



NACIONES UNIDAS

CONSEJO  
ECONOMICO  
Y SOCIAL



LIMITADO

E/CN.12/L.47

8 de junio de 1970

ORIGINAL: ESPAÑOL

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA

**BIBLIOTECA NACIONES UNIDAS MEXICO**

LAS ECONOMIAS DE ESCALA EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA

Este documento ha sido preparado para el Seminario sobre Posibilidades de Instalaciones de Plantas Siderúrgicas en Países de Menor Desarrollo Relativo en América Latina, organizado por ILAFA con la colaboración de CEPAL, INTAL, La Junta Nacional de Planificación y la Secretaría General de Integración del Ecuador (Quito, 15 al 18 de junio de 1970).

## INDICE

	<u>Página</u>
"LAS ECONOMIAS DE ESCALA EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA".	1
I. Planteamientos generales .....	1
II. La estimación del mercado del acero .....	8
III. Las materias primas .....	10
IV. Las economías de escala .....	12
a) Las plantas integradas .....	12
b) Las economías de escala en las plantas semintegradas.....	15
c) Las economías de escala en las plantas relaminadoras .....	16
V. Posibilidades de mejorar la rentabilidad de las plantas .....	20
a) Ampliación de los mercados .....	20
b) Aumento de los precios de venta .....	21
c) Medios para disminuir los costos de producción .....	22

"LAS ECONOMIAS DE ESCALA EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA"

Documento preparado por Bruno Leuschner para el seminario sobre  
Posibilidades de Instalación de Plantas Siderúrgicas en  
Países de Menor Desarrollo Relativo en América Latina,  
organizado por ILAFA en Quito, del 15 al 18 de  
junio de 1970.

I. Planteamientos generales

Desde hace tiempo, la CEPAL estudia el problema de las inversiones necesarias para la industria siderúrgica y su costo de funcionamientos, habiéndose analizado en varios documentos la influencia de diversos factores. A este efecto, se han imaginado plantas hipotéticas y se han estudiado las variaciones que, en las inversiones y en los costos introduce la sustitución de un tamaño por otro, el uso de diferentes procesos y materias primas, etc. El presente documento tiene como propósito suministrar a los planificadores del desarrollo industrial así como a las personas interesadas en promover la creación de una industria siderúrgica, una tabulación simple, en la que se reproducen las conclusiones de los trabajos citados, que pueda servir de guía para llevar a cabo un primer análisis del problema. En vista de que los datos básicos de los estudios corresponden a plantas hipotéticas, las cifras que aquí se presentan no se refieren a ninguna instalación existente. Como dichos datos básicos se establecen en los documentos originales, para representar los resultados que se obtendrían en condiciones dadas resultará necesario sustituir los valores supuestos por los que han de corresponder a la instalación en estudio.

Por otra parte, dado que el presente documento se ha preparado para su presentación en un seminario destinado a examinar las posibilidades siderúrgicas de los países de menor desarrollo relativo, que por lo general no cuentan con mercados grandes, se han limitado los casos en estudio a las plantas en menor dimensión, con una capacidad máxima de unas 200 000 toneladas anuales de lingote, lo que equivale a unas 180 mil de laminados.

Una vez que se ha llegado a la decisión de crear una planta siderúrgica, especialmente en países en que no existe ninguna, resulta indispensable recurrir al aporte técnico externo a fin de realizar estudios

/concretos así

concretos así como tomar ciertas decisiones básicas relativas al financiamiento, a la ubicación de la planta, al proceso y las materias primas a emplear, a la selección del equipo, a la capacitación del personal, etc. Por lo general, estas tareas se contratan, ya sea con una empresa siderúrgica establecida en otro país que tenga interés en participar en la inversión, ya con una firma de consultores. La selección del consultor y la determinación de las funciones que ha de llenar, resultan más fáciles si el interesado cuenta con un conocimiento general de los objetivos que ha de llenar la instalación en estudio. Se espera que, también en este aspecto, los datos que se presentan en este documento resulten de utilidad.

Si se examinan los costos probables de producción que resultan de los cálculos y cuadros básicos de la CEPAL (véase el capítulo VI del presente trabajo), se observa que, por lo general, las instalaciones pequeñas suponen costos elevados, lo que tiende a desalentar casi todas las iniciativas destinadas a establecer industrias siderúrgicas en los países que ofrecen un mercado pequeño al acero. Esos cálculos hipotéticos se refieren a la operación de industrias extremadamente eficientes, que han incorporado en sus procesos todos los avances aplicables derivados de la tecnología más reciente, por lo que se supone que trabajan en condiciones óptimas de productividad de los equipos, las materias primas y la fuerza de trabajo y que, además cumplen diversas funciones sociales. Además de suministrar acero de alta calidad, ajustado estrictamente a las especificaciones de tamaño al menor precio posible, han de servir para capacitar personal de cierta habilidad tecnológica acostumbrado a faenas de producción continua (las 24 horas del día), remunerado a tasas bastante más elevadas que las que imperan en la mayoría de los países de la región.

Por este motivo resulta sorprendente saber que en muchos países trabajan, y posiblemente obtienen utilidades, empresas cuyas dimensiones y además características parecen descalificarlas totalmente. Algunas de las causas de esta aparente contradicción figuran en el Capítulo V, donde se hacen algunos comentarios respecto a la factibilidad comercial de operaciones de tamaño inferior a los mínimos económicos que se establecen en el Capítulo III.

Por muchas razones que no es el caso analizar aquí, los países de América Latina desean en su mayoría contar con instalaciones productoras de acero, integradas y capaces de fabricar la mayor gama posible de productos,

/si ello

si ello resulta económicamente factible o, en caso negativo, a lo menos, contar con industrias que realicen alguna parte del ciclo total de la producción siderúrgica. Dado el estado actual de la tecnología, resulta sin duda posible fabricar acero en cualquier país, pero el problema principal es el costo, tanto de inversión por tonelada producida como de producción del acero.<sup>1/</sup>

Muchos son los factores que afectan dichos costos en una instalación siderúrgica como los de los materiales, de la energía y del agua, así como de los procesos utilizados pero, sobre todo, son importantes las economías de escala o sea, la relación que existe entre la capacidad anual de producción y los costos unitarios de inversión y producción. A fin de dar una idea de la influencia que ejerce la escala de operaciones, baste decir que si existieran dos plantas integradas Productoras de no Planos, instaladas en la misma ubicación, que utilizasen las mismas materias primas y procesos y fabricasen un surtido semejante de laminados, los respectivos costos unitarios serían los que aparecen en el cuadro 1. Puede observarse en el cuadro que la inversión por tonelada es un 80 % más alta en la planta más pequeña que en la grande y que el costo de producción es un 10.3 % mayor. En cambio, la influencia del costo de las materias primas y otros insumos, con ser importante, es relativamente inferior, según podrá apreciarse más adelante.<sup>2/</sup>

---

<sup>1/</sup> En el curso de este trabajo se hacen muchas comparaciones del costo a que resultaría el acero en plantas hipotéticas de América Latina con los precios internacionales. En vista de los grandes márgenes de variación de los precios de exportación de algunos de los países que son abastecedores habituales de la región, según el estado de la coyuntura mundial de los mercados del acero, en este trabajo se utiliza como base para la comparación el precio interno del acero en los Estados Unidos, el cual ha demostrado una apreciable estabilidad. Se supone que es aceptable para los países en desarrollo con precio para las barras de acero cercano a los 160 dólares por tonelada.

