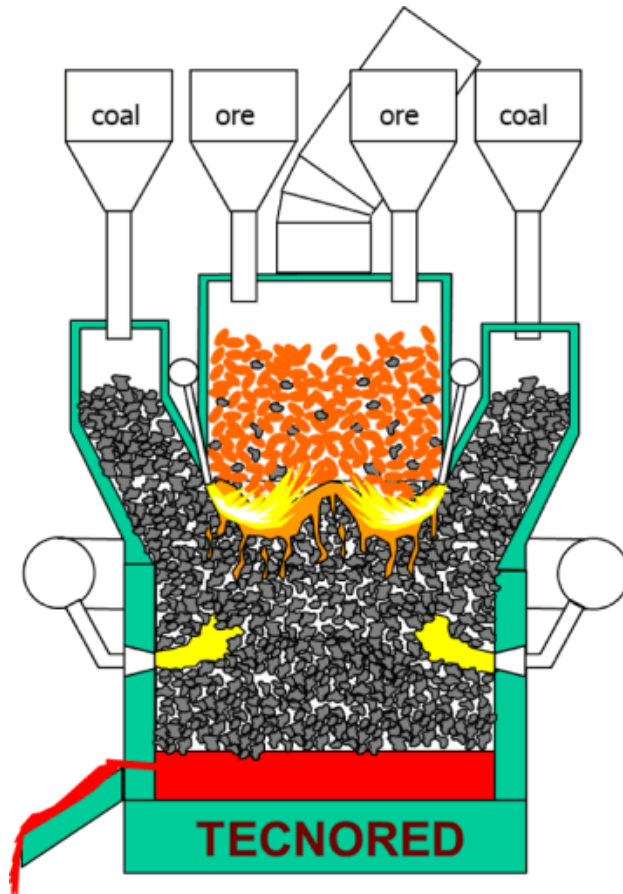
Brasil

Empresa	Planta	Ruta de proceso	BOF (%)	HEA (%)
ArcelorMittal	Barra Mansa	Chatarra – HEA	74,7	23,7
APERAM	Timóteo	Alto horno CV – BOF		
Grupo SIMEC	Pindamonhangaba	Chatarra – HEA		
Aço Verde Brasil	Açailândia	Alto horno CV – BOF		
Vallourec	Jeceaba	Alto horno CV – HEA		
Gerdau	Charqueadas	Chatarra – HEA		
Gerdau	Pindamonhangaba	Chatarra – HEA		
Gerdau	Mogi das Cruzes	Chatarra – HEA		
SINOBRAS	Marabá	Alto horno CV – HEA		
SINOBRAS II	Marabá	Tecnored CV - BOF	En constr.	
Gerdau	Divinópolis	Alto horno CV - EOF		
SIMEC	Cariacica	Alto CV (i) - HEA		

Brasil

Empresa	Planta	Ruta de proceso	BOF (%)	HEA (%)
Gerdau	Barão de Cocais	Alto horno CV - BOF	74,7	23,7
Gerdau	Açonorte	Chatarra – HEA		
Gerdau	Cearense	Chatarra – HEA		
CSN Longos	Volta Redonda	Chatarra – HEA		
Villares Metals	Sumaré	Chatarra – HEA		
Gerdau	Guaíra	Chatarra – HEA	Parada	
Gerdau	USIBA	Chatarra – HEA	Parada	

□ Procesos desarrollados localmente



Perú y Chile

18

□ Perú

- ▣ Chatarra local e importada
- ▣ Relevante: nueva acería con horno eléctrico de arco de 150 t, horno cuchara, desgasificador en vacío, colada continua de 6 líneas, 160 x 160

□ Chile

- ▣ Mineral de hierro y chatarra locales
- ▣ Carbón coquizable de Australia y Canadá
- ▣ Predominio de alto horno – acería al oxígeno

