



**LAMINACION EN CALIENTE  
PRIMERA PARTE**

---

## Contenido:

Introducción

Descripción General LPC

Clasificación de Laminadores en Caliente

Desarrollo Actual Laminadores Planos en Caliente

Bibliografía

# Introducción



## Descripción General

El LPC recibe como materia prima los planchones provenientes de la CC y los transforma en RLC o planchas gruesas.

Los RLC pueden ir

- Directamente a ventas
- Continuar su proceso en el LPF

Capacidad actual LPC 700 000 t/a limitado por el actual horno de planchones.  
Calidad del acero: bajo y medio carbono

Dimensiones Planchones:

- Espesor: 160mm
- Ancho: 600 a 1050 mm
- Largo: 3625 a 7050 mm
- Peso: 9.2 ton. Max.

---

## Productos

**RLC** (RLC venta o RLC para laminación en frío)

**Ancho: 600 a 1070 mm**

**Espesor: 1.8 a 12.7 mm**

**Peso: 8.9 ton**

**D I: 724 mm (28.5")**

**DE: 1388 mm (54.6")**

**Peso específico: 8.3 kg/mm (460 piw)**

### Planchas Gruesas

**En rollos: espesor 5 a 12 mm**

**Lam. transversal: espesor 6 a 38 mm**

**ancho 1850 y 2000mm**

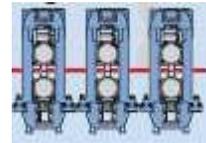
**largo 3700 a 12000 mm**

**Lam. longitudinal: espesor 25 a 50 mm**

**ancho 1000 mm**

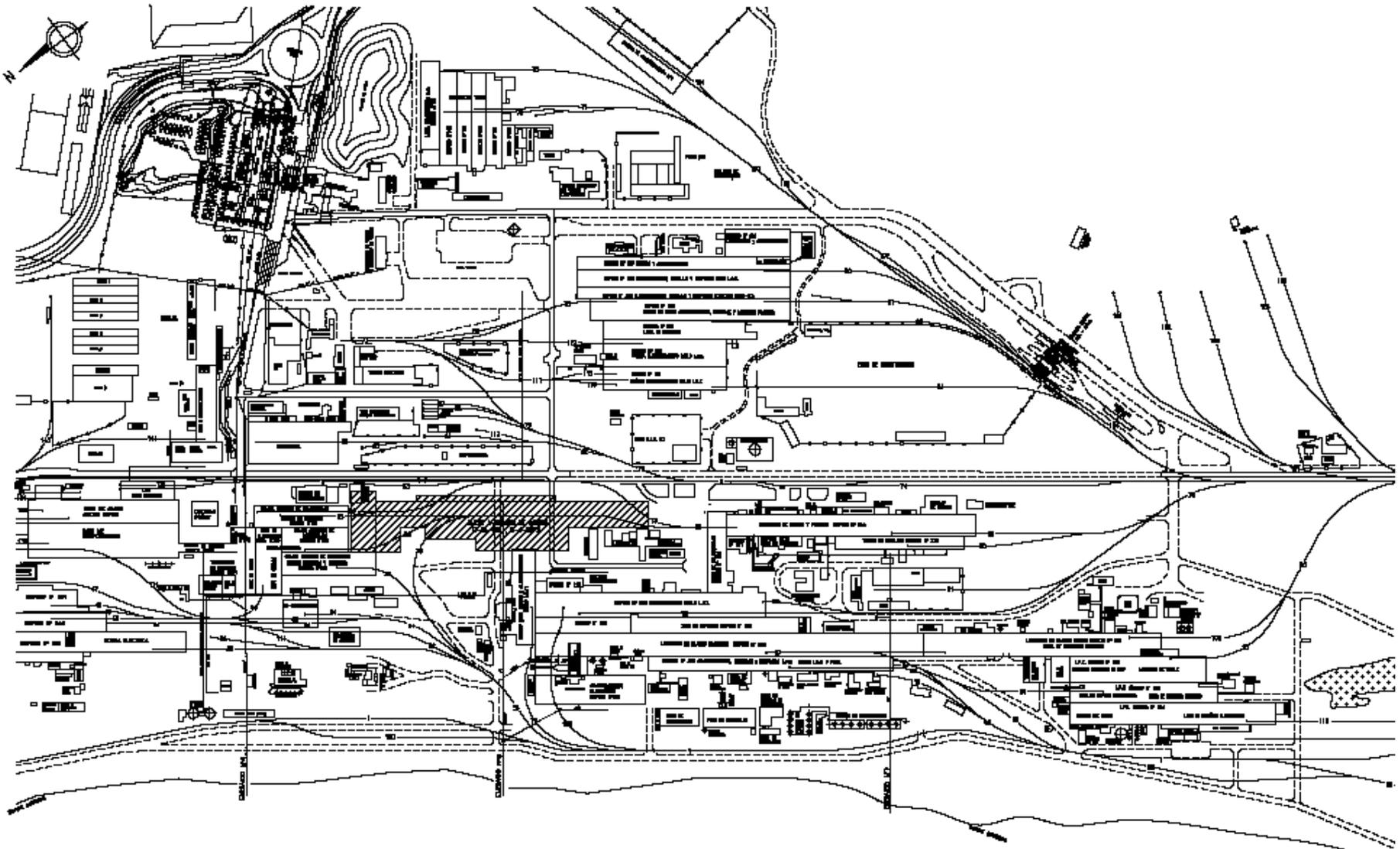
**largo 12000 mm**

# Descripción General LPC

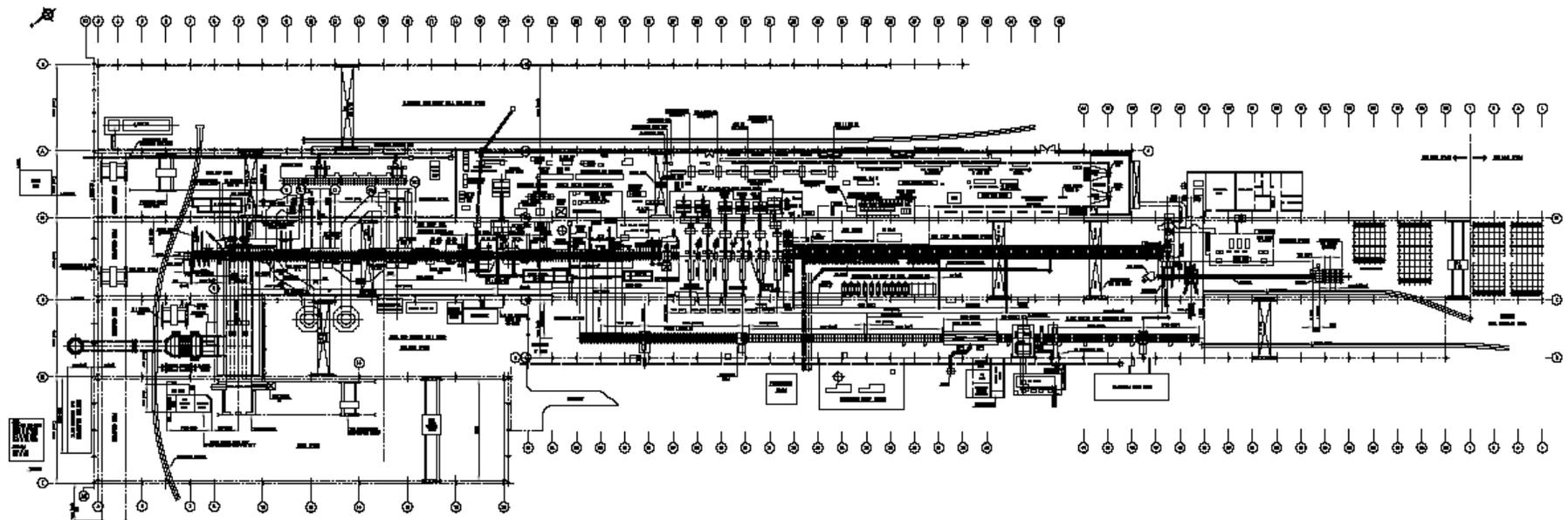


# Laminador Planos en Caliente

## Edificios 230, 231,232,233,236

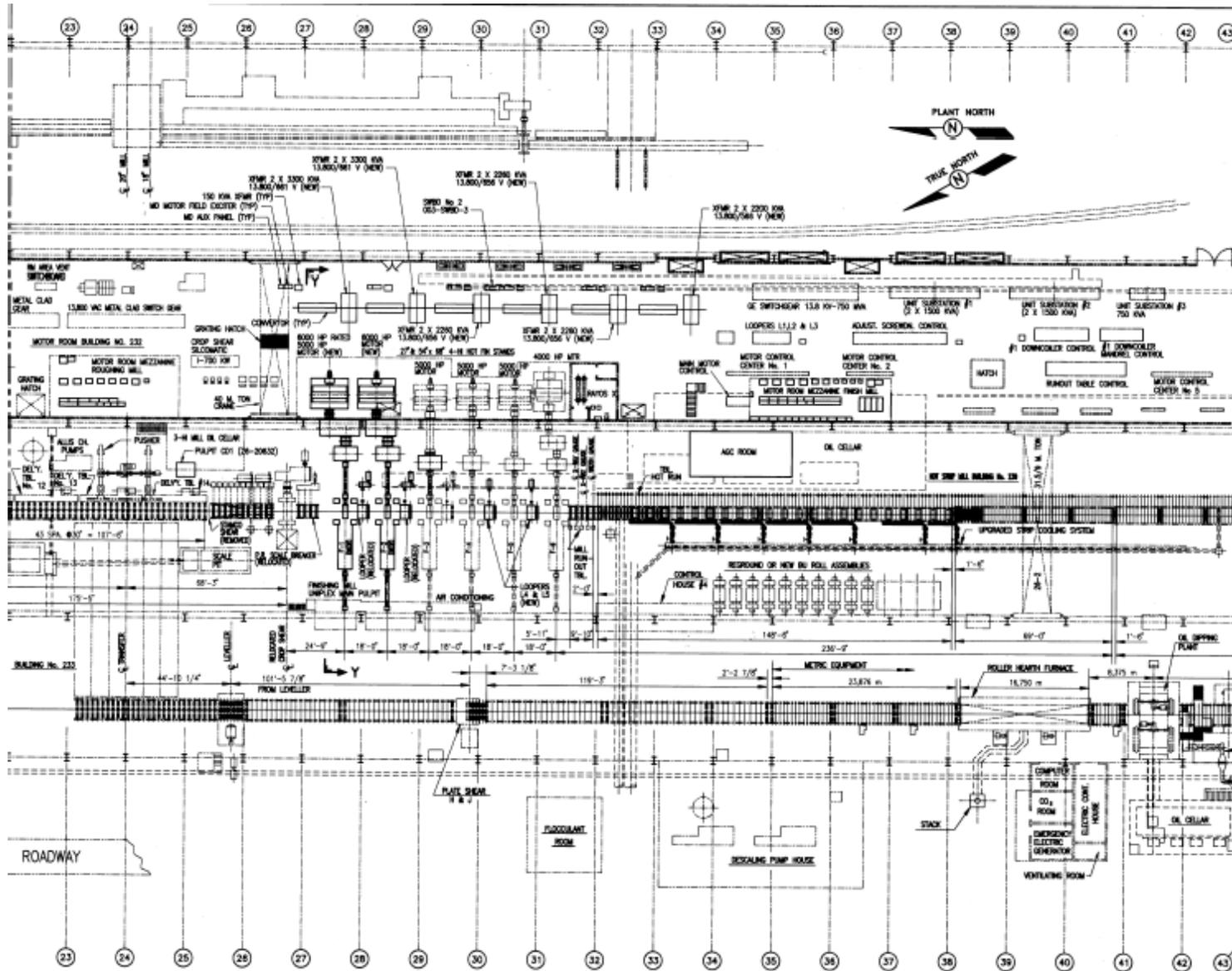


## Layout General

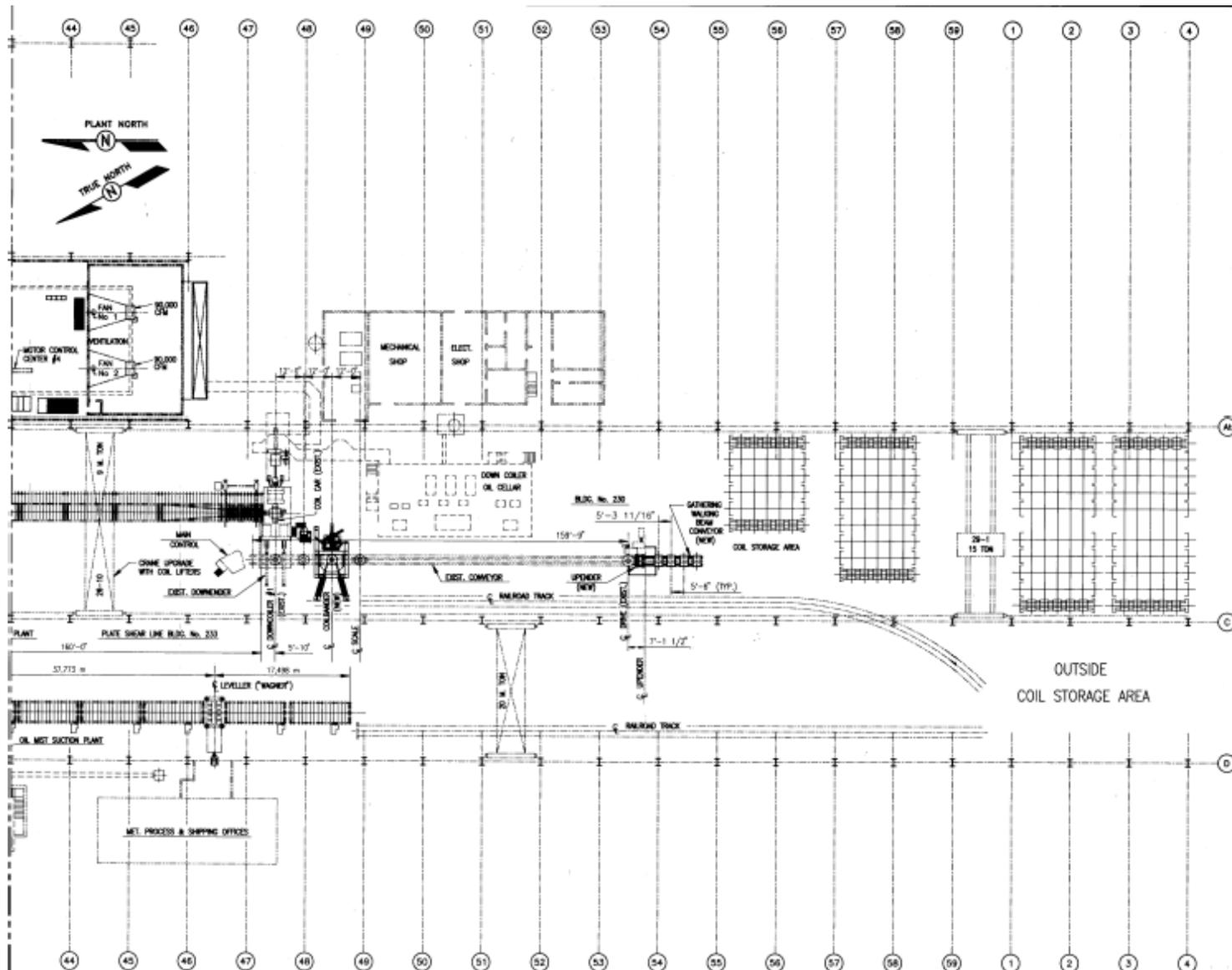




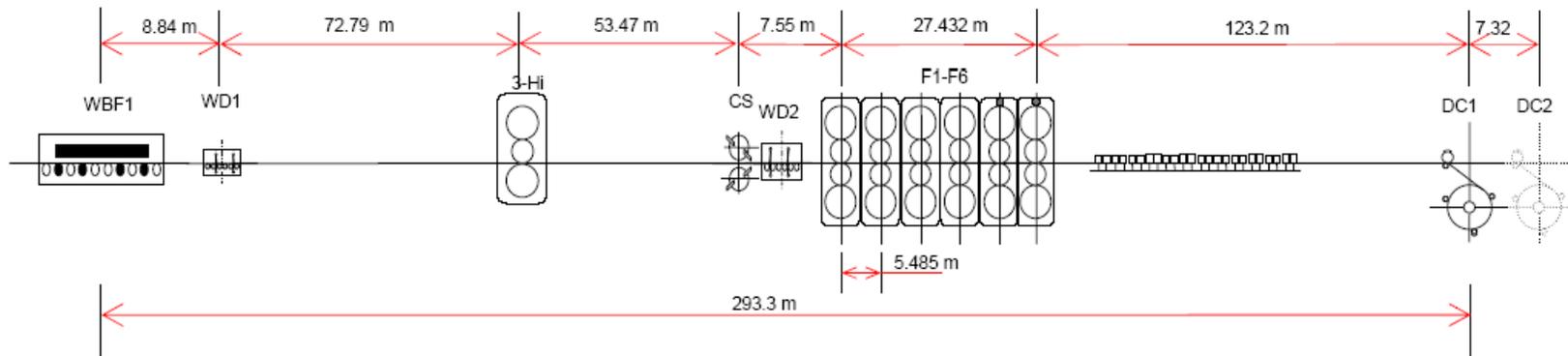
# Laminador Planos en Caliente



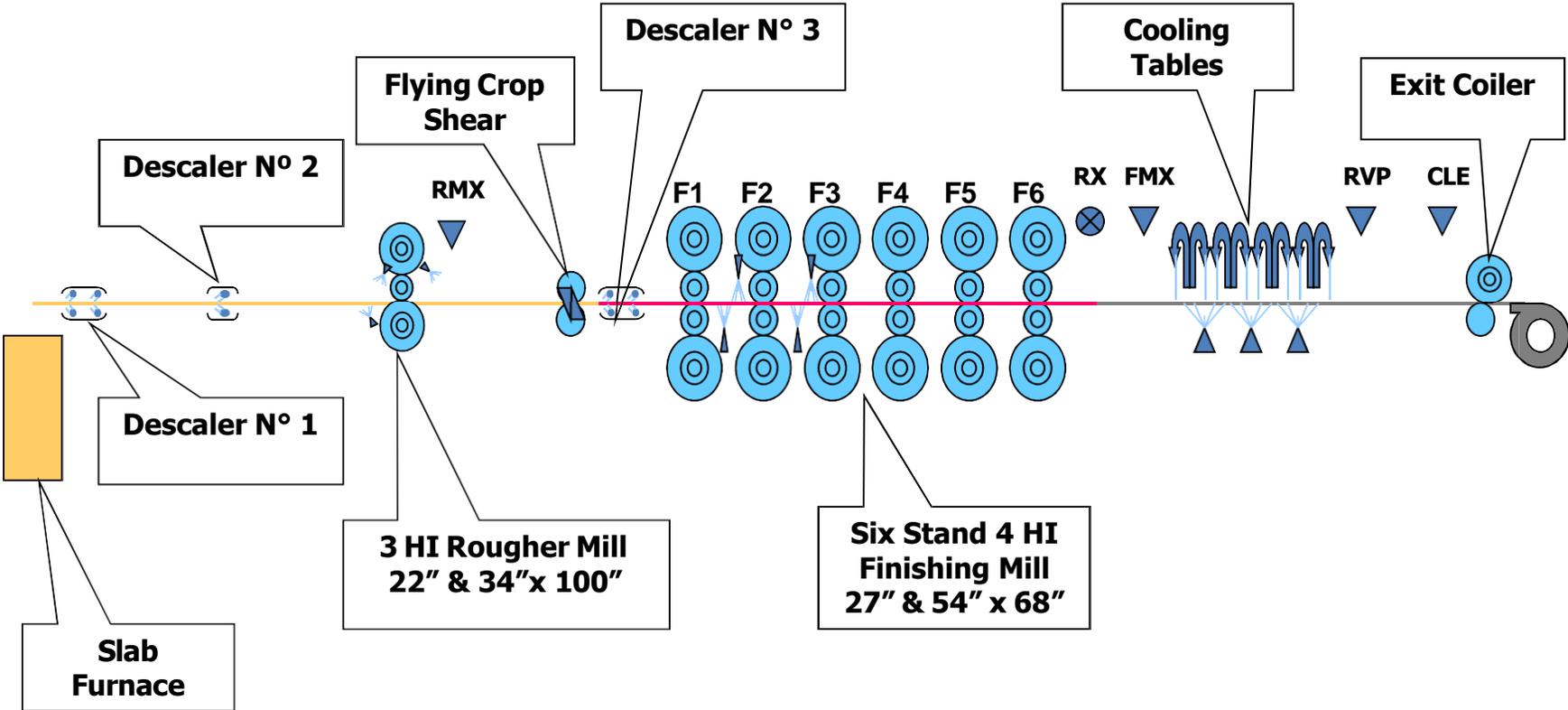
# Laminador Planos en Caliente



## Esquema Laminador



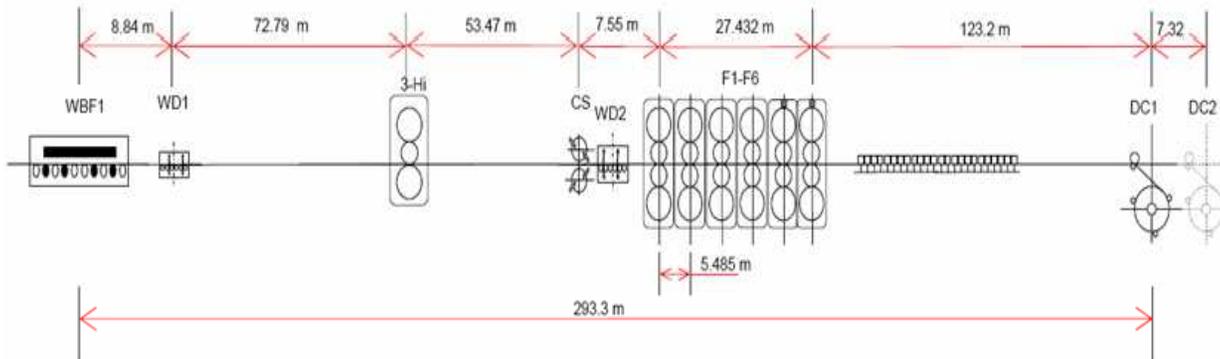
# Laminador Planos en Caliente



# Resumen Datos Básicos LPC



68" HOT STRIP MILL  
CAP, Compañía Siderúrgica Huchipato.  
Talcahuano, Chile.



