

CONSIDERACIONES SOBRE EL USO RACIONAL DEL ACERO EN LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

**José Miguel Constantinidis
Ingeniero Civil
Capital Federal
AIE**

Resumen

Objetivo

Optimizar el uso de acero en estructuras de hormigón armado mediante la utilización de productos de diseño en acero en torres de altura.

Metodología

Se seleccionó una obra emblemática del segmento a estudiar. Se recibió la ingeniería del estructuralista, se estudio la propuesta del comitente y se propuso una nueva solución enfocada a racionalizar el uso de acero en la planta tipo considerando las soluciones especiales ofrecidas en el mercado local.

Resultados

La solución propuesta representó un ahorro de 8,3% de uso de acero y un 3,7% sobre la inversión prevista para ese material.

Conclusión

La utilización de soluciones enfocadas a racionalizar el uso del acero representan una ventaja económica así como otras no cuantificables desde este punto de vista pero con una importancia relevante.

Obra Seleccionada

Ficha Técnica de la Obra Seleccionada:

Nombre de la obra:	TORRES DEL YACHT
Tipología:	Desarrollo Inmobiliario
Localización:	Juana Manso 550 - Dique IV - Puerto Madero
Ingeniería estructural:	AHFsa
Dirección de obra:	Fernández Prieto & Asociados, Ingenieros y Arquitectos S.A
Estudio de arquitectura:	MISGISISISI
Empresa constructora:	Inversiones Dique IV
Contacto de obra:	Arq Juan Pablo Hernandez Gerencia de Construcción EDINTAR
Año de ejecución:	2007-2009
Comienzo de entregas de material:	Sep-07
Meses de abastecimiento hasta la fecha:	11 meses
Tipo H°:	H-47
Tipo acero:	ADN 420 y T500 para mallas y trilogic
Total acero consumido hasta Julio 08:	1836 t
Acero:	Mallas Esp.: 305 t (para 3 SS y PT hasta piso 8)
Productos y volúmenes totales consumidos hasta Julio 08	Trilogic Esp.: 32 t (para 3 SS y PT hasta piso 8) Acero Cortado y Doblado: 1.375 t Barras acero ADN 420: 124 t