Empresa	Planta	País	Ruta de proceso	BOF	HEA
CAP Acero	Huachipato	CL	Alto horno - BOF	64,0	36,0
Aceros Aza	Colina	CL	Chatarra – HEA		
Aceros Arequipa	Pisco	PE	Chatarra – HEA	0	100
SIDERPERÚ	Chimbote	PE	Chatarra – HEA		

Ecuador y Colombia

19

- Predominan las acerías eléctricas basadas en chatarra local e importada
- Mineral de hierro y carbón locales para alto horno en Colombia
- Ecuador: cierre de TALME y ADELCA Alóag; apertura de Xinlong

Empresa	Planta	País	Ruta de proceso	BOF (%)	HE (%)
Acerías Paz del Río	Belencito	CO	Alto horno - LWS	27,5	72,5
Gerdau Diaco	Tuta	CO	Chatarra – HEA		
SIDOC	Jumbo	CO	Chatarra – HEA		
GSR	Sogamoso	CO	Chatarra – HEA		
Ternium Colombia	Manizales	CO	Chatarra - HEA		
Xinlong	Milagro	EC	Chatarra – Inducción	-	100
ADELCA	Milagro	EC	Chatarra – HEA		
ANDEC	Guayaquil	EC	Chatarra – HEA		
NOVACERO	Lasso	EC	Chatarra - HEA		

Venezuela

20

- Mineral de hierro y gas natural locales
- Producción basada en acerías eléctricas, que cargan mayoritariamente hierro esponja, casi paralizadas
- Gran parque de producción de DRI, casi paralizado
- Formidable potencial, si se normalizara la situación

Empresa	Planta	Ruta de proceso	BOF (%)	HEA (%)
SIDOR	Puerto Ordaz	DRI - HEA	0	100
CSN	Casima	DRI – HEA		
CSN	Barquisimeto	DRI – HEA		
CSN	Antímano	DRI – HEA		
SIZUCA	Ciudad Ojeda	Chatarra – HEA		

América Central y Caribe

21

- Cuba, El Salvador, Guatemala y Dominicana producen acero en hornos eléctricos que cargan cerca del 100% de chatarra
- Trinidad fue un productor importante por la ruta DRI – EAF, pero ArcelorMittal paró la planta; sólo queda Nu-Iron produciendo DRI para exportación a plantas de Nucor en Estados Unidos

Empresa	Planta	País	Ruta de proceso	BOF (%)	HEA (%)
ACINOX	Las Tunas	CU	Chatarra - HEA	0	100
Antillana de Acero	La Habana	CU	Chatarra – HEA		
Gerdau Metaldom	Santo Domingo	DO	Chatarra – HEA	0	100
Corporación AG	Masagua	GT	Chatarra – HEA	0	100
CORINCA	Quezaltepeque	SV	Chatarra - HEA	0	100



- Mineral de hierro, carbón y gas natural locales
- Chatarra local e importada de Estados Unidos
- Predominio de las acerías eléctricas (70% de la producción)
 - Unas utilizan cerca del 100% de hierro esponja producido en módulos cautivos
 - Otras emplean cerca del 100% de chatarra nacional e importada
- Dos plantas tienen las dos rutas
 - AHMSA (hoy parada)
 - ArcelorMittal Lázaro Cárdenas
- Relevante: Colada continua de flejes de TYASA; nuevas acerías de planos de Ternium en Pesquería y de Grupo Acerero en San Luis Potosí; proyectos de plantas de aceros largos especiales de Gerdau Corsa y TYASA



México

Empresa	Planta	Ruta de proceso	BOF (%)	HEA (%)
Ternium de México	Guerrero	DRI – HEA	30,0	70,0
AHMSA	Monclova	Alto horno – BOF		
AMHSA	Monclova	Chatarra – HEA		
ArcelorMittal	Lázaro Cárdenas FC	DRI – HEA		
ArcelorMittal	Lázaro Cárdenas LC	Alto horno – BOF		
Deacero	Celaya	Chatarra – HEA		
Deacero	Ramos Arizpe	Chatarra – HEA		
Deacero	Saltillo	Chatarra – HEA		
TenarisTamsa	Veracruz	Chatarra – HEA		
Ternium de México	Apodaca	Chatarra – HEA		
Ternium de México	Puebla	DRI – HEA		