SLAB REHEATING FURNACE, DAVY McKEE 1994	
Type	Walking Beam
Capacity (TM/h)	150
Thickness (mm)	100 - 160
Width (mm)	600 - 1500
Lenght (mm)	3625- 7050
Max. Weight (kg)	12950
Inside Refractory Width (mm)	8350
Effective Lenght (mm)	32600

DESCALING SYSTEM, 2 Union Pumps 1970.	
Pressure (bar)	160
Total Power each Pump (kW)	3730

CROP SHEAR, United 1970. Drum Type.	
Motor Power (kW)	280 - 560
Motor Speed (rpm)	360 - 720
Cutting Force (kN)	-
Transfer Bar Cross Section Max. (mm)	32x1575 at 940 °C 0.40%C Carbon Steel
Transfer Bar Speed (m/s)	1.50

LAMINAR STRIP COOLING SYSTEM	
Pressure (bar)	13.8
Total Water Flow (m3/h)	5,270
Total Cooling Groups	7 Bank, 3 Sections (4+2+1)
Upper Cooling (m3/h)	4,111
Bottom Cooling (m3/h)	1,159
Upper / Bottom Cooling Ratio	3.5

DOWNCOILER, 2 Wrapped Rolls Type, United 1970.	
Max. Coil Width (mm)	1575
Max. Coil Weigth (kg)	20400
Max. Coil Diameter (mm)	1727
Strip Thickness (mm)	1.5 - 12.7
Manrel Diameter (mm)	724

Steel Grades	SLAB	STRIP	COILS
Low Carbon (C <= 0,2%)	87%	Thickness (mm) 100 - 160	Thickness (mm) 1,8 - 12,7
Medium Carbon (0,2-0,5%)	5%	Width (mm) 600 - 1070	Width (mm) 600 -1070
Tinplate	8%	Lenght (mm) 3625- 7050	Transfer Bar (mm) 24 - 26
		Max. Weight (kg) 9500	Production (kTpy) 590
			Weight (kg) 8800
			Spec. Weight (kg/mm) 8.3
			Diameter, (mm) 724 - 1388

STAND	Manufactured by	Roll Type	Diam Max (mm)	Diam Min (mm)	Barrel Length (mm)	Weigth Without Chocks & Bearings (kg)	Rolling Force Max (TM)	Motor Power Total (kW)	Motor Speed (rpm)	Gear Ratio	Speed (m/s)
ER	Blaw-Know 1923	ER					100	224	250		2.9
RM	Blaw-Know 1923	WR	578	520	2540	6270	700	4476	250	3.93 : 1	2.9
		BUR	870	812	2540	14700	700				
F1	United 1994	WR	670	647	1727	7600	2400	4476	90 / 220	3.2 : 1	1.0 - 2.5
F2	United 1994	WR	699	660	1727	7600	2400	4476	90 / 220	2.12 : 1	1.6 - 3.8
F3	United 1970	WR	699	660	1727	7600	2400	3730	90 / 220	1.0 : 1	3.3 - 6.2
F4	United 1970	WR	699	660	1727	7600	2400	3730	110 / 280	1.0 : 1	4.0 - 9.2
F5	United 1970	WR	699	660	1727	7600	2000	3730	150 / 335	1.0 : 1	5.5 - 12.3
F6	United 1970	WR	670	647	1727	7600	1600	2984	70 / 155	1 : 2,5	6.4 - 14.2
F1-F6		BUR	1380	1245	1727	28600					

COMPONENTS AND FUNCTIONS	
Edger in RM	Only for Width Control, not reducer.
Crop Shear	Without Optimization System
AGC in F5-F6	Hydraulic System
Loopers	5 Electro-Mechanical type
Width Control	No AWC Available
Roll Bending F1 to F6	160 TM Total Max. Force. (80 per chock)
Exit FM Control	X-Ray Thickness and Profile, f/AGC Control

### Horno de Recalentamiento

**Tipo: Walking beam**

**Capacidad: 150 t/h**

**Dimensiones: 32.6 m largo x 8.35 m ancho**

### Sistema Desescamado

**Equipo: 2 bombas centrifugas “Union” 5000hp, 2300 psi**

**Cabezales: salida horno, entrada-salida laminador Trío,  
entrada laminador terminador**

### Laminador de Desbaste

**Tipo: Laminador 3 Hi, 22”-34”x 100”**

**Potencia: 6000 hp**

**Velocidad: 2.9 m/s**

**Ancho max: 2050 mm**

**Incluye: laminador vertical**

**Mesas entrada y salida basculantes**

### Guillotina Volante

**Tipo: cuchillos rotatorios, start-stop**

**Espesor cinta: 32 mm max.**

**Ancho:1500 mm**

### Laminador Terminador

Seis stands 4Hi 27"-54"x68"

Ancho: 1500 mm

Potencia: 31000 hp

Velocidad salida: 850 m/min

### Mesa Enfriamiento de Cinta

Tipo: Flujo laminar

Caudal: 5260 m<sup>3</sup>/h

Dimensiones: 42 m largo x 48" (1219 mm) ancho, largo total 116 m

### Enrollador Final

Diámetro mandril: 28.5"

Espesor max cinta: 12.7 mm

Ancho: 1500 mm

Peso max rollo: 20 ton

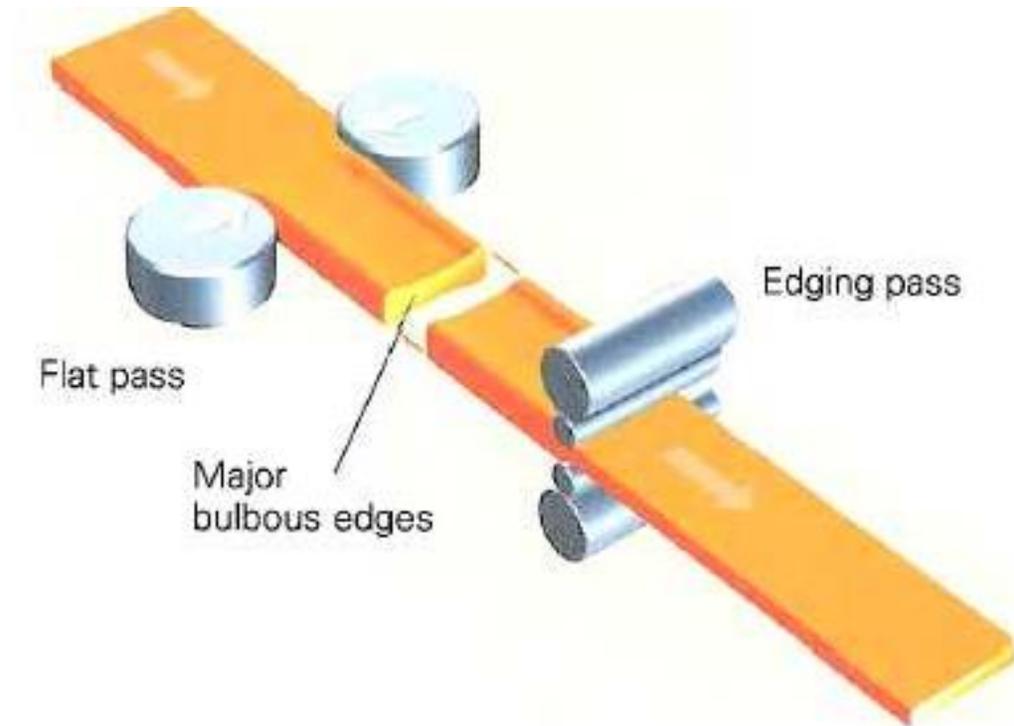
Provisto de: carro extractor, volcador de rollos

### Transportador de Rollos

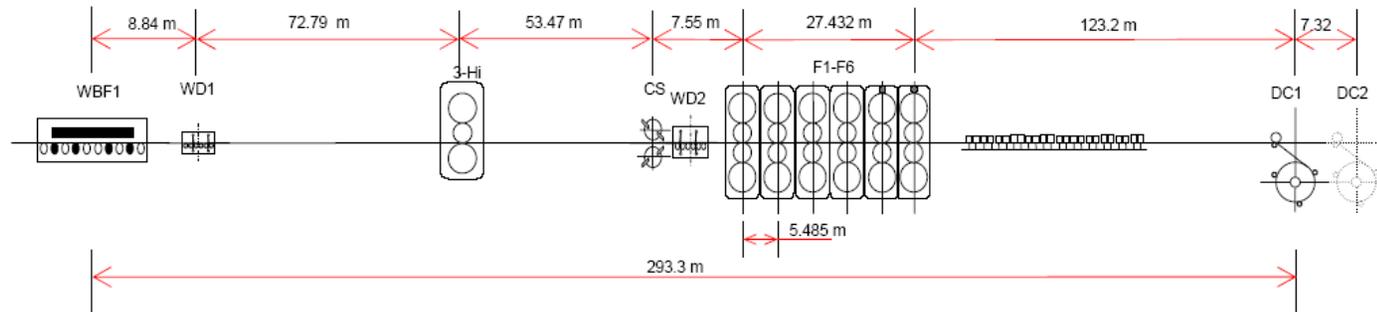
Tipo: cadena, rollo con eje vertical

## Laminador Vertical (Edger Mill)

-Reduce y dimensiona el ancho del semi-laminado



## Procesos Laminación RLC



### Calentamiento

- Eficiencia energética
- Calentamiento uniforme
- Controlar generación de laminilla