Tabla 1



Figura 1

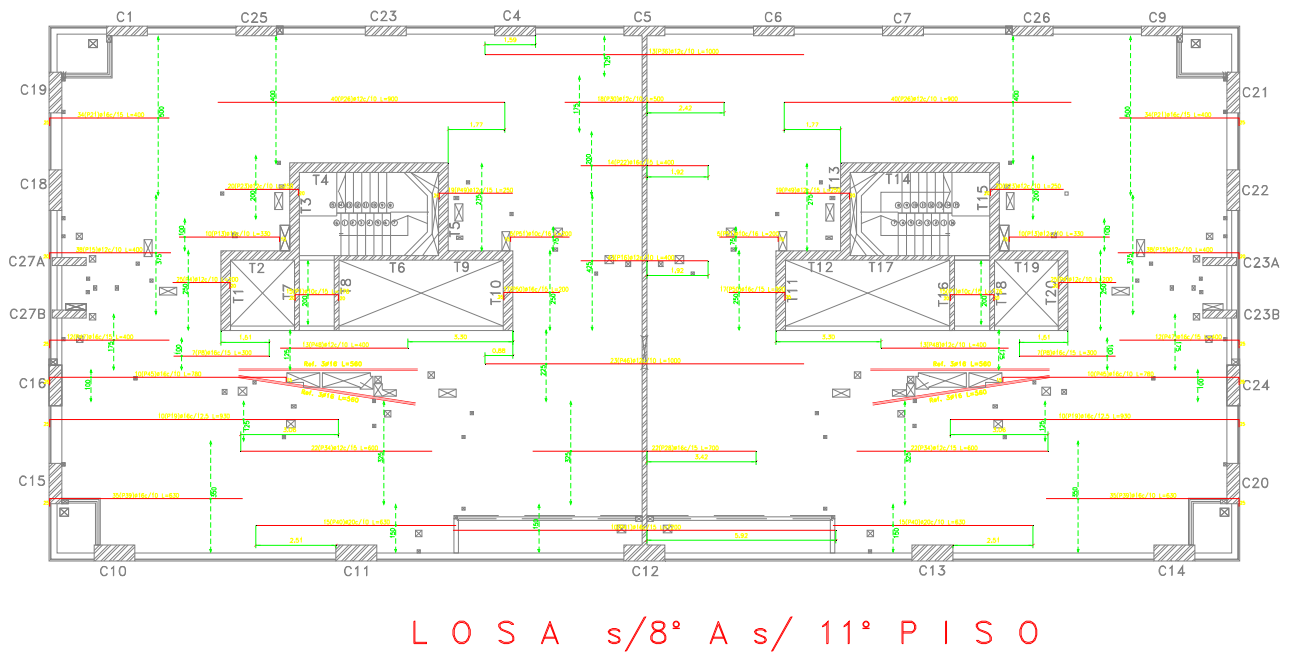


Figura 2



Figura 3

Ingeniería recibida



ARMADURA LONGITUDINAL SUPERIOR



Figura 4

Descripción de la solución inicial

Barras de acero ADN 420 de 12m para tabiques, vigas y columnas

Acero ADN 420 cortado y doblado para losas

Soluciones analizadas ofrecidas en el mercado local

Barra ADN 420



Figura 5

Acero Cortado y doblado



Figura 6

Mallas estándar y especiales

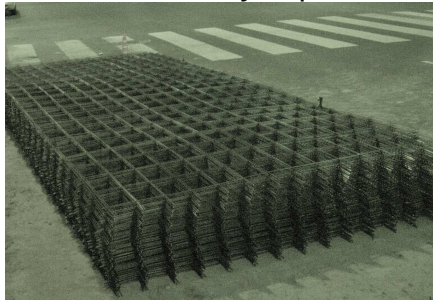


Figura 7

Trilogic

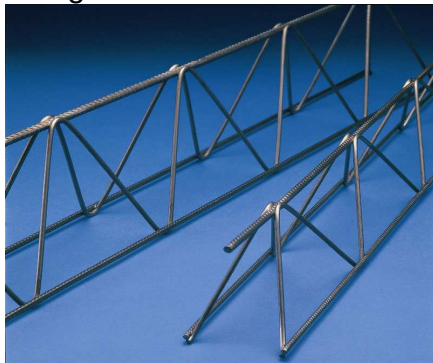


Figura 8

Pre-armado



Figura 9

Soluciones propuestas

Ficha Técnica:

Obra:	TORRES DEL YATCH
Cantidad de torres:	2
Total pisos por torre:	44 pisos
Superficie de Planta Tipo y descripción:	Planta regular de 630 m ²

Consumos por Planta Tipo:

Material: T500 (mallas especiales y trilogic)

Mallas Especiales (armadura de losa)

Inferiores 4,93 t (36 paneles repartidos en 3 modelos de mallas)

Superiores 7,60 t (78 paneles repartidos en 1 modelo de malla)

Trilogic Especial (sep. de mallas) 0,42 t (135 elementos por planta tipo)

Material: ADN 420 (acero cortado y doblado)