<sup>2/</sup> Para no extender excesivamente este trabajo, se analizarán en él únicamente las variaciones de los costos de producción.

Cuadro 1

COMPARACION DE LOS COSTOS UNITARIOS DE INVERSION Y PRODUCCION DE DOS PLANTAS INTEGRADAS IMAGINARIAS DE PRODUCTOS NO PLANOS Y CAPACIDAD ANUAL DE 21 000 Y 180 000 TONELADAS DE LAMINADOS

	Planta de 21 000 tons	Planta de 180 000 tons
Costo de inversión	445 (dólares/ton)	247 (dólares/ton)
Costo de producción de laminados	219 (dólares/ton)	108 (dólares/ton)

Fuente: M.N.Dastur, Economies of Scale at Small Integrated Steelworks, documento E/CN.12/764.

Al analizar las cifras de costos de producción que aparecen en el cuadro, debe recordarse que se trata de costos netos, en fábrica, y que, para llegar al precio de venta, hay que agregar a esas cifras los gastos de la comercialización y distribución, como créditos, comisiones, impuestos, etc. Además de una utilidad razonable suponiendo que este grupo de costos represente un 30 % del costo de fábrica, recargo que parece apropiado, resulta que el precio de venta mínimo de las barras y perfiles de la planta hipotética de 21 000 toneladas al año, debería alcanzar unos 284 dólares por tonelada y el de la de 180 000 unos 140 dólares. En vista de que el primer precio causaría un grave daño a la economía del país, puede concluirse que una planta integrada de esas dimensiones no resulta económicamente factible. En cambio, si lo es la de 180 000 toneladas, siempre, por supuesto, que opere a plena capacidad, puesto que se puede estimar que un precio razonable para este tipo de barras debe ubicarse alrededor de los 160 dólares por tonelada.

En el caso de resultar demasiado elevados los costos para un proyecto dado, resulta necesario examinar otras posibilidades. La primera, y la más simple, es estudiar si la renuncia a la producción integrada y la limitación de las actividades a aquellas partes del ciclo siderúrgico en que las economías de escala tienen menos influencia, permite la instalación parcial de una industria siderúrgica en condiciones económicas satisfactorias. Gran parte de este trabajo se dedica a desglosar y estudiar las actividades

/parciales que

parciales que acostumbran practicarse en la industria y que resultarían posibles por existir un mercado mundial establecido para las materias primas o los semi-terminados que habría que importar.

En seguida, debe considerarse la posibilidad de ampliar el mercado o de especializar la planta proyectada a fin de producir materiales que, por su mayor precio, pueden vencer el obstáculo de las economías de escala. Caben aquí varias soluciones, pero ninguna resulta fácil de aplicar. La primera es la integración de la economía siderúrgica del país con la de otros. En tales casos, el o los países que pasan a formar parte del bloque integrado, esperan o exigen compensaciones. A menudo éstas pueden ser concedidas en renglones industriales diferentes, y en tal caso resulta necesario estudiar el mercado ampliado total. Pero, si resulta indispensable que la compensación sea dentro de la siderurgia misma, quedan las posibilidades de la división de las actividades, por un lado, y, por el otro, la de la especialización en ciertos renglones de la producción. La segunda posibilidad, por lo menos en teoría, sería el fomento de actividades de transformación que aumenten el consumo de acero. En la práctica, tal política de fomento, inevitablemente necesita mucho tiempo para dar resultados, motivo por el cual, en caso de decidirse por ella, habría que comenzar a llevarla a la práctica con acero importado, tan pronto se tome la decisión y mientras se construye la instalación necesaria. Dada la estructura industrial que, por lo general, tienen los países de menor desarrollo relativo, es bien poco lo que se puede esperar de la aplicación de este método para aumentar el consumo de acero y, en la práctica, se ha limitado a unos pocos casos en los que se ha querido mejorar el factor de utilización de ciertos equipos, dentro de una siderurgia que está operando normalmente.

Debido al tipo de los trenes laminadores que emplea la industria, la influencia de las economías de escala varía mucho si se trata de la producción de aceros no planos o de la de aceros planos. El cuadro 2 presenta algunas cifras extraídas de trabajos anteriores de la CEPAL.

Cuadro 2

INVERSION, COSTOS DE PRODUCCION Y POSIBLES PRECIOS DE VENTA DE ACEROS PLANOS  
 Y NO PLANOS PRODUCIDOS EN PLANTAS DE DIFERENTES TAMAÑOS

(Dólares corrientes)

Producción anual de lingote (miles de toneladas)	Laminados no planos <sup>a/</sup>			Laminados planos <sup>b/</sup>		
	Inversión por tone- lada de lingote por año	Costo por tonelada de lami- nado	Posible precio de venta \$/	Inversión por tone- lada de lingote por año	Costo por tonelada de lami- nado	Posible precio de venta \$/
50	388	163	212	-	-	-
100	334	130	169	692	177	230
200	274	108	140	617	158	205
300	239	97	126	-	+	-
400	-	-	-	477	127	165
500	-	-	-	421	121	157

a/ Fuente: M.N. Dastur, Economies of Scale at Small Integrated Steelworks, documento E/CN.12/764.  
 Estructura técnica de la planta: alto horno, acería L.D., colada continua, laminador de barras y alambón.

b/ Fuente: Armando P. Martijena, Las economías de escala en plantas siderúrgicas de tamaño medio y grande y la influencia de los adelantos tecnológicos en las inversiones y costos de producción, Documento E/CN.12/766. Estructura técnica de la planta: alto horno, acería L.D., desbastador, laminador de planos en caliente y en frío.

c/ Calculado agregando un 30 % a los costos netos del acero, en la planta.



Si se toma en cuenta que el precio de venta interno del surtido de las barras y perfiles comerciales que podrían producir las plantas de no planos consideradas en el cuadro podría ser de alrededor de 160 dólares por tonelada, se llega a la conclusión de que se justificaría una instalación productora de unas 100 000 toneladas anuales de lingote, ya que su precio de venta teórico sería solamente muy poco superior. (Véase nuevamente el cuadro 2.) Por otra parte, con un precio medio de venta de unos 180 dólares por tonelada del surtido de planos, entre laminados en frío y en caliente, la planta mínima económica para producir planos debería tener una capacidad mínima de unas 300 mil toneladas al año de lingote.