### Desescamado

- Eliminar la laminilla
- Limitar enfriamiento

### Laminación de desbaste (semi-laminado)

- El planchón se transforma en semi-laminado
- Reducción en 7 pasadas de 160 mm 25- 26 mm

### Despunte de cabeza y cola

- Corte de extremos antes de laminación de terminación
- Controlar el rendimiento metálico

---

## Procesos

### Laminación de terminación

El semi-laminado se transforma en producto final  
Reducción en 6 pasadas

### Enfriamiento de cinta

Enfriamiento controlado para obtener estructura  
metalúrgica requerida

### Enrollado

Formación del rollo

### Toma de muestra

Extracción de muestra para inspección

### Enzunchado

Colocación de zuncho para manejo del rollo

### Transporte de salida

Transporte hasta zona de almacenamiento

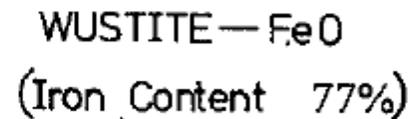
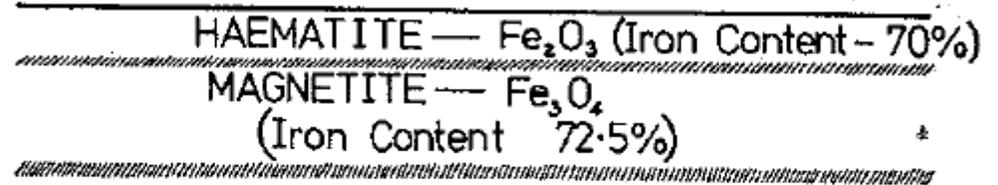
Durante el calentamiento de los planchones y mientras el material esté a alta Tº se produce formación de una capa de oxido, por mayor afinidad del Fe con el Oxígeno.

### Composición:

- Wustita : 95%
- Magnetita: 4%
- Hematita : 1%

### Laminilla puede ser:

- Primaria: en horno calent.
- Secundaria: en lam. desbaste
- Terciaria: en lam. terminador

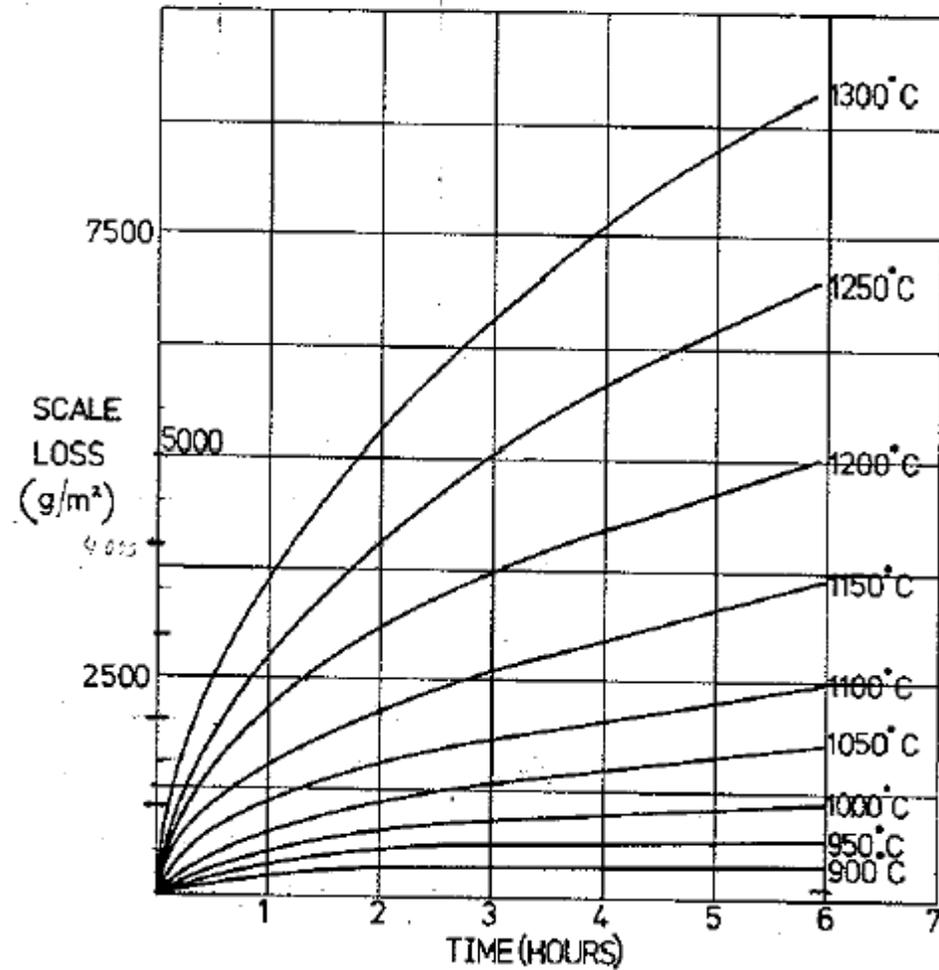


---

STEEL SUBSTRATE

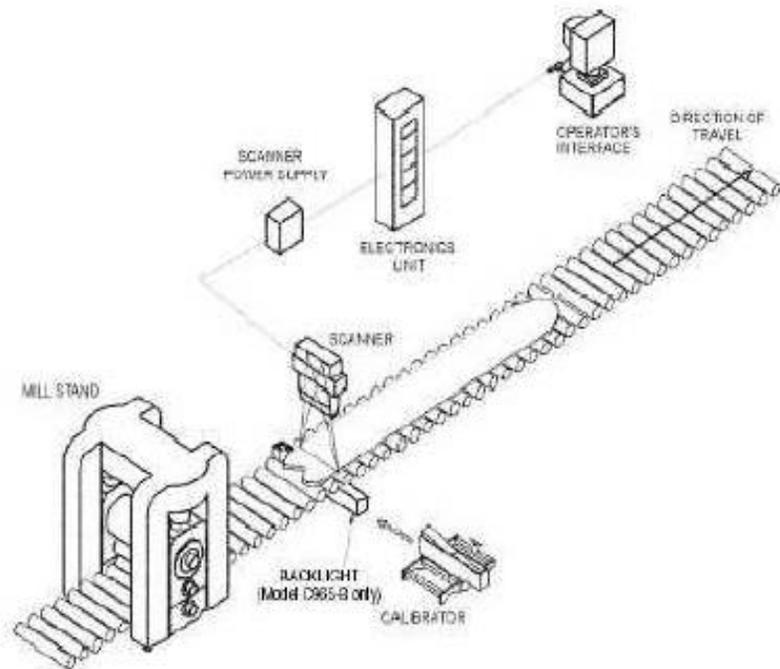
### 2 Structure of typical scale

Material: Ac. SAE 1030



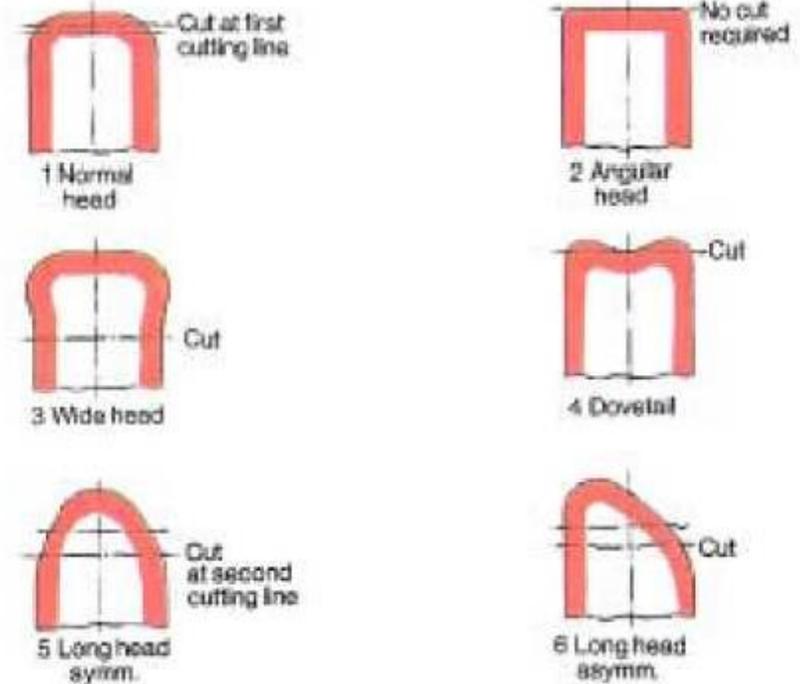
1 Scale formation at various temperatures

## Esquema Instalación



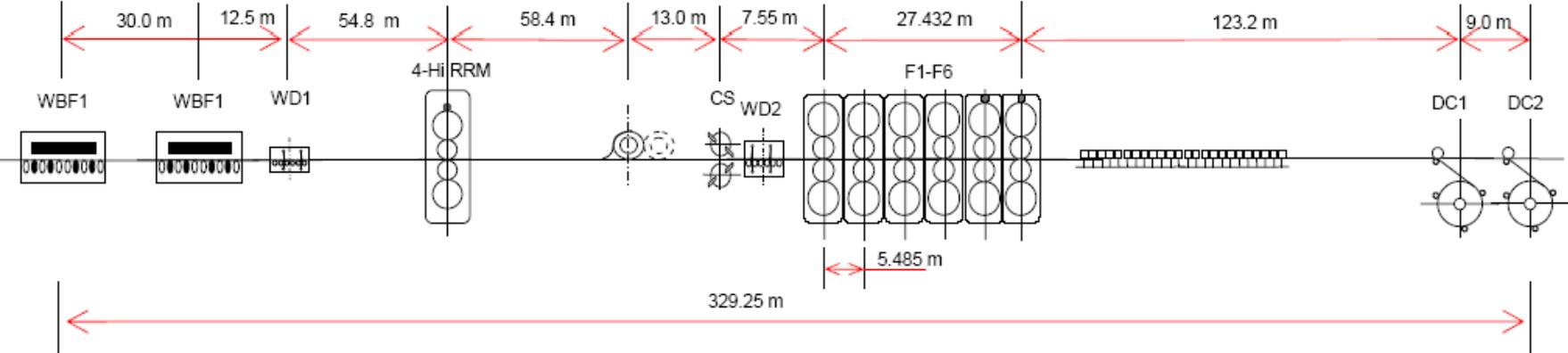
## Esquema Cabeza del Semi laminado

### Head shapes



- 
- Tamaño de rollo
    - Requiere planchón de mayor peso
  - Eficiencia energética Horno de Planchones
    - Posibilidad de usar carga caliente
  - Pérdida Temperatura en mesas
    - Longitud y espesor del semi-laminado
  - Longitud de mesas
    - Entre Lam Trío y Guillotina Volante
  - Capacidad laminador de desbaste
    - Antigüedad
    - Limitaciones dimensiones
    - Capacidad laminador vertical
    - Potencia y fuerza de laminación
  - Potencia laminador terminador
    - Algunos marcos
  - Ancho de mesas
    - Mesas antiguas de 48” max ancho
  - Enrollador
    - Diseño antiguo
    - Problemas de ajuste
  - Eficiencia energética bombas desescamado

