

# INTEGRACIÓN HACIA ADELANTE Y HACIA ATRÁS EN LA PROVISIÓN DEL ACERO EN OBRA

Mg. Pablo Orihuela, Motiva S.A., porihuela@motiva.com.pe  
 Ing. Santiago Pacheco, Motiva S.A., spacheco@motiva.com.pe  
 Ing. Felipe Quiroz, IDandBIM, felipe.quiroz@idandbim.net

## INTRODUCCIÓN

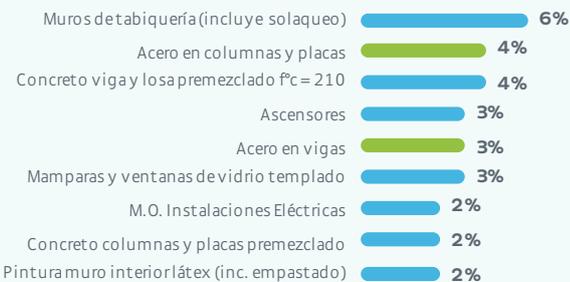
Una de las partidas más importantes en un proyecto de construcción, corresponde al acero de refuerzo. En cuanto al costo, la suma total de partidas de acero de refuerzo puede representar en promedio un 12% del costo directo total de la obra, ocupando frecuentemente los primeros lugares de incidencia económica (**figura 1**). Respecto al tiempo, la partida