Como también puede deducirse de los datos del cuadro, la construcción y funcionamiento de plantas productoras de aceros no planos de tamaño inferior a estos mínimos es técnicamente factible, pero el resultado económico es una mayor inversión por tonelada de producción anual y un precio superior al límite aquí elegido. En consecuencia, los países tienen la opción de abstenerse de instalar la industria y seguir importando acero, o de construirla y solucionar el problema económico con una fuerte protección a fin de vender a mayores precios o mediante subsidios de otras fuentes. En este punto aparece de nuevo una diferencia en el comportamiento de la fabricación de planos respecto a la de no planos. En efecto, en los últimos, se trata solamente de una diferencia desfavorable de los costos, mientras que en los primeros, por razones técnicas no parece recomendable la construcción de plantas inferiores a una capacidad de 400 000 toneladas de lingote al año. Únicamente a partir de ese tonelaje resulta económica la siguiente estructura de la laminación: desbastador, tren semicontinuo de chapas en caliente y trenes reversibles en frío. Para las capacidades inferiores, entre 100 000 y 300 000 toneladas, se substituye el semicontinuo por un tren reversible Steckel en caliente, adicionado también con reversibles en frío. El tren Steckel, si bien presenta mayores economías de escala, no es capaz de mantener normas de calidad estrictas en cuanto al espesor de sus productos, mientras que por su parte, el progreso de la industria metal-mecánica exige para algunas de sus actividades, chapas y planchas de espesor cada vez más preciso. Por ello, las industrias transformadoras de acero de los países que cuentan con esta clase de equipo se encuentran en cierta desventaja respecto a las de los países que cuentan con laminadores semicontinuos o continuos.

/En vista

En vista de que ninguno de los países del grupo de menor desarrollo relativo de América Latina, y ni siquiera el conjunto de los que forman el Mercado Común Centroamericano, cuentan con un mercado para productos planos que se avecine a las cifras aquí dadas, el resto de este documento se dedica exclusivamente al examen de las posibilidades de producción de aceros laminados no planos.

## II. La estimación del mercado del acero

Al considerar el mercado interno de acero de un país determinado con el propósito de establecer una industria siderúrgica, debe tenerse en cuenta que la planta no comenzará a operar sino dentro de un período dado y lo que en realidad se necesita establecer es una proyección lo más exacta posible del consumo probable en el momento correspondiente. En cuanto al tiempo mínimo que ha de considerarse, puede decirse que, en general, desde el momento en que se toma la decisión de ejecutar un proyecto hasta que comienza a funcionar la planta, han de pasar, como mínimo, cuatro o cinco años, a los que hay que añadir uno o dos años más para efectuar los estudios generales iniciales.

La estimación del mercado real resulta extremadamente difícil para un país de desarrollo industrial incipiente, y por supuesto, es mucho más difícil hacer una proyección razonable lo que se debe, por lo general, a que las estadísticas de importación<sup>3/</sup> no son lo suficientemente detalladas y a que muchas de ellas contienen errores de clasificación de las importaciones registradas, situación que hace difícil determinar dentro del agregado de las estadísticas del comercio exterior cuáles son los tonelajes específicos que se podrían fabricar en el país. Además, es una característica general de los países de poco desarrollo industrial que gran parte del consumo de acero se destina a la realización de proyectos no repetitivos y no al consumo regular de determinadas industrias. Tal regularidad aparece solamente en cuanto a ciertas actividades industriales en una etapa bastante

---

<sup>3/</sup> Como igualmente y por las mismas razones, las de producción en el caso de existir en el país una pequeña planta semintegrada o una relaminadora.

más avanzada de la industrialización, si bien se observa una cierta uniformidad en las actividades de la construcción, las cuales consumen la mayor parte de los laminados no planos que constituyen la demanda. Para dar una idea de las variaciones anuales que pueden tener las importaciones basta con examinar el caso de Costa Rica, cuyos totales de importaciones de acero fueron: en el año 1956, 28 105 toneladas; en 1957, 56 124, y en 1958, 28 505. El examen de los cambios de la conjuntura interna puede explicar a veces este fenómeno, pero frecuentemente no basta para explicar las grandes variaciones que se registran en el consumo aparente de acero.

Por tal motivo, resulta conveniente estudiar, por una parte, la estructura industrial existente y el uso final que se da al acero, lo que a menudo permite apreciar el futuro comportamiento de estas actividades y, por la otra, correlacionar la evolución de la demanda de acero con un índice macroeconómico que guarde alguna relación con ella y respecto a cuya evolución sea posible hacer hipótesis razonables. En vista de la naturaleza compleja de estos estudios, es frecuente que se recurra a contratarlos con firmas consultoras de reconocido prestigio internacional, pero no puede tenerse la certeza de que sus proyecciones lleguen a realizarse en la práctica. En todo caso, al iniciar esta clase de trabajos debe tenerse en cuenta lo siguiente: si las previsiones resultan inferiores al consumo efectivo, aunque se efectúen ampliaciones, la planta quedará afectada permanentemente por deseconomías de escala, debido a la pequeñez de sus equipos. En cambio, si las proyecciones han apreciado por exceso el crecimiento del mercado, es cierto que la planta se verá afectada durante algunos años por la falta de utilización efectiva de su capacidad, con el consiguiente aumento de costos, pero esta desventaja desaparecerá tan pronto como el crecimiento del mercado corresponda a la capacidad productiva instalada.

Como los estudios indicados son laboriosos y caros, basta inicialmente con efectuar un examen preliminar de la factibilidad de establecer una empresa siderúrgica en un país, mediante las siguientes consideraciones. Sin mucho error, se puede estimar, en general, que en un país poco industrializado, el consumo de aceros no planos fluctúa generalmente entre el 50 y el 55 % del consumo aparente total de acero. Una planta elaboradora de

aceros no planos debe incluir inicialmente en su programa sólo los aceros más comunes. Puede estimarse, también en términos generales, que convendrá fabricar en el país el 80 % del total de los laminados comunes no planos. Con este raciocinio, el programa de fabricación de la planta podría abarcar del 40 al 44 %, en volumen y no en precio, del consumo aparente total del país. Cuando existen grandes variaciones anuales, además de considerar el comportamiento de una serie de años es recomendable basarse en los promedios de los tres años últimos. En cuanto al posible crecimiento de la demanda, dado que en la mayoría de estos países la tasa de aumento se sitúa entre el 4 y el 6 % acumulativo anual, podría elegirse para el primer análisis una cifra comprendida dentro de estos límites y decidir cuál ha de ser la tasa precisa que debe adoptarse en vista de la evolución que haya experimentado el producto interno bruto durante los últimos años y de las perspectivas que ofrezca.

### III. Las materias primas

Son muchas las materias primas que intervienen en la industria siderúrgica. Sin embargo, nos limitaremos aquí a hacer algunas consideraciones económicas sobre las dos más importantes para las plantas integradas: el mineral de hierro y el combustible y sobre la chatarra de hierro en cuanto a las semintegradas.

En los trabajos de la CEPAL, se han basado los cálculos en la suposición de que se emplee mineral de hierro de un 65 % de ley a un costo en planta de 9 dólares por tonelada. Esto significa que se han de utilizar muy aproximadamente 1 500 kilos de mineral por tonelada de arrabio producida en los altos hornos.