## Esquema Desarrollo Futuro



# Clasificación de Laminadores Planos en Caliente



---

## Tipos de Laminadores

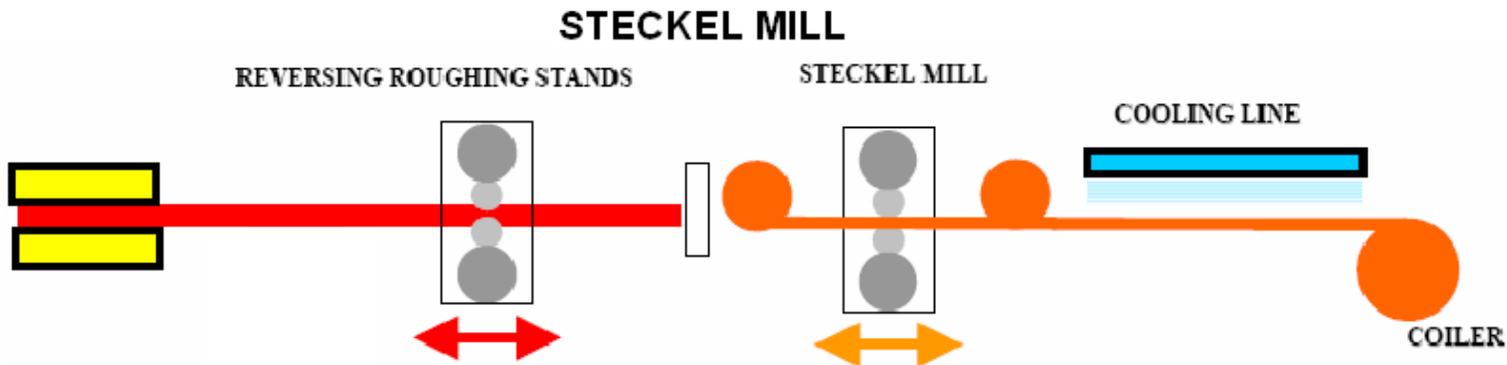
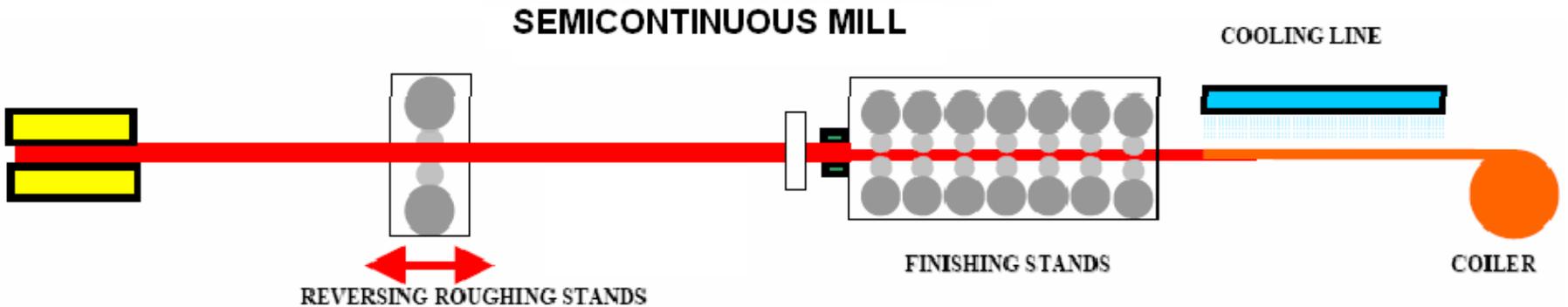
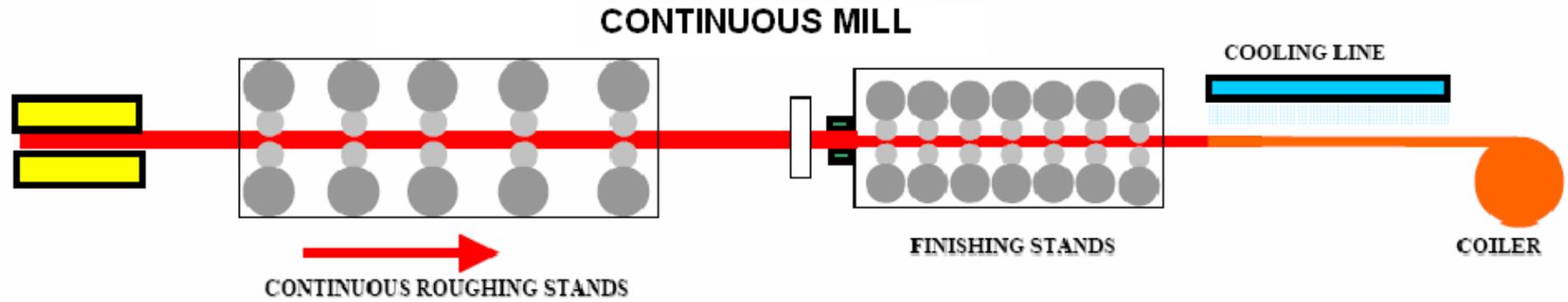
**Laminadores semi-contínuos    Desbastador reversible**

**Laminadores Continuos**

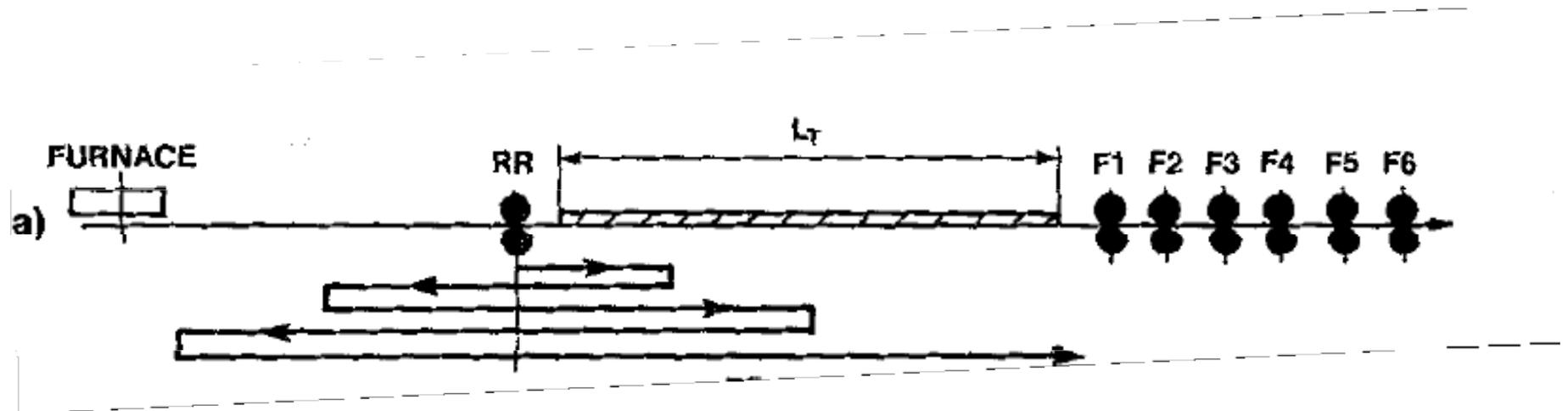
**Laminadores reversibles (Steckel)**

**Integración con Colada Continua**

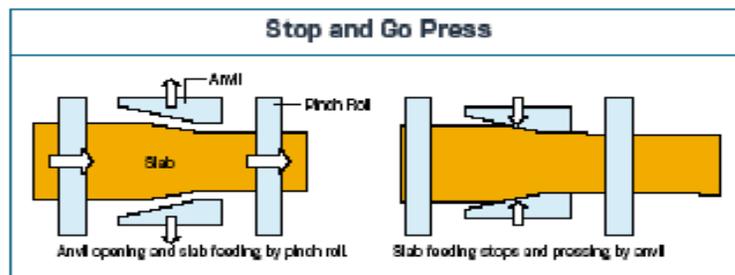
# Clasificación Laminadores Planos en Caliente