Adicionales inferiores para losa 3,09 t

Adicionales superiores para losa 6,80 t

Vigas 4,88 t

Columnas 10,04 t

Tabiques 6,69 t

Tabla 2

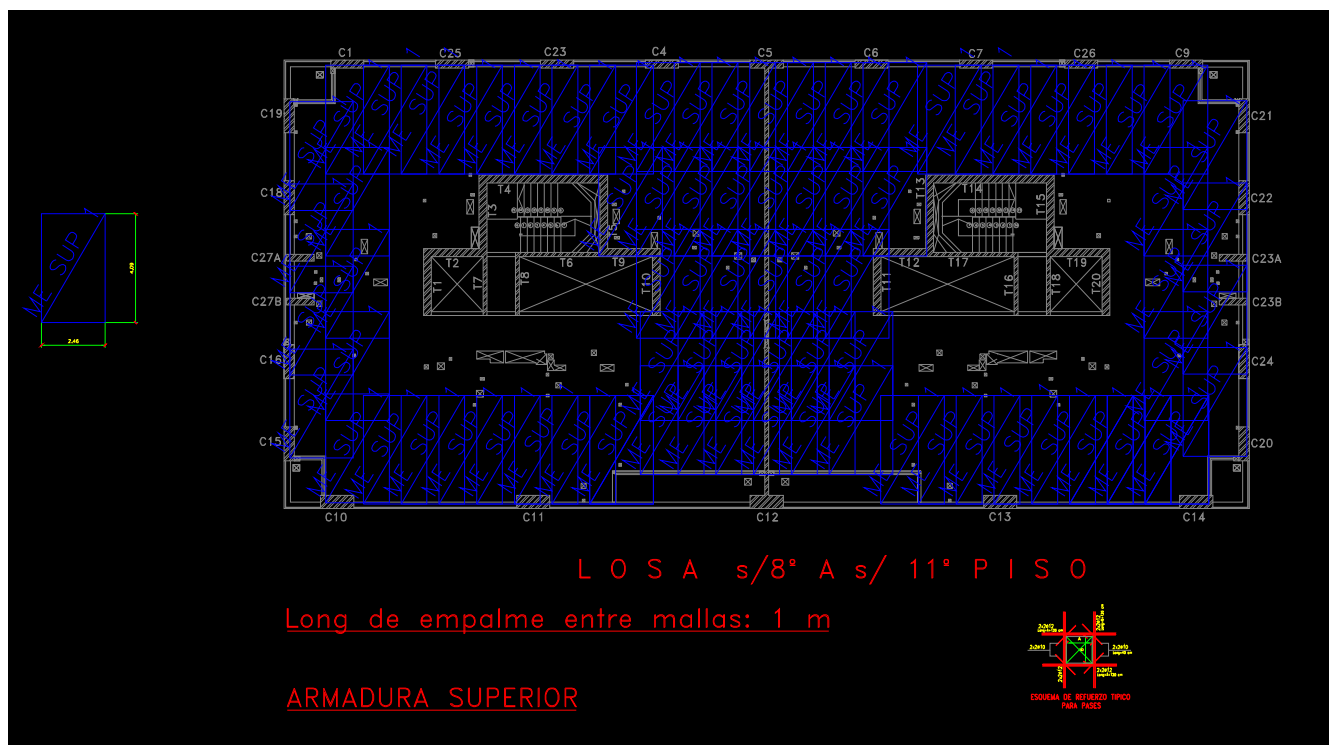
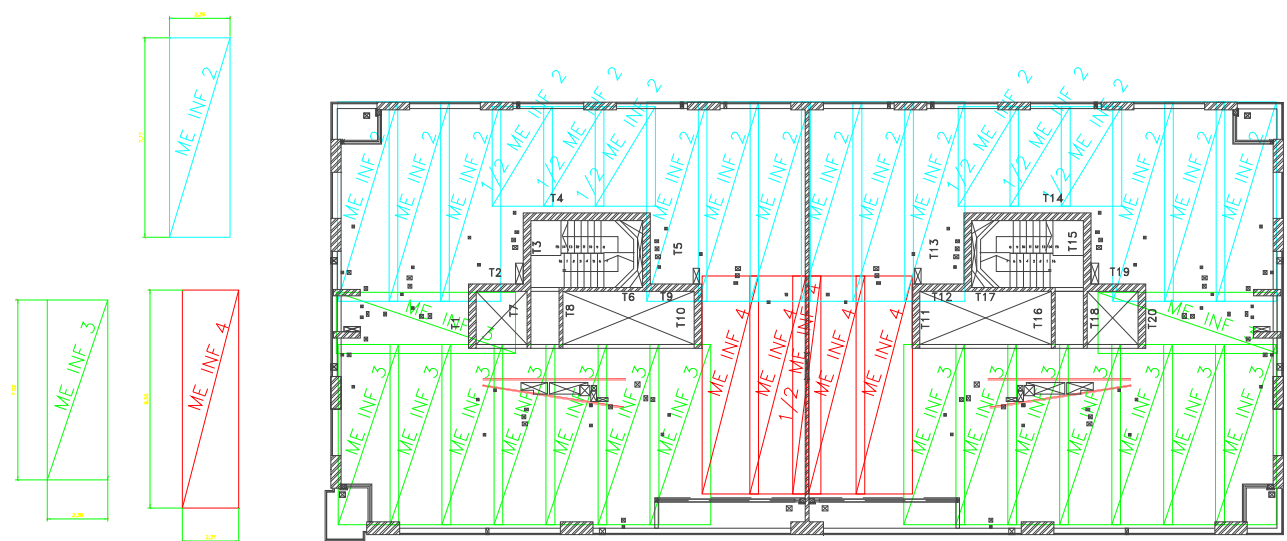
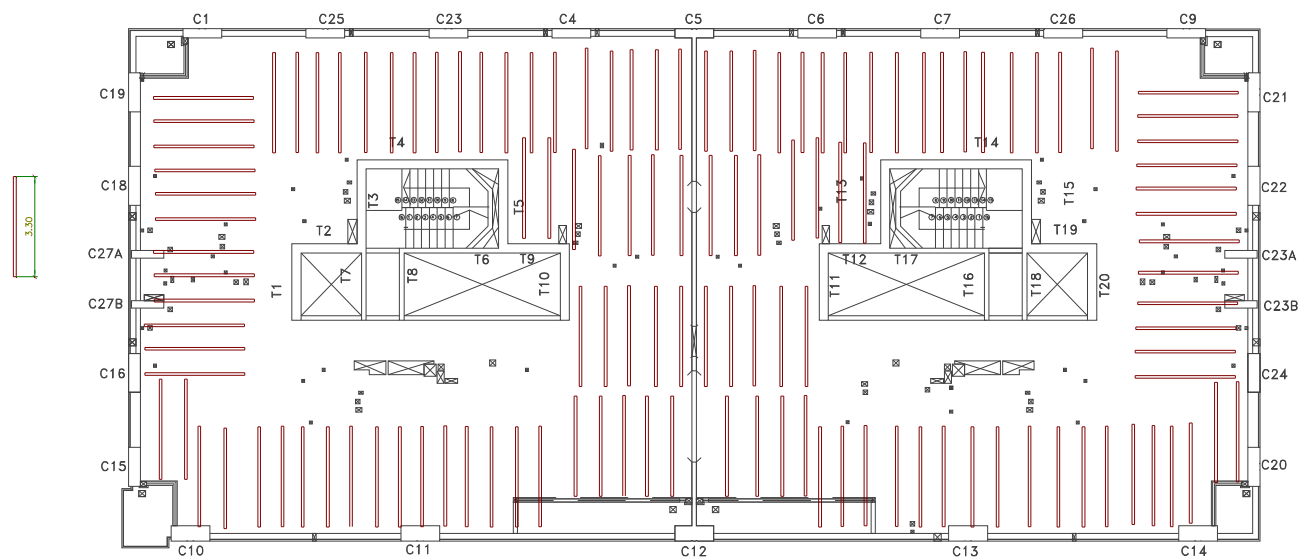