En la realidad latinoamericana, los costos de mineral de hierro de las plantas que cuentan con mineral nacional se sitúan entre los 5 y los 7.50 dólares por tonelada y si se comparan con los del mineral importado de Argentina, se aprecia una diferencia que varía entre 7 y 9.50 dólares por tonelada de mineral. Al considerar la posible instalación de una planta integrada, los países de menor desarrollo relativo pueden, pues, estimar que es muy probable que el recargo que les ha de significar la carencia de mineral y la necesidad

de importarlo ha de representar entre 10 y 15 dólares por tonelada de arrabio. Como, por lo general, en países en los cuales no existen grandes disponibilidades de chatarra, se necesita alrededor de una tonelada de arrabio por igual peso de productos finales, puede concluirse que esta misma diferencia de precios se trasladaría a cada tonelada de acero laminado. Con el objeto de aclarar más este punto, se examina en el cuadro 4 la influencia del precio del mineral sobre las economías de escala en plantas pequeñas.

Los mencionados cálculos hipotéticos suponen una operación extremadamente eficiente de los altos hornos, con un consumo específico de coque de 500 a 550 kilos por tonelada de arrabio, a más del agregado de hidrocarburos (gas natural o petróleo) por las toberas. La realidad actual en la siderurgia latinoamericana es que por distintas razones, incluso la mala calidad del coque el consumo específico es un 10 a un 20 % superior a las indicadas cifras, lo que daría una ventaja relativa a una planta moderna capaz de alcanzar esos consumos teóricos.

Por otra parte, salvo Colombia y México, que cuentan con carbones nacionales directamente coquizables cuyo precio oscila entre 12 y 14 dólares por tonelada, los demás países necesitan importar el carbón coquizable o subvencionar, mediante un sobrepeso, a la minería que produce carbón nacional para mezclarlo con los carbones importados. En todos ellos, el precio del coque fluctúa entre 26 y 30 dólares por tonelada. Ahora bien, al parecer, ninguno de los países de menor desarrollo relativo cuenta con yacimientos de carbón de alta calidad que les permita producir el coque a bajo precio. La alternativa para ellos sería utilizar coque o carbón importados, cuyo precio es de 26 a 30 dólares, o utilizar carbón de leña como reductor y combustible. En los estudios económicos del proyecto de Agalteca, en Honduras, se llega a un precio de 19.61 dólares por tonelada de carbón de leña, puesto en planta, si para producirlo se aprovechan los bosques naturales existentes, costo que subiría aproximadamente en un 10 a un 15 % si hubiera que proceder a una reforestación para utilizar madera de bosques plantados.

En vista de que para reemplazar una tonelada de coque en los altos hornos se necesitan aproximadamente 1 200 kilos de carbón de leña, se llega a la conclusión de que, desde el punto de vista del combustible, el resultado económico sería casi el mismo para una planta basada en carbón de leña que en coque o carbón coquizable importados.

/La chatarra

La chatarra constituye la materia prima fundamental para las plantas semintegradas, que consisten, por lo general, en una acería con horno eléctrico, colada continua o desbastador y laminador, y también, en cierta medida, lo es para las plantas integradas que necesitan comprar chatarra equivalente a un 10 a un 15 %, como mínimo, de la carga metálica de su acería. Mientras que estas pequeñas cantidades se pueden adquirir generalmente en el mercado interno del país, sujeto a pocas variaciones de precios, las cantidades necesarias para las instalaciones semintegradas deben, por lo común, ser importadas. Debe observarse que el único mercado exportador que prácticamente existe es el de los Estados Unidos de Norte América, mercado que está sometido a fuertes fluctuaciones. Por ejemplo, durante casi diez años, el precio de la chatarra, en Chicago, ha variado entre unos 23 a 35 dólares por tonelada pero durante la primavera de 1970 ha subido de 31 dólares que costaba en promedio la chatarra de primera clase, a 57.30 dólares.

Estas fluctuaciones imponen la mayor cautela al proyectar y explotar una planta semintegrada basada en la transformación de chatarra importada, si bien es cierto que alzas del tipo de la apuntada más arriba, solamente se producen en los momentos de elevado coyuntura de la industria siderúrgica, durante la cual los precios de exportación del acero, también suben considerablemente.<sup>4/</sup> El problema básico para una industria de este tipo instalada en un país en desarrollo es saber si la empresa puede movilizar el capital de trabajo adicional requerido para almacenar y elaborar una materia prima que sube anormalmente de precio y, lo que probablemente sea más importante, si está en situación de modificar sus precios de venta en forma adecuada.

#### IV. Las economías de escala

##### a) Las plantas integradas

Debido a que las plantas integradas abarcan la totalidad del ciclo siderúrgico, y por ello constituyen una etapa más avanzada de la industria, resulta lógico que, siempre que sean económicamente factibles, los países en desarrollo procuren construir una de ellas, en lugar de las que realizan únicamente las últimas etapas del proceso: acería, colada continua y laminación.

---

<sup>4/</sup> Sin que, necesariamente, haya una correlación entre los aumentos de precio del acero terminado y la chatarra.

Ahora bien, los costos de producción de una instalación de este tipo dependen, fundamentalmente de tres factores: i) la escala de producción, ii) el costo del mineral de hierro y su ley y, iii) el grado de especialización de los trenes laminadores. Con el objeto de aclarar los dos primeros puntos, se presenta el cuadro 3,<sup>5/</sup> que refleja las variaciones de los costos de producción en cada uno de los cuatro departamentos principales de plantas hipotéticas de 21, 44, 90 y 180 mil toneladas anuales de productos no planos de surtido bastante homogéneo. En este cuadro, en lugar del costo de 9 dólares por tonelada de mineral, que aparece en el trabajo original, figuran los dos siguientes: por un lado, el de 7 dólares, que puede corresponder al hecho de que en el país exista y se explote mineral de hierro de calidad conveniente y, por otro, el de 16 dólares por tonelada, situación que podría darse cuando es preciso importar el mineral. Se observa en el cuadro que la diferencia de costo inicial del mineral que en ambos casos, es de 13 dólares por tonelada de arrabio, es transferida ligeramente aumentada a cada tonelada de acero laminado producida.

Lo anterior quiere decir que si las variaciones de costos provocadas por las dimensiones de la planta justificasen en un país dado, que cuente con mineral de hierro, la instalación de una planta de 90 000 toneladas anuales, que produciría acero con un posible precio de venta de 171 dólares por tonelada, en el caso de tener que importarse el mineral, el tamaño mínimo económico de la planta tendría que ser mayor, probablemente de unas 150 000 toneladas anuales, para poder fijar los mismos precios de venta.

---

5/ Basado en el trabajo de M.N. Dastur, Economies of scale at small integrated steelworks, Documento E/CN.12/764.