## Laminador Semi-Continuo – Pases de Laminación

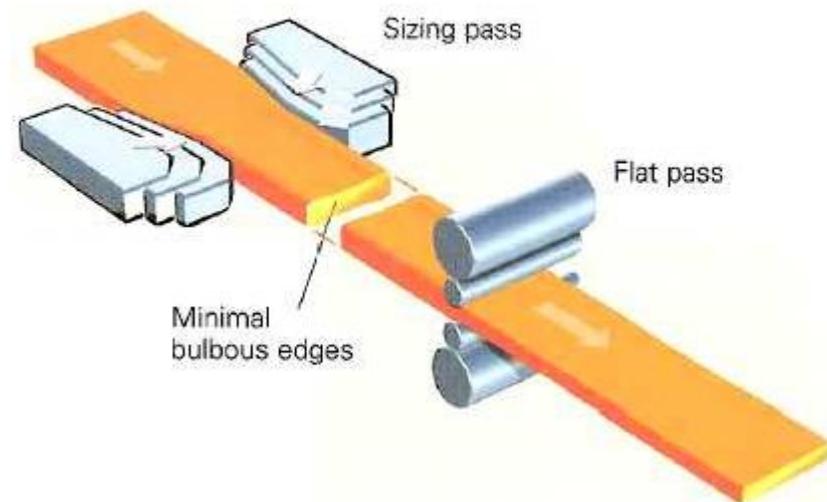


## Prensa Formadora (Sizing Press)

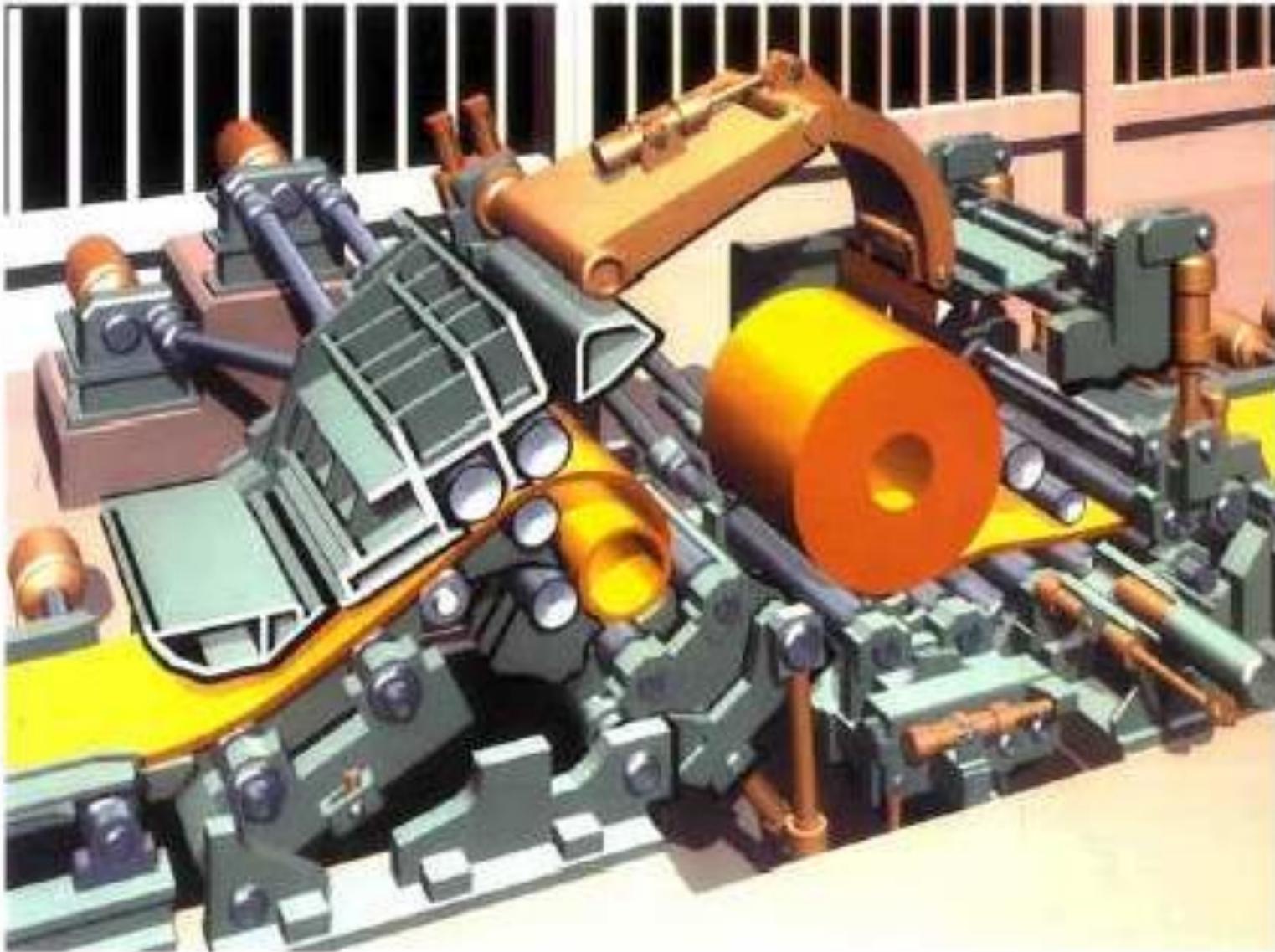


### • Technical Data

Press force	24,500kN
Width reduction	up to 350mm depending on material
Main drive motor	3,300kW
Processing speed	386.5mm/press x 52 press/min = 20m/min
Slab width	Min 600mm to Maximum 2,300mm
Slab length before press	Minimum 4.2 m

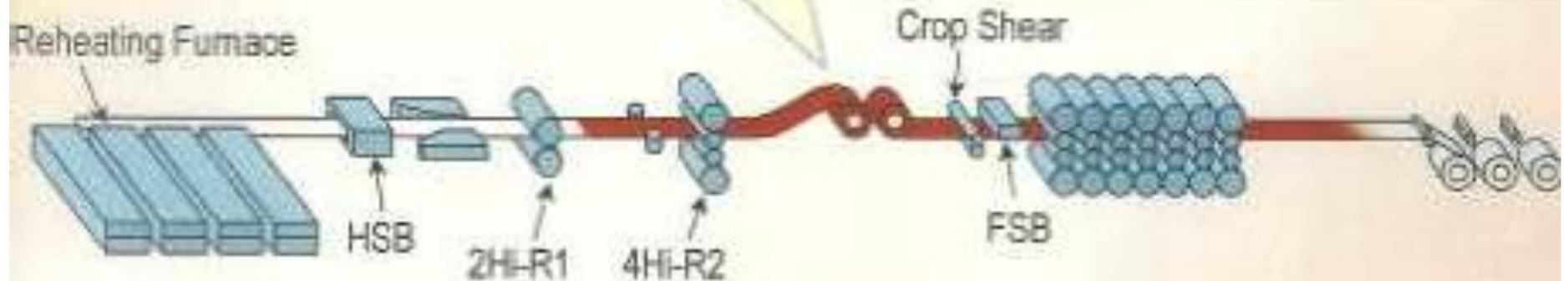


# Clasificación Laminadores Planos en Caliente – Coil Box



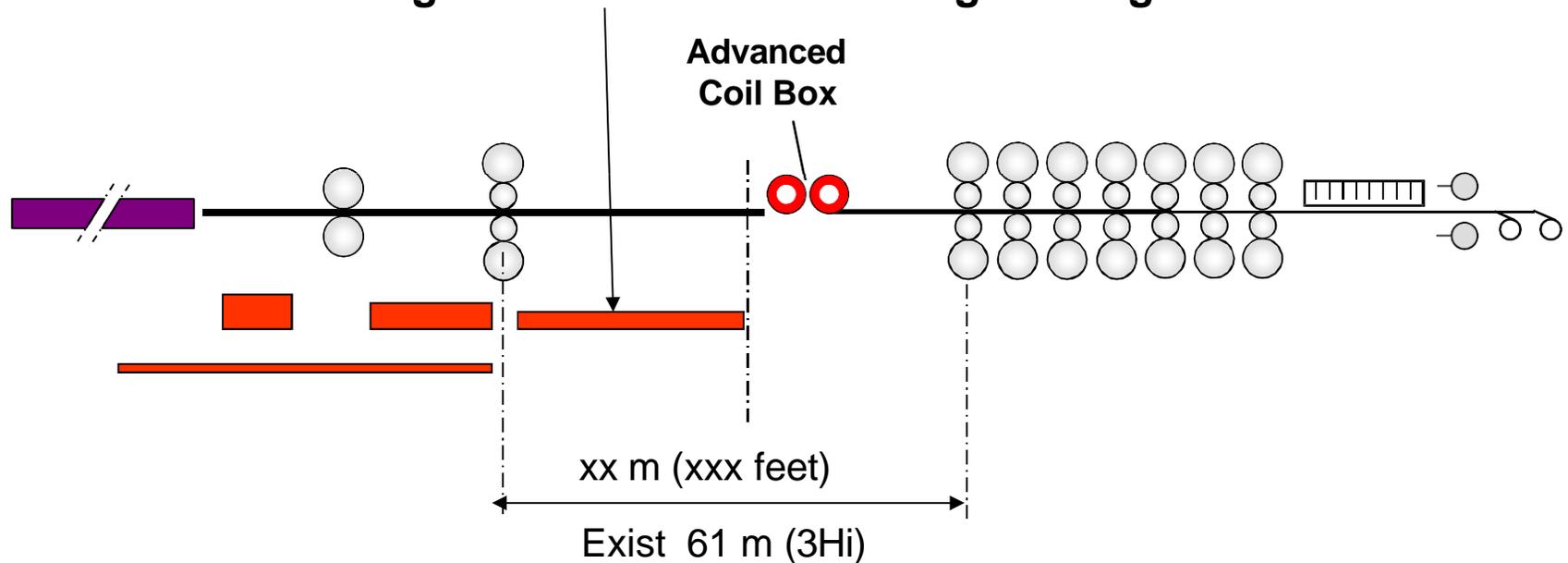
## 1) What is the Coil Box?

- The Coiler to coil and uncoil transfer bars (intermediate product) in the production process of flat sheets.
- It is located in front of Finishing Mill.
- It was developed by Staltech originally, and has been also improved by mechanical supplier such as Mitsubishi-Hitachi Metals Machinery, Inc.



## Conditions to design for Existing Hot Strip Mill

Maximum Bar Length at one before final rough rolling: **Less than 40 m**



Bar Thickness : **22 mm (0.87") to 30 mm (1.18")**  
Bar Temperature : **1,150°C**

# Clasificación Laminadores Planos en Caliente – Coil Box

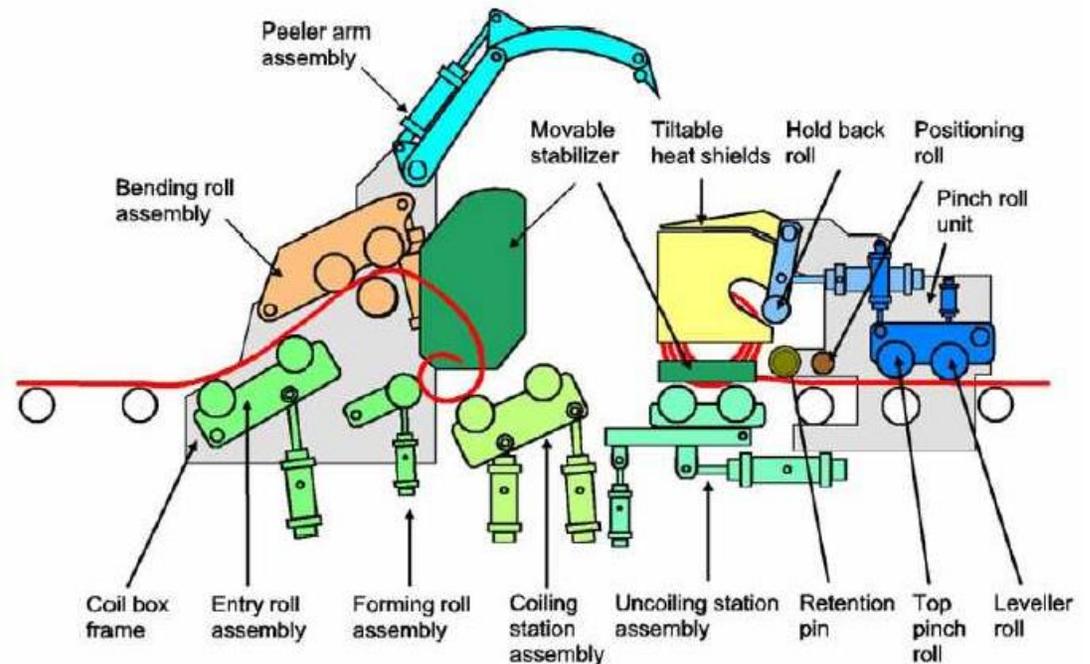


- Enrolla el último pase del laminador de desbaste
- Reduce enfriamiento del semi-laminado
- Uniformiza temperatura del semi-laminado. Al desenrollar, la cola pasa a ser la cabeza del semi-laminado
- Elimina limitación de distancia entre laminador de desbaste y guillotina volante