Figura 10



ARMADURA INFERIOR: MALLAS INFERIORES

Figura 11



TRILOGIC ESPECIALES SEPARADORES DE ARMADURA

Figura 12

RESULTADOS

Mix consumo de acero por planta tipo (ingeniería recibida)

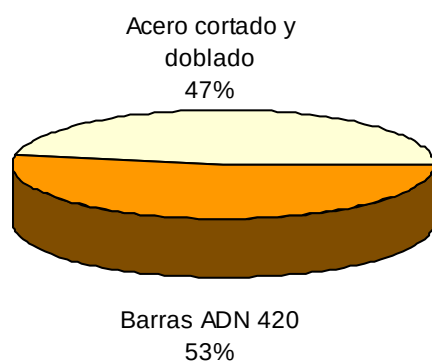


Figura 13

Mix consumo de acero por planta tipo (propuesta)

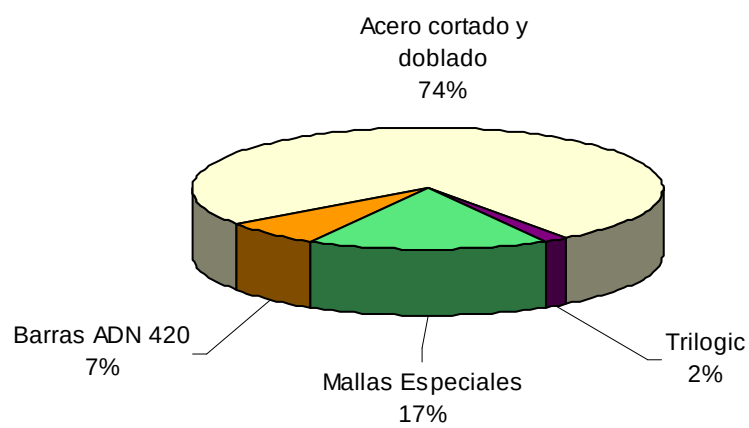


Figura 14

Comparativa acero Cortado y Doblado vs. Barras

Para vigas, columnas y tabiques - Piso 8 a 11°

SISTEMA A UTILIZAR:

	vigas, columnas y tabiques	
	CyD	BARRAS
(valores por planta)		
Materiales:	ADN 420	ADN 420
Consumo necesario (t):		
Barras		21,61
CyD (valor de planilla)	21,61	
Merma Total (t):		
Piezas con desarrollo > 12m	1,0%	0,22
Sobreempalmes:	1,5%	0,32
Piezas erroneas	1,0%	0,22
Barras Finas estropeadas:	0,5%	0,11
Sobrante:(entre 5 y 12 %)	8,0%	1,73
Total Material (t):	21,61	24,20
Precio Venta sin Impuestos (\$/t):	\$ 3.311	\$ 2.916
Costo (\$):	\$ 71.551	\$ 70.577
Costo Total Materiales (\$):	\$ 71.551	\$ 70.577
Diferencia en Materiales (%) \$:	-1,36%	
Mano de Obra:		
Rendimiento (hh/t)		
Manipuleo Interno de mat.:	0	1
Interpretación de planos y/o planillas	0	0,5
Empaquetamiento e identificación:	0	1,5
Corte y doblado		
Rendimiento de operarios	0	15
Total Horas (HH/t):	0	18,0
Total Horas Ayudante (HH):	0	436
Costo Ayudante (UOCRA) (\$/HH):	\$ 12,06	\$ 12,06
Supervisión Oficial Esp. (HH/t):	0,5	2
Total Horas Oficial Esp. (HH):	10,81	48,41
Costo Oficial Esp. (UOCRA) (\$/HH):	\$ 16,74	\$ 16,74
Costo Total Mano de Obra (\$):	\$ 181	\$ 6.066
Diferencia Mano de Obra (%) \$:	3254%	
Ahorro Total:		
Costo Total (\$):	\$ 71.732	\$ 76.642
Ahorro Total (\$):	\$ 4.911	
Diferencia Total (%):	6,8%	
El ahorro representa (t)	1,68	de barras

Tabla 3

Comparativa Mallas, CyD y Trilogic vs. acero Cortado y Doblado

Para losas - Piso 8 a 11°

SISTEMA A UTILIZAR:

	Losas	
	MALLAS + CyD + TRILOGIC	CyD
(valores por planta)		
Materiales:	T500 / ADN 420	ADN 420
Consumo necesario (t):		
Mallas (T500)	12,50	
Trilogic (T500)	0,42	
CyD (valor de planilla) (ADN 420)	5,52	19,37
Total Material (t):	18,44	19,37
Precios de Venta sin Impuestos:		
Mallas (\$/t)	\$ 3.527	
Trilogic (\$/t)	\$ 3.805	
Acero cortado y doblado (\$/t):	\$ 3.311	\$ 3.311
Costo (\$):	\$ 63.962	\$ 64.134
Costo Total Materiales (\$):	\$ 63.962	\$ 64.134
Diferencia en Materiales (%) \$:	0,3%	
Ahorro Total (\$):	\$ 172	
El ahorro representa (t)	0,06	de barras

Ahorro TOTAL por planta:	(t)	(\$/t)
Vigas, columnas y tabiques	2,59	4.911
Losas	0,93	172
Total (\$/t)	3,52	5.083
	8,3%	3,7%

Ahorro prom. total 2 torres (88 plantas)	310	447.272
--	------------	----------------

Tabla 4

VENTAJAS NO CUANTIFICABLES POR EL USO DE ACERO CORTADO Y DOBLADO EN OBRA:

	CyD	BARRAS
<i>Diferenciales por Servicio:</i>		
Estimacion del Consumo:	Exacto	Incierto
Ocupacion de espacio físico	Se reduce por evitar procesos, acopios, personal y máquinas	Mayor disposición para Stock barras, bancos de cortado y doblado, piezas terminadas, etc.
Calidad de doblado	Se asegura el cumplimiento de reglamentaciones Cirsoc	Supeditada a calidad de herramientas, calificación y experiencia del personal
Costo financiero	Se optimiza al acompañar el avance de obra.	Obliga a gastar con mayor antelación al uso y certificación
Orden en obra:	Facilita la identificación de las piezas a utilizar.	Se dificulta por cantidad de piezas en acopio, herramientas y personal.
Riesgos de Trabajo:	Quedan limitados al acarreo y armado.	Agrega posibilidades de accidentes por caídas, lesiones, cortes, etc.
Control del consumo:	Se facilita al máximo y se asegura mayor precisión.	Menor por calculo de desperdicio y sobrante.
Factibilidad de robo:	Es mucho menor al ser piezas especiales y difícil acarreo.	Potenciado por flexibilidad de uso de las barras.
Presión gremial:	Es menor al disminuir la cantidad de personal.	Se incrementa por mayor presencia de personal.
Acción climática:	No afecta	Dificulta la programación de todo el circuito de tareas.
Entregas exactas:	Se entrega exactamente la cantidad de material de acuerdo al cronograma de obra	Las barras se entregan en paquetes de 2000kg o 3000kg según el diametro.
Coordinación de Entregas:	Just in time. Cordinador de Servicios encargado del seguimiento de las mismas	Sujeto a la disponibilidad del material.
Oficina Tecnica de Acindar:	Realiza una propuesta Tecnico-económica	No interviene en la optimizacion de productos std.
Servicio de asesoramiento en obra:	Capacitación previa a la primer entrega, sobre descarga, identificación, chequeo y acopio del material.	No abarca productos estándar

Tabla 5