Cuadro 3

COSTOS DE PRODUCCION EN PLANTAS HIPOTETICAS DE DISTINTOS TAMAÑOS QUE UTILIZAN MINERALES  
DE HIERRO DE DIFERENTES PRECIOS

(Dólares corrientes por tonelada de acero terminado)

Producción anual en miles de toneladas de productos	Mineral de hierro a 7 dólares				Mineral de hierro a 16 dólares			
	21	44	90	180	21	44	90	180
<b>Departamento de reducción</b>								
Mineral de hierro	10.15	10.15	10.15	10.15	23.20	23.20	23.20	23.20
Otros materiales	19.48	19.03	18.63	18.59	19.48	19.03	18.63	18.59
Gastos de transformación	28.05	18.06	13.05	9.57	28.05	18.06	13.05	9.57
Menos: crédito por gas	-2.79	-2.72	-2.68	-2.54	-2.79	-2.72	-2.68	-2.54
Cargas de capital a/	12.99	10.37	9.87	9.93	12.99	10.37	9.87	9.93
<b>Costo total del arrabio líquido</b>	<b>67.88</b>	<b>54.89</b>	<b>49.02</b>	<b>45.70</b>	<b>80.93</b>	<b>67.94</b>	<b>62.07</b>	<b>58.75</b>
<b>Departamento de acería</b>								
Arrabio líquido	67.70	49.89	45.56	41.54	73.57	61.76	56.42	54.31
Otros materiales, descontando el crédito por chatarra	9.00	8.91	9.57	10.53	9.00	8.91	9.57	10.53
Ferrocarriles	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
Gastos de transformación	43.88	31.37	22.32	16.31	43.88	31.37	22.32	16.31
Cargas de capital b/	9.20	6.63	4.89	2.69	9.20	6.63	4.89	2.69
<b>Costo del acero líquido</b>	<b>126.03</b>	<b>99.05</b>	<b>84.59</b>	<b>73.32</b>	<b>137.90</b>	<b>110.92</b>	<b>95.45</b>	<b>86.09</b>
<b>Departamento de colada continua</b>								
Acero líquido, menos crédito por chatarra	130.32	102.26	87.22	75.50	142.67	114.62	98.52	88.78
Gastos de transformación	16.45	9.89	7.74	5.73	16.45	9.89	7.74	5.73
Cargas de capital c/	5.19	4.10	3.21	2.73	5.19	4.10	3.21	2.73
<b>Costo total de la palanquilla</b>	<b>151.96</b>	<b>116.25</b>	<b>98.17</b>	<b>83.96</b>	<b>164.31</b>	<b>128.61</b>	<b>109.47</b>	<b>97.24</b>
<b>Departamento de laminación</b>								
Palanquilla, menos crédito por chatarra	163.84	124.85	105.58	90.25	177.33	138.34	117.92	104.76
Costo de transformación	34.88	22.45	13.97	11.22	34.88	22.45	13.97	11.22
Cargas de capital d/	18.34	13.76	12.15	9.26	18.34	13.76	12.15	9.26
<b>Costo en planta del acero laminado</b>	<b>217.06</b>	<b>161.06</b>	<b>131.70</b>	<b>110.76</b>	<b>230.55</b>	<b>174.55</b>	<b>144.04</b>	<b>125.24</b>
<b>Posible precio de venta</b>								
mínimo e/	282.18	209.39	171.21	143.99	299.71	226.91	187.25	162.81

Fuente: Documento E/CN.12/764, cuadros 6-4 al 6-7.

- a/ 9 % sobre el capital invertido en coquería, planta de sinter y altos hornos, incluyendo un porcentaje de los departamentos auxiliares.
- b/ 9 % sobre el capital invertido en plantas de L.D. y exigeno, incluyendo un porcentaje de los departamentos auxiliares.
- c/ 9 % sobre el capital invertido en la planta de colada continua, incluyendo un porcentaje de los departamentos auxiliares.
- d/ 9 % sobre el capital invertido en laminación y terminación, incluyendo un porcentaje de los departamentos auxiliares.
- e/ Estimado al costo del acero puesto en planta, más un recargo de 30 % para cubrir los costos de comercialización y distribución.

/Cabe advertir



Cabe advertir que una parte considerable del precio de 16 dólares por tonelada de mineral importado corresponde a gastos de transporte en los medios corrientes. En relación con este problema convendría investigar las posibilidades que pudiera ofrecer para algún proyecto de instalación de una planta el nuevo sistema llamado "marconaflo", que ha sido desarrollado por la conocida empresa minera del Perú. El sistema consiste en agregar un 25 % de agua al concentrado (de alta ley) finamente pulverizado que produce Marcona, formando con ello una pasta bombeable. Esta se bombea directamente a las bodegas del barco portador donde se asienta el mineral y su contenido de agua se reduce a un 8 por ciento. Al llegar el barco a su puerto de destino, se somete el mineral a la acción de fuertes chorros de agua, que vuelven a formar una pasta bombeable, la que es descargada en los depósitos de la planta. Este concentrado fino se aprovecha para fabricar pellets en la propia planta, los cuales pueden emplearse "enverde" para la reducción directa o ser cocidos con bentonita para producir pellets para carga de altos hornos. El sistema Marconaflo ha sido ensayado con éxito en transporte de concentrados al Japón y en el curso de 1970 comenzará a operar la Oregon Steel Co., de Portland Oregon, que producirá unas 200 000 toneladas anuales de acero, basada en el proceso de reducción directa Midland-Ross.

b) Las economías de escala en las plantas semintegradas.

En muchos casos en los cuales resulta injustificada la instalación de un sistema integrado, los consultores sugieren instalar una planta semintegrada la que, partiendo de la chatarra como materia prima para la acería, continúa el ciclo siderúrgico hasta la producción de barras y perfiles. Este procedimiento, que ha sido utilizado por bastantes empresas, demanda una inversión inicial inferior, puesto que se prescinde de la coquería, la planta de sinter y los altos hornos y da lugar a mayores economías de escala.

Si bien las dimensiones de la operación siguen teniendo la mayor influencia en el costo del producto, también la tiene el costo de la materia prima. Cuando el país produce suficiente chatarra el problema resulta bastante simple, aunque es necesario organizar su recogida. Pero, si hay que importar gran parte de la materia prima, como suele suceder en los países en desarrollo, y sobre todo en los que sólo disponen de un

mercado pequeño, el problema se torna delicado por el alto precio que alcanza la chatarra después de agregársele los costos de transporte y, lo que es peor, por las grandes fluctuaciones de su cotización. A fin de aclarar estos dos puntos: el efecto de las economías de escala y el del precio de la materia prima, se ha preparado el cuadro 4 en el cual se presentan unos costos hipotéticos semejantes a los que aparecen en los documentos básicos de la CEPAL utilizados en este trabajo.