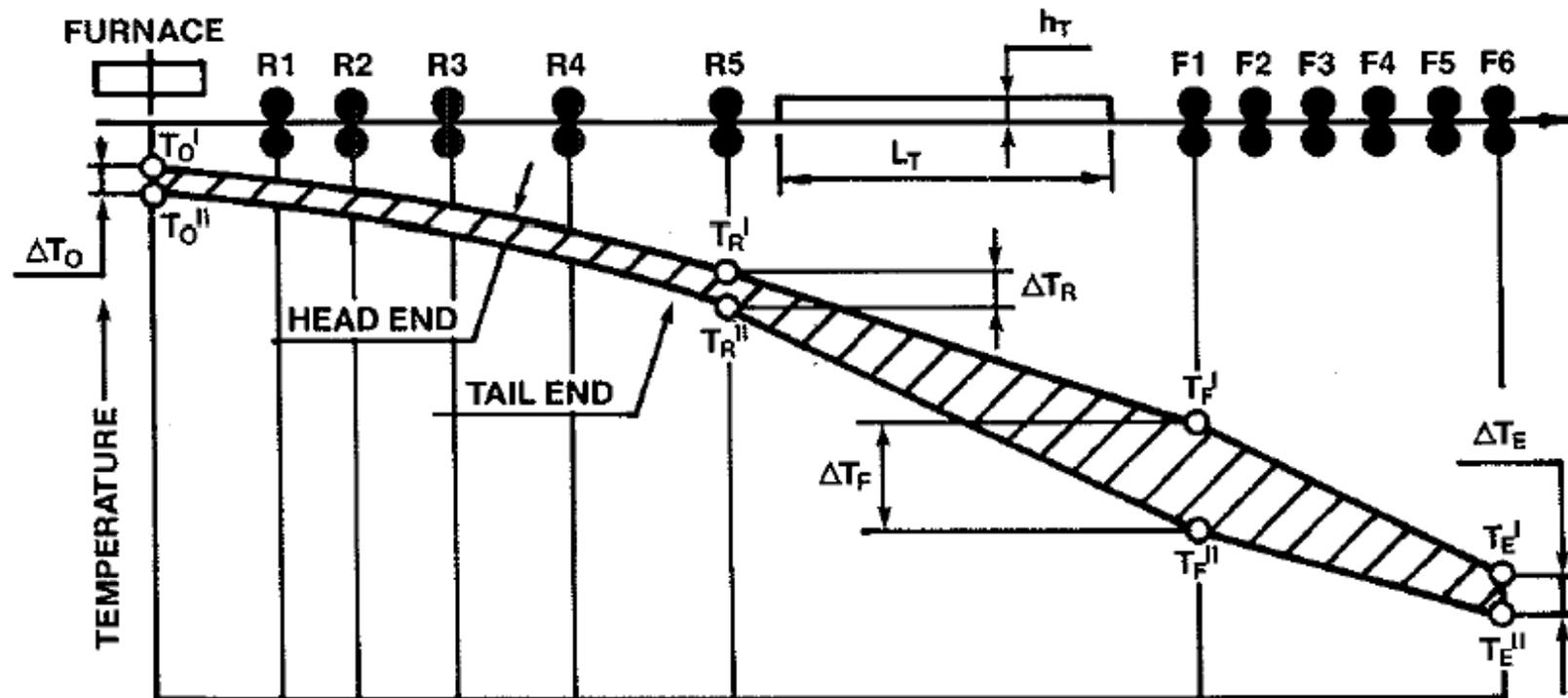
## Valores de Referencia:

- Espesor semi-lam: 20-40 mm
- T° enrollado: 900- 1100 °C
- Veloc. Enrollado: 5 m/s
- Veloc. Desenrollado: 2.5 m/s

Mandrel-less Transfer Coil Box With Active Coil Transfer



## Distribución de Temperatura de la Cinta

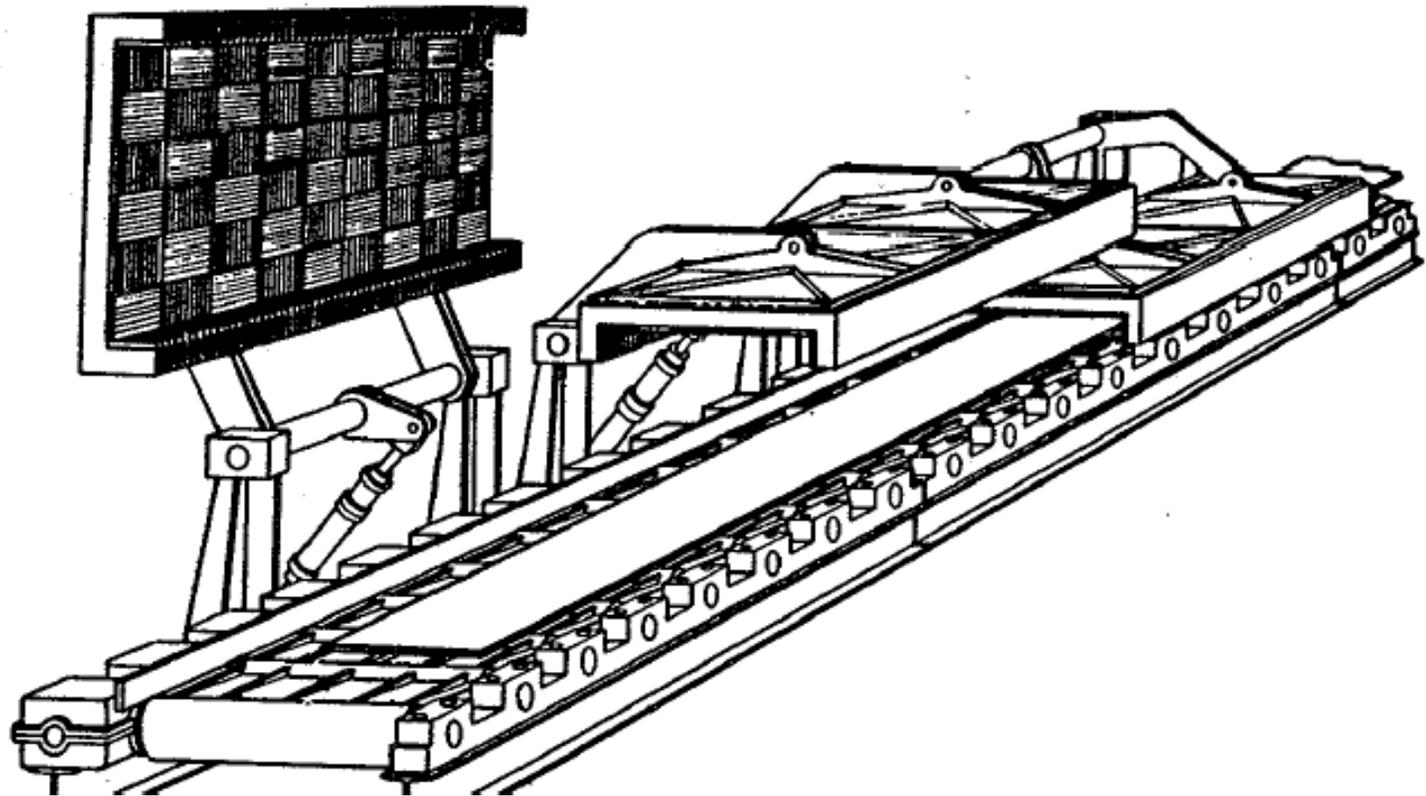


---

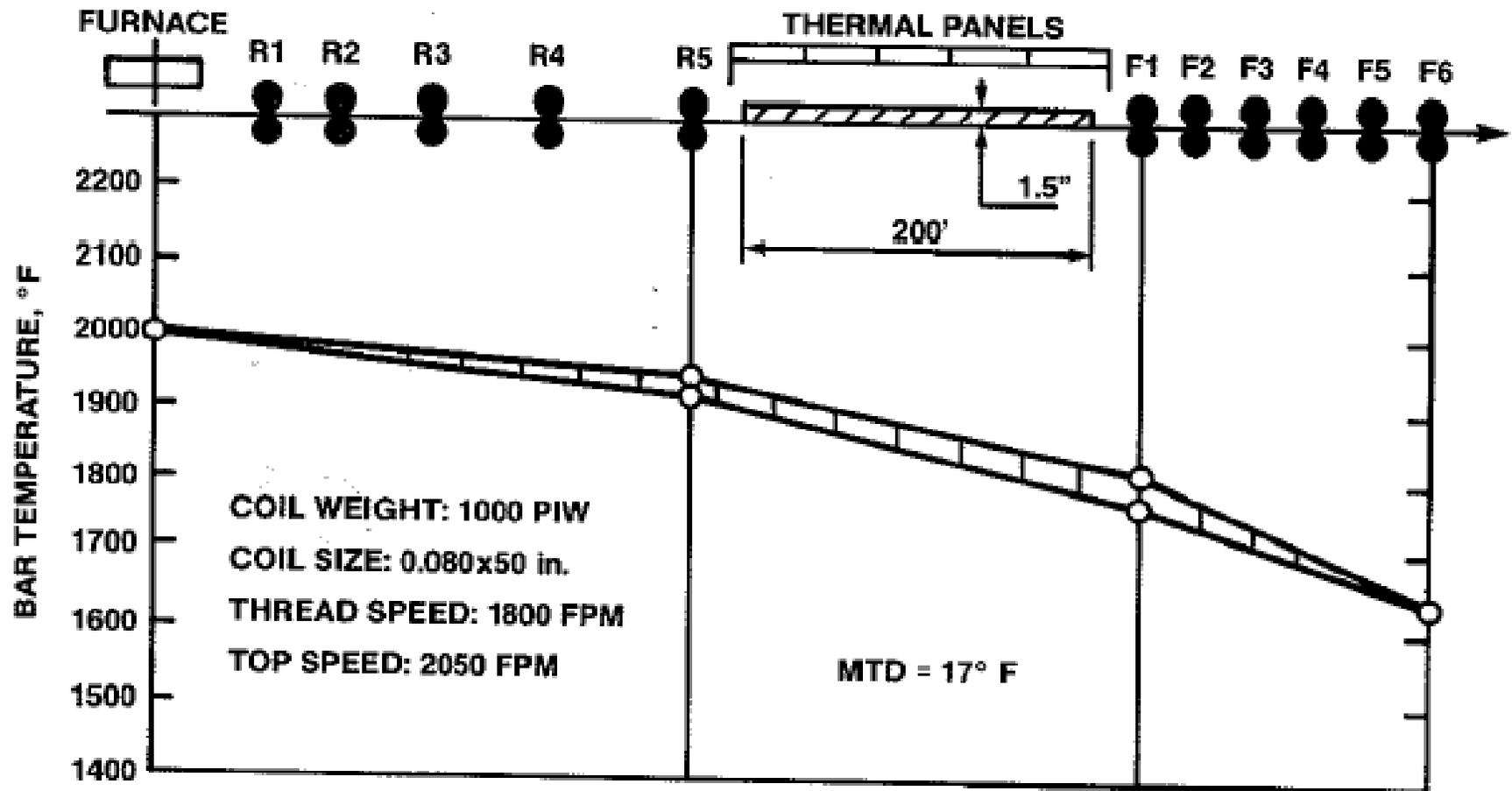
### Acciones para tener adecuada $T^0$ a entrada del Laminador Terminador