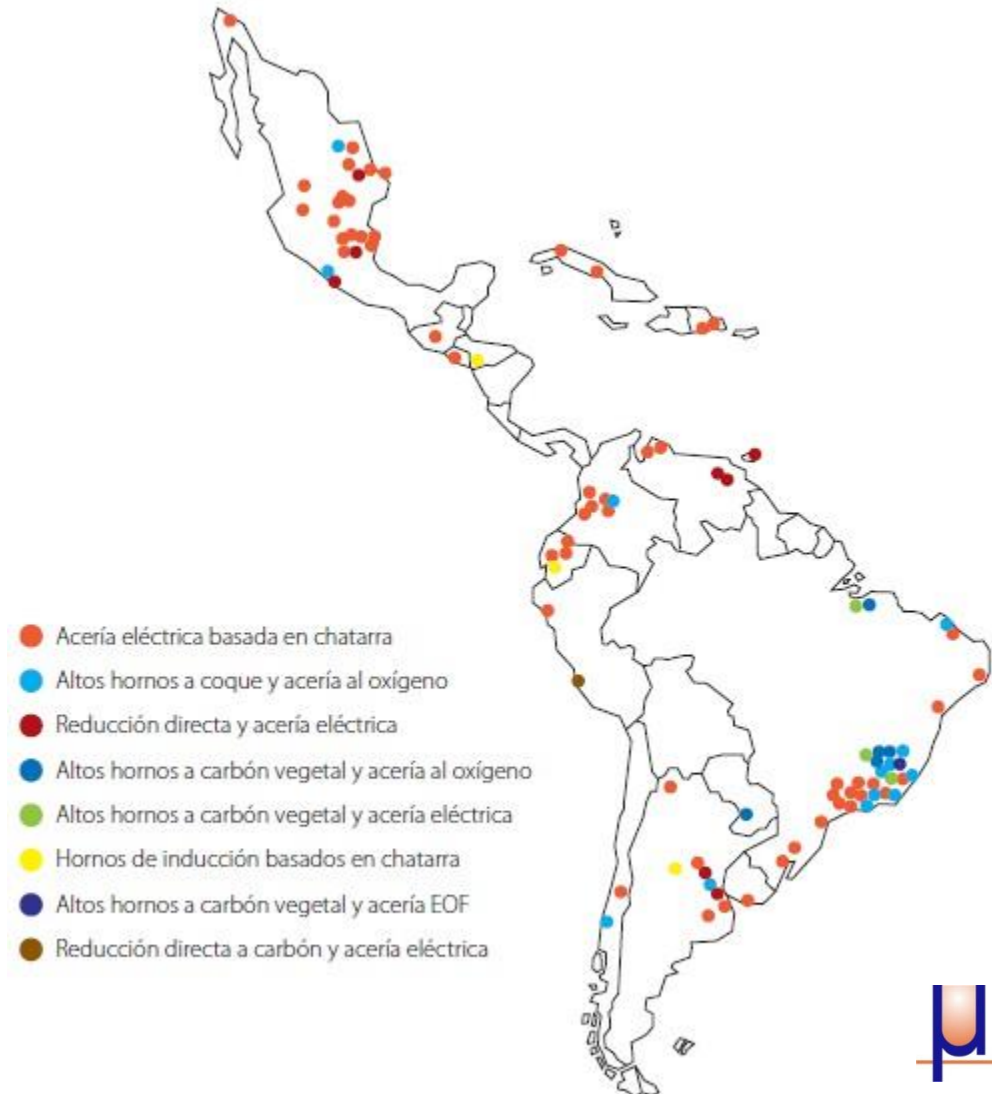
México

Empresa	Planta	Ruta de proceso	BOF (%)	HEA (%)
SIMEC	Tlaxcala	Chatarra – HEA		
SIMEC	ACERTAM	Chatarra – HEA		
Gerdau Corsa	Ciudad Sahagún	Chatarra – HEA		
TYASA	Orizaba	Chatarra -HEA		
SIMEC	Guadalajara	Chatarra - HEA		
FRISA Steel	Santa Catarina	Chatarra - HEA		
Gerdau Corsa	Tultitlán	Chatarra – HEA		
Grupo Acerero	San Luis Potosí	Chatarra – HEA		
SIMEC	Mexicali	Chatarra – HEA		
SIMEC	San Luis Potosí	Chatarra – HEA		
Suacero	San Luis Potosí	Chatarra – HEA		
Ternium de México	Pesquería	Hierro esponja - HEA		

Rutas de proceso y productos

25

- Dos zonas de concentración de plantas
 - ▣ Sureste de Brasil
 - ▣ Norte de México
- Costa del Pacífico
 - ▣ Dispersión



Rutas de proceso y productos

26

- Se suele asociar la ruta alto horno – BOF con los productos planos y las acerías eléctricas con los productos largos, pero hay
 - Plantas Alto horno – BOF que hacen productos largos
 - CAP Acero
 - ArcelorMittal Monlevade
 - Aço Verde Brasil
 - Gerdau Barão de Cocais (en proceso de cierre)
 - Gerdau Ouro Branco
 - ArcelorMittal Lázaro Cárdenas Long Carbon
 - Acerías Paz del Río