Puede observarse en el cuadro que, con un precio medio de 30 dólares por tonelada de chatarra de primera clase, una planta con producción anual de unas 44 mil toneladas anuales se encuentra muy cerca de ser económicamente factible, mientras que, si el costo de la chatarra sube a un promedio de 45 dólares, se necesita ampliar la producción a unas 90 mil toneladas anuales, aproximadamente, para llegar a un costo similar. Por extrapolación del cuadro se puede deducir, finalmente, que si el precio medio de la chatarra baja a unos 20 dólares y se utiliza una fuerte proporción de materia prima nacional, se observa una reducción del costo del acero laminado del orden de unos 11 a 12 dólares por tonelada, con lo cual una planta productora de 35 000 toneladas anuales resultaría viable.

c) Las economías de escala en las plantas relaminadoras

En muchos países en desarrollo las actividades comienzan con la instalación de plantas relaminadoras, que importan palanquilla para transformarla en productos laminados no planos. Las plantas también están sometidas a una fuerte influencia de las economías de escala, pero su problema principal lo constituyen las fuertes variaciones del precio de la materia prima. En efecto, cuando la conjuntura de la industria siderúrgica mundiales es desfavorable, algunos países exportadores tienen tendencia a desembarazarse de los excedentes de producción en los mercados externos, entregando estos semiterminados a precios bajísimos. No hace muchos años, era posible comprar palanquilla, puesta en Buenos Aires, a 72 dólares la tonelada y aún menos. En el momento actual, con toda la industria siderúrgica mundial trabajando a plena capacidad, y aún así incapaz de satisfacer las necesidades de sus mercados internos, el precio de estos productos ha subido mucho y, aunque se esté dispuesto a pagarlo, es difícil conseguir suministros. Por ese motivo, en los diversos trabajos de la CEPAL se ha aconsejado a los interesados en montar industrias de esta clase, que no lo hagan salvo que estén amparados por contratos de suministro de palanquilla a largo plazo y por fórmulas de ajuste de los precios a fin de ponerlos a la par con las fluctuaciones de los aceros terminados.

## Cuadro 4

COSTO DE PRODUCCION DE ACERO EN PLANTAS SEMINTEGRADAS DE DIFERENTES TAMAÑOS  
CON DISTINTOS PRECIOS DE LA CHATARRA

(Dólares corrientes por tonelada de acero terminado)

Capacidad en miles de toneladas de laminados	Chatarra a 30 dólares por tonelada				Chatarra a 45 dólares por tonelada			
	21	44	90	180	21	44	90	180
<u>Acería</u>								
Chatarra	31.92	31.92	31.92	31.92	47.88	47.88	47.88	47.88
Ferrocarriles	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79
Fundentes	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
Menos crédito por chatarra	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60
Total del material ferroso	35.16	35.16	35.16	35.16	50.77	50.77	50.77	50.77
Gastos de transformación	42.80*	32.50	25.02*	18.96*	42.80*	37.50	25.02*	18.96*
Cargas de capital a/	9.00*	6.60	5.00*	3.78*	9.00**	6.60	5.00*	3.78*
<u>Costo del acero líquido</u>	<u>86.96</u>	<u>74.26</u>	<u>65.18</u>	<u>57.90</u>	<u>103.64</u>	<u>90.92</u>	<u>81.84</u>	<u>74.56</u>
<u>Colada continua</u>								
Metal líquido menos chatarra recuperada	89.58	76.48	67.78	59.47	107.78	94.56	85.11	77.54
Gastos de transformación	16.45	9.89	7.74	5.73	16.45	9.89	7.74	5.73
Cargas de capital b/	5.19	4.10	3.21	2.73	5.19	4.10	3.21	2.73
<u>Costo de la palanquilla</u>	<u>111.22</u>	<u>90.47</u>	<u>78.73</u>	<u>67.93</u>	<u>129.42</u>	<u>108.55</u>	<u>96.06</u>	<u>86.00</u>
<u>Laminación</u>								
Palanquilla menos chatarra recuperada	119.34	96.50	84.35	70.98	139.22	116.44	101.64	90.21
Gastos de transformación	34.88	22.45	13.97	11.22	34.88	22.45	13.97	11.22
Cargas de capital c/	18.34	13.76	12.15	9.26	18.34	13.76	12.15	9.26
<u>Costo de los laminados</u>	<u>172.56</u>	<u>132.71</u>	<u>110.47</u>	<u>91.46</u>	<u>192.44</u>	<u>152.65</u>	<u>127.76</u>	<u>110.69</u>
<u>Posible precio de venta</u>								
<u>mínimo d/</u>	<u>224.32</u>	<u>172.52</u>	<u>143.61</u>	<u>118.90</u>	<u>250.17</u>	<u>198.44</u>	<u>166.09</u>	<u>143.89</u>

Fuente: M.N. Dastur, *Economies of Scale at Small Integrated Steelworks*, E/CN.12/764, cuadros 6-6, 6-7 y 6-11.  
Las cifras marcadas con asteriscos corresponden a estimaciones del autor.

a/ 9 % sobre el capital invertido en los hornos eléctricos y en el resto de la acería, incluyendo un porcentaje de los departamentos auxiliares.

b/ 9 % sobre el capital invertido en la colada continua, incluyendo un porcentaje de los departamentos auxiliares.

c/ 9 % sobre el capital invertido en la laminación, incluyendo un porcentaje de los departamentos auxiliares.

d/ Precio de costo de barras y perfiles en planta, aumentado en un 30 % a fin de cubrir costos de comercialización y distribución.

Con objeto de reflejar en parte la influencia de las economías de escala en esta industria, pero mucho más la de las variaciones de los costos de la palanquilla, se ha elaborado el cuadro 5 en el cual aparecen los costos en planta y los posibles precios de venta mínimos en instalaciones laminadoras hipotéticas en diversas condiciones. En vista de que es muy poco probable que se instale en un país pequeño un relaminadora de una capacidad mayor de 44 mil toneladas anuales, se han limitado los datos del cuadro a instalaciones de 21 y 44 mil toneladas. Puede observarse en el cuadro que los costos son casi idénticos para una planta de 21 000 toneladas anuales que compre palanquilla a 80 dólares por tonelada, que para otra de 44 000 toneladas que pague 95 dólares por su materia prima. Por otra parte, las cifras muestran también que en las condiciones en que se realizó el cálculo, con una capacidad muy poco mayor que 21 000 toneladas anuales, la operación resulta costeable en la planta más pequeña, mientras que con un precio de 95 dólares esta situación sólo se verifica para una que exceda a algo de las 44 000 toneladas por año. Por último si el costo es de 110 dólares, o sea ligeramente inferior a las cotizaciones del mercado mundial en febrero-marzo de 1970, las dimensiones deben ser bastante mayores.

Es de notar que las relaminadoras producen chatarra, como subproducto, en porcentajes que pueden fluctuar alrededor del 15 al 20 % del tonelaje de laminados. En el cuadro 5 se ha asignado un precio por tonelada de 30 dólares a la chatarra y se la ha descontado de los costos. Evidentemente, los empresarios de este tipo de industria tienen necesidad de encontrar una aplicación a esta chatarra, cuyo tonelaje es demasiado pequeño para su utilización en un horno eléctrico de aceración, que abastezca a la propia planta de materia prima, salvo que se cuente con suministros de otras fuentes adicionales.