- Definir lay out del laminador
- Temperatura de calentamiento (Horno de Planchones)
- Acelerar LTC (Disminuir tiempo enfriamiento del semi-laminado)
- Espesor de semi-laminado (Esquema de pases en L. Desbaste)
- Cubiertas térmicas sobre las mesas entre Lam. Desbaste y Guillotina
- Coil Box

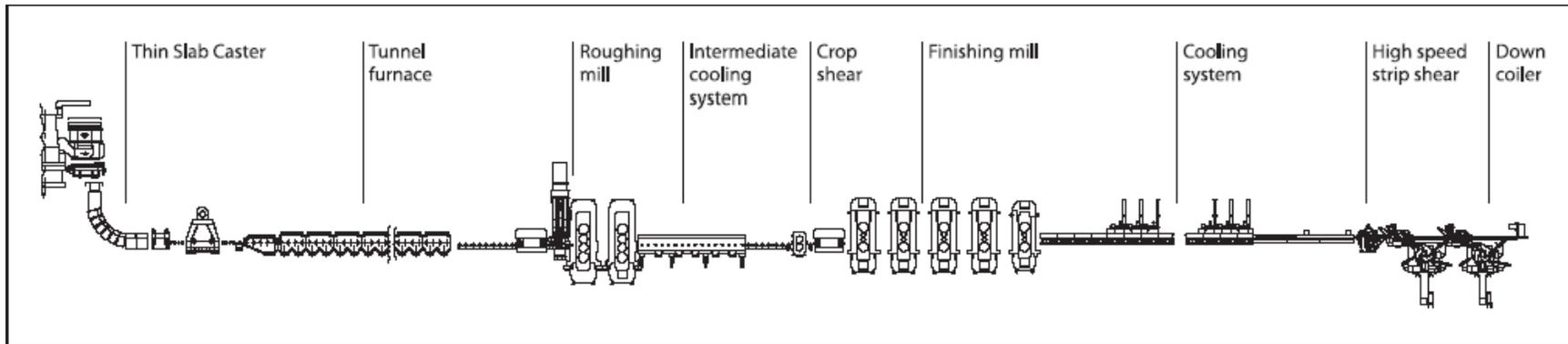
## Cubiertas Térmicas



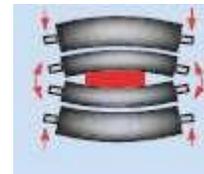
## Efecto de las Cubiertas Térmicas



# Integración Colada Continua – Laminación en Caliente



# Desarrollo Actual Laminadores Planos en Caliente

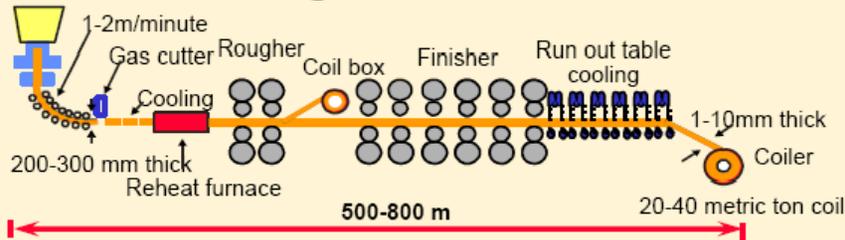


## Desarrollo de la tecnología de Laminación en Caliente

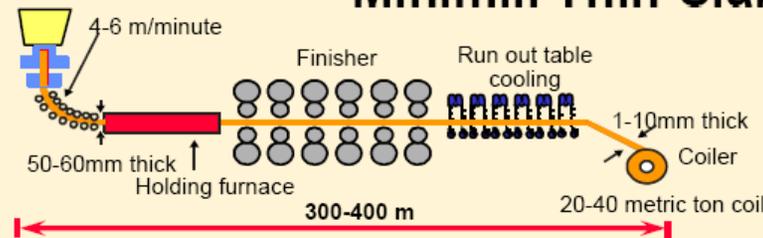
- Laminación de espesores menores (hasta .8 mm)
- Integración con CC de menor espesor eliminando etapas de desbaste
- Colada directa de RLC

# Laminadores Convencionales

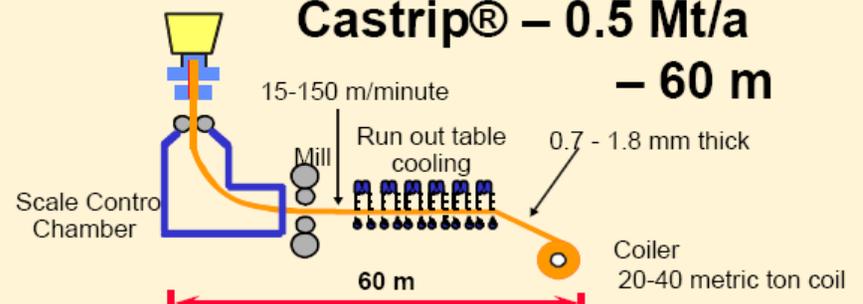
## Integrated "Conventional" Slab Casting – 3 to 5 Mt/a – 500 to 800 m



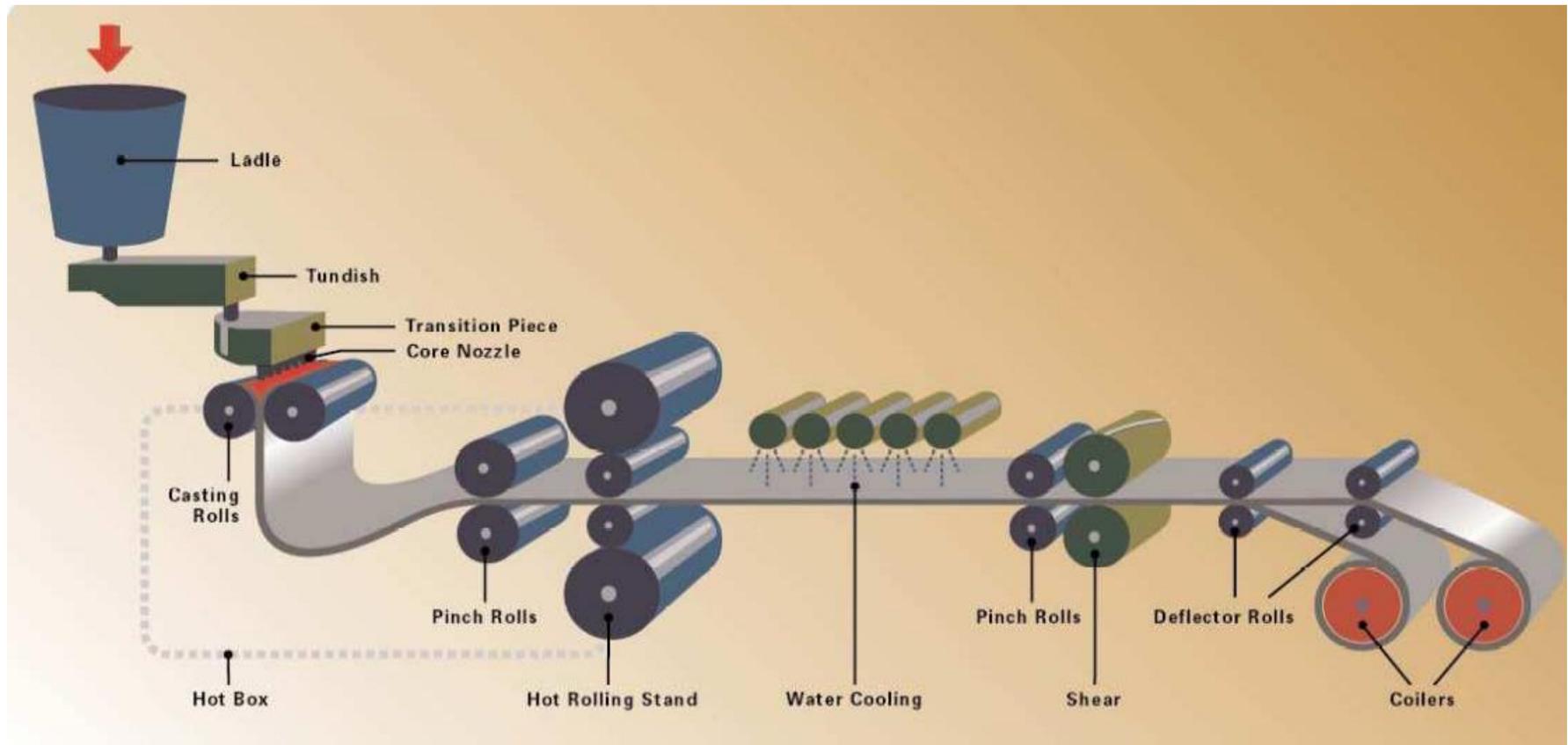
## Minimill Thin-Slab Casting – 1 to 2 Mt/a – 300 to 400 m



## Castrip® – 0.5 Mt/a – 60 m



## Sistema Cast Strip



## **Castrip<sup>®</sup> Process Basics**

- **Small capacity ~ 500,000 tpy**
- **Very light gauge – 0.7 to 2 mm**
- **Width from 1000mm to 2000 mm**
- **Small physical size - 150 x 130 m**
- **Suitable for carbon and stainless steels**

## Process steps from liquid steel to thin strip

### Integrated steel plant



### Thin slab casting plant



### Castrip<sup>®</sup> plant



Potential to eliminate  
in the future

# Bibliografía



- US Steel, “ The Making, Shaping and Treating of Steel”
- V. Ginzburg “Steel – Rolling Technology Theory and Practice”
- W.L. Roberts “Hot Rolling of Steel”

### Especificaciones equipos

- Especificación Técnica DAVY Horno de Planchones N° 3
- Especificación Técnica UNITED Modernización LPC 1991
- Especificación Técnica CAP ACERO Modernización LPC 2008