Rutas de proceso y productos

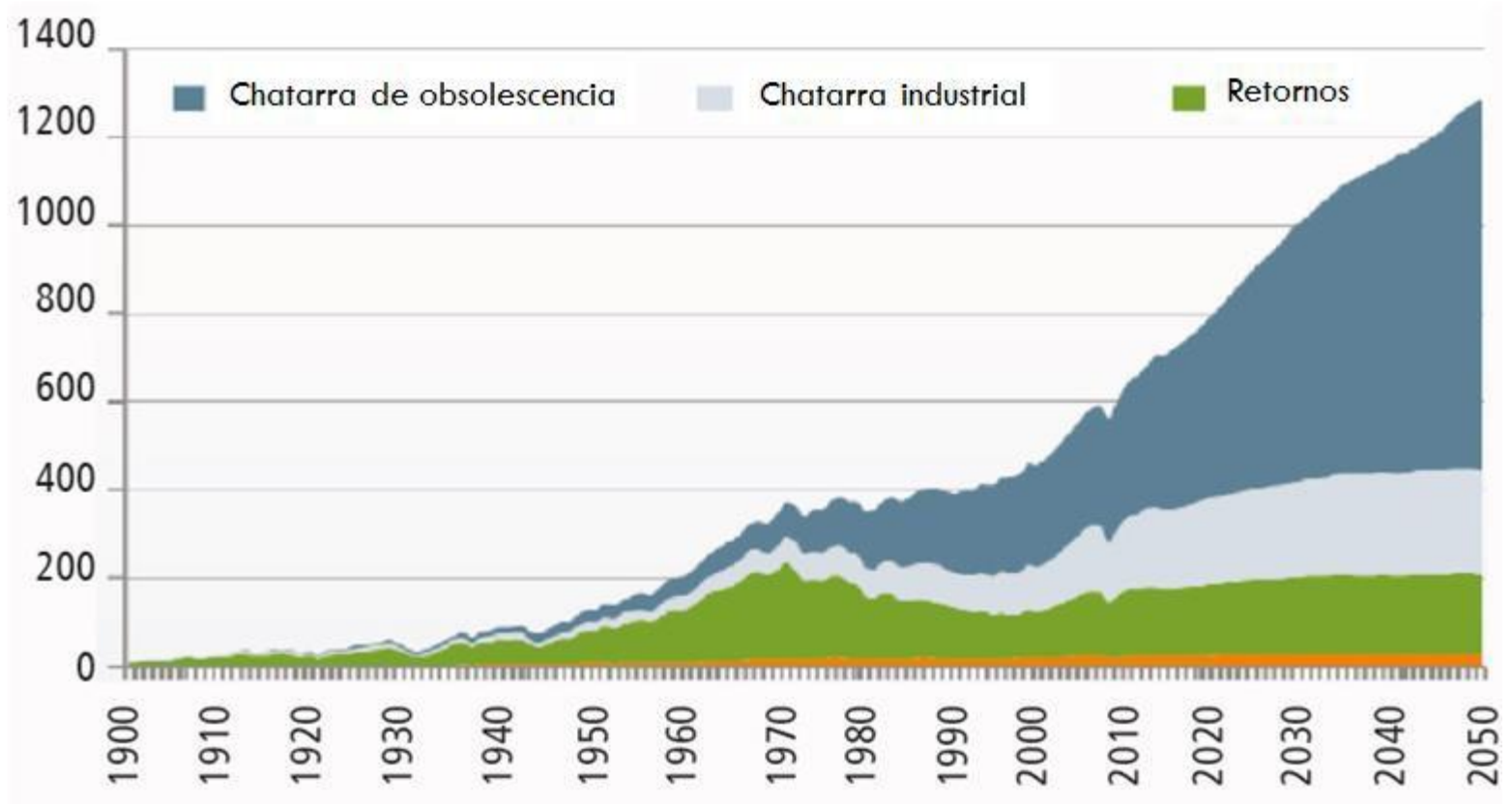
27

- Acerías eléctricas que hacen productos planos
 - ▣ Ternium Guerrero
 - ▣ ArcelorMittal Lázaro Cárdenas Flat Carbon
 - ▣ SIDOR
 - ▣ TYASA
 - ▣ Ternium Pesquería (en construcción)
 - ▣ Acería de planos de Grupo Acerero (en construcción)

El futuro

22

- Mayor disponibilidad de chatarra



El futuro

23

- ○ terminamos con el CO₂ o el CO₂ termina con nosotros
 - 8% de las emisiones de CO₂ de origen humano
 - Alto horno BOF: 2 t CO₂/t_{acero}
 - Acería eléctrica: 0,6 t CO₂/t_{acero}
 - Tendencia actual (Europa)
 - Reemplazo del alto horno y la acería al oxígeno por reducción directa basada en hidrógeno verde + horno eléctrico con energía de fuentes renovables y chatarra complementando el hierro esponja
 - SSAB Lulea; voestalpine Donawitz; ArcelorMittal Hamburg; Salzgitter
 - ¿Quién paga la inversión?
 - Tendencia actual (Estados Unidos)
 - Hornos eléctricos alimentados con energía de fuentes renovables
 - SSAB Iowa; Evraz Pueblo; Nucor Sedalia; Gerdau Midlothian



Conclusiones

24

- La producción de acero en América Latina sigue en su mayoría los caminos tradicionales, pero también recorre rutas originales
- Mineral de hierro en abundancia
- Importación de carbón coquizable y en algunos casos, chatarra (bajo – medio nivel de industrialización)
- Proporción de acero producido en hornos eléctricos muy superior a la media mundial
- En países con disponibilidad de gas natural, para paliar la escasez de chatarra se ha recurrido a la reducción directa, una tecnología en cuyo desarrollo la región ha jugado un rol clave
- Otras particularidades: altos hornos a carbón vegetal, Tecnored, EOF



Muchas gracias!

31

- Datos de contacto
 - jorge.madidas@metallon.com.ar
 - +54 9 336 421 1990
 - 9 de Julio 432, San Nicolás, Argentina

- Recuerdo a los egresados de la UNSA con los que compartí tiempo en empresas, instituciones y congresos
- Manuel Cárdenas, Mijhail Hernández, Rolando Núñez, Gladys Charca, Ferry Belisario y otros
- Y a Mariano de Córdova Dianderas, nacido en Camaná y egresado de la UNI, ya fallecido, con quien trabajamos muchos años en conjunto, para las instalaciones de coquización y sinterización de diversas plantas latinoamericanas