Quadro 5

ECONOMIAS DE ESCALA EN PLANTAS RELAMINADORAS DE DISTINTOS TAMAÑOS,  
 CON DIFERENTES COSTOS DE LA PALANQUILLA

(Dólares por tonelada)

	Precio de la palanquilla					
	80 dólares por por tonelada		95 dólares por por tonelada		110 dólares por por tonelada	
	Capacidad anual de la planta en miles de toneladas					
	25	50	25	50	25	50
<u>Laminación</u>						
1.092 kilogramos de palanquilla	87.36	87.36	103.74	103.74	120.12	120.12
<u>Menos:</u> crédito por chatarra	-2.10	-2.10	-2.10	-2.10	-2.10	-2.10
Costo de los materiales	85.26	85.26	101.64	101.64	118.02	118.02
Gastos de la transformación	34.88	22.45	34.88	22.45	34.88	22.45
Cargas del capital	18.34	13.76	18.34	13.76	18.34	13.76
<u>Costo del laminado en planta</u>	<u>138.48</u>	<u>121.47</u>	<u>154.86</u>	<u>137.85</u>	<u>171.24</u>	<u>154.23</u>
<u>Posible precio de venta mínimo a/</u>	<u>179.95</u>	<u>157.91</u>	<u>201.32</u>	<u>179.20</u>	<u>222.61</u>	<u>200.50</u>

Fuente: M.N. Dastur, Economies of Scale at Small Integrated Steelworks, E/CN.12/764, cuadro 6-7.

a/ Precio de costo de las barras y perfiles en planta, aumentado en un 30 % para cubrir costos de comercialización y distribución.

/V. Posibilidades

## V. Posibilidades de mejorar la rentabilidad de las plantas

Los anteriores cálculos de los costos probables en las plantas hipotéticas no resultan muy favorables para la instalación de industrias siderúrgicas en mercados nacionales pequeños. En este capítulo se examinan las medidas que pueden tomarse a fin de remediar, en parte al menos, esta situación, a cuyo fin se tendrán en cuenta las siguientes posibilidades: a) ampliación del mercado; b) aumento de los precios de venta y c) disminución de los costos indicados en los cuadros.

### a) Ampliación de los mercados

En la introducción se ha hecho una breve referencia a algunas de las posibilidades que existen al respecto, entre otras, a la integración de los mercados de varios países y al desarrollo de las industrias consumidoras de acero. Ambos son difíciles de realizar en la práctica y cada uno de ellos constituiría tema más que suficiente para un trabajo de las dimensiones del presente, motivo por el cual no se entrará aquí en detalles. Sólo cabe llamar la atención hacia la posibilidad de que varios países se pongan de acuerdo para instalar conjuntamente una industria siderúrgica, como han hecho los del Mercado Común Centroamericano, en el cual una planta central, ubicada en Honduras, llegará solamente hasta la etapa de producir palanquilla la que después será relaminada en los demás países miembros. Las cifras anteriormente presentadas suministran base suficiente para efectuar un primer análisis de las consecuencias económicas que podría tener un acuerdo de este tipo en muchas combinaciones de países.

Otro procedimiento que se menciona a menudo es el de construir una planta y especializarla en la fabricación de un tipo y número muy limitado de productos, procedimiento que reduciría considerablemente los costos de laminación. Esta posibilidad no ha sido estudiada a fondo por la CEPAL puesto que una combinación de este tipo tendría que contar con un mercado suficiente para su especialidad, lo que podría obligar a exportar fuertes cantidades de acero, a distancias considerables, con costos de acarreo elevados, y con un margen de economía resultante de la especialización que en ningún caso sería alto.

/b) Aumento

b) Aumento de los precios de venta

El precio de unos 160 dólares por tonelada de barras o perfiles, que se ha utilizado en el capítulo IV para definir las plantas mínimas económicas, es alrededor del 12 % más elevado que el interno medio en los Estados Unidos. Pero la política de precios que ha de seguir un país es de la competencia exclusiva del gobierno y éste bien puede elegir una cifra mucho más elevada, por cualesquier tipo de razonamiento. Por ejemplo, existe por lo menos un país latinoamericano que no produce acero en absoluto y que grava su importación con un derecho aduanero del 63 % sobre el valor del acero importado por motivos exclusivamente rentísticos. Suponiendo que este gravámen no sea sobre un aforo de tarifa, lo que lo volvería específico, sino sobre el valor de factura, tenemos los siguientes hechos: hace unos dos años, cuando la coyuntura mundial del acero era desfavorable, se podía conseguir acero en barras en lotes de 20 toneladas a un precio de 100 dólares, puesto en puerto del país importador, más un derecho del 63 %, lo que elevaba el costo, ex-aduana, a la cifra de 163 dólares por tonelada. En la actualidad, los precios mundiales del acero han subido en el mercado mundial y el precio del mismo acero sería de unos 150 dólares por tonelada, como mínimo. En estas circunstancias, el costo del acero importado, ex-aduana, subiría a 244 dólares la tonelada. Si el gobierno encuentra admisible este precio dentro de su política general de desarrollo, la interpretación de los resultados de todos los cuadros anteriores sería radicalmente diferente, transformando en factibles proyectos de mucho menor volumen que los calificados como tales en este trabajo.

Otra situación que permite obtener precios más elevados para el producto de una planta pequeña, y que sólo se presenta cuando ésta es tan pequeña que no abastece la totalidad del mercado interno y es preciso importar la mayor parte del acero, es la siguiente: en los países que dependen de la importación, por una razón u otra suelen faltar existencias de ciertos tipos de acero, en cuyo caso los usuarios que lo necesitan con urgencia están dispuestos a pagar precios considerablemente mayores por los lotes disponibles. Si bien las políticas de ventas que tienen en cuenta este hecho son mucho más usadas por las pequeñas siderúrgias existentes que lo que generalmente se supone, resulta evidente que no es aplicable por una empresa creada para

abastecer un sector grande del mercado interno de un país, situación a la que se refiere este estudio. Sin embargo, esto explica la relativa prosperidad de plantas muy pequeñas que, juzgando por los datos aquí dados, deben tener un costo realmente prohibitivo.

Otra modalidad que pueden aplicar las plantas pequeñas que operan en mercados relativamente grandes, es la de especializarse en la fabricación de aceros de mayor precio, ya sea por su composición química, ya por empleárseles en tan pequeñas cantidades que su fabricación encarecería mucho el conjunto de la producción de las plantas que fabrican aceros comunes en gran cantidad.

c) Medios para disminuir los costos de producción

Aparte de las posibles reducciones del costo de las materias primas, al parecer son dos los tipos de medidas de cierta eficacia que pueden permitir reducir los costos de operación calculados en los cuadros anteriores. Uno es la reducción del costo del equipo, y con ello, de las cargas de capital, y el otro, aceptar tasas de remuneración del personal, más bajas que las que figuran en los estudios anteriores.

Examinando en forma general el problema de la reducción de las inversiones en equipo, pueden hacerse las siguientes reflexiones. En los cálculos básicos, se ha supuesto que todo el equipo es nuevo, que se ha adquirido en competencia en el mercado mediante el sistema de propuestas presentadas por los fabricantes, y que las especificaciones corresponden a máquinas muy modernas que aprovechen perfectamente el material y la mano de obra y permitan mantener normas de calidad bastante rígidas para el producto. La adquisición de equipo de calidad inferior podría conducir a una reducción de la inversión aunque su menor eficiencia probablemente aumentaría algo los costos de operación. Evidentemente, no cabe en un trabajo de la índole del presente una exploración que evalúe estas posibilidades pero sí, en cambio, debe considerarse la posibilidad de adquirir equipo de segunda mano, en buen estado, y a un precio considerablemente inferior. Es cierto que quedarían dudas respecto al valor práctico de este equipo pero, a fin de examinar en forma generalizada dicha posibilidad, aceptaremos por el momento que no haya merma de eficiencia. En tal supuesto, todas las economías de costo que se pudieran obtener serían netas, o sea que no tendrían como contrapartida ningún aumento de gastos por concepto de materias primas o de mano de obra.



Este análisis daría, por tanto, la máxima economía que se podría obtener mediante la sustitución, en los supuestos siguientes: i) que todo el equipo de cierta importancia sea adquirido de segunda mano; ii) que el valor del equipo corresponda al 50 % de la inversión siendo el resto el valor del terreno y de los edificios y los gastos de establecimiento de la infraestructura de la planta: sistema eléctrico, servicios de agua, de vapor y de alcantarillado, rieles, etc.; iii) que el precio del equipo usado, reacondicionado, puesto en la planta, corresponda, incluido el transporte, al 50 % del valor de la maquinaria nueva. En tal caso, las economías en las cargas de capital que podrían obtenerse por tonelada de acero laminado, serían las que aparecen en el cuadro 6.

Cuadro 6

REDUCCION DE LAS CARGAS DE CAPITAL POR TONELADA DE PRODUCTO, EN LAS PLANTAS  
SIDERURGICAS DE DIFERENTES TAMAÑOS QUE SE INSTALEN UTILIZANDO  
MAQUINARIA DE SEGUNDA MANO

(Dólares por tonelada de acero laminado)

Tipo de instalación	Capacidad anual, en miles de toneladas			
	21	44	90	180
Planta integrada	11.43	8.59	7.53	6.15
Planta semintegrada	8.12	6.00	5.06	3.67
Planta relaminadora	4.58	3.44	3.04	2.32

Fuente: Cuadro 3 de este trabajo.

En cuanto a las remuneraciones de la mano de obra directa que se han consignado en los estudios básicos, fluctúan entre 1.25 y 1.30 dólares por hora, como promedio, cifras que corresponden a los salarios reales pagados en dos de las plantas que existían en América Latina, pero que no reflejan la situación general de la industria, puesto que existen numerosas plantas en las cuales el jornal aún hoy día, asciende sólo al equivalente a 0.50 dólares por hora.<sup>6/</sup> Al aceptar las cifras, relativamente altas que utilizó la CEPAL

<sup>6/</sup> Estas cifras incluyen el pago directo, los beneficios sociales, y las licencias, etc.

tuvo en cuenta varias consideraciones, entre las que figura la tendencia a subir que muestran los salarios en América Latina, y, por otro lado que, siendo los salarios horarios en los países de la CECA en aquel entonces cercanos a 1.50 dólares y en los Estados Unidos considerablemente por encima de 2.50, no parecía justificado hacer aparecer ventajas locacionales en favor de la industria latinoamericana, utilizando un factor que, con el tiempo, debía desaparecer necesariamente.

La apreciación de cuál debe ser la tasa de jornales a pagar resulta un problema especial para cada proyecto de planta, que depende de múltiples consideraciones. Con el objeto de mostrar la influencia de este factor, se presenta el cuadro 7 en el cual figuran las reducciones de costo que se obtendrían si, en lugar de pagarse las tasas calculadas en los estudios básicos, ésta se reduce a los 0.50 dólares que aún se siguen pagando en algunos de los países de la región. Es de notar que en el cuadro no se ha tomado en cuenta la posible reducción de los salarios indirectos por tratarse de capataces, obreros especializados, etc. Por lo demás, el monto total de esas partidas no es importante, alcanzando la diferencia total a 4.69 dólares en la planta integrada de 21 toneladas anuales y a 2.89 dólares en las de 44 mil.

Cuadro 7

REDUCCION DE LOS COSTOS DE PRODUCCION QUE RESULTAN AL UTILIZAR LA TASA DE SALARIOS DE 0.50 DOLARES POR HORA, EN LUGAR DE LOS 1.25 DOLARES QUE FIGURAN EN LOS ESTUDIOS BASICOS

(Dólares por tonelada de acero laminado)

Tipo de instalación	Capacidad anual en miles de toneladas			
	21	44	90	180
Planta integrada	26.28	15.88	8.52	6.19
Planta semintegrada	21.26	12.40	6.36	4.90
Planta relaminadora	10.77	6.53	2.68	2.62

Fuente: M.N.Dastur, Economies of scale at small integrated steelworks, E/CN.12/674, cuadros 6-4 al 6-7.

En el caso de que una planta en proyecto lograra incorporar los dos tipos de economías que aquí se han examinado, los posibles precios de venta mínimos que aparecen en los cuadros 3, 4 y 5, podrían reducirse a las cifras que se presentan en el cuadro 8 para algunas de las situaciones más críticas. A fin de facilitar el examen de la influencia de las reducciones de costos, el cuadro muestra las dos series de valores, los originales basados en los cálculos hipotéticos y los que podrían obtenerse empleando equipo eficiente de segunda mano y admitiendo un salario de 0.50 dólares por hora.

Cuadro 8

INFLUENCIA SOBRE LOS POSIBLES PRECIOS DE VENTA, DEL EMPLEO DE EQUIPO DE SEGUNDA MANO Y DEL PAGO DE SALARIOS A RAZON DE 0.50 DOLARES POR HORA

(Dólares por tonelada de laminados)

	Capacidad anual en miles de toneladas			
	21	44	90	180
<u>Planta integrada (mineral importado a 16 dólares por tonelada)</u>				
Precio de venta hipotético normal	299.71	226.91	187.25	162.81
Precio de venta reducido	250.69	195.10	166.39	146.77
<u>Planta semintegrada (chatarra a 45 dólares por tonelada)</u>				
Precio de venta hipotético normal	250.17	198.44	166.09	143.89
Precio de venta reducido	211.98	174.52	138.98	132.75
<u>Planta relaminadora (palanquilla a 110 dólares por tonelada)</u>				
Precio de venta hipotético normal	226.61	200.50	-	-
Precio de venta reducido	206.66	187.64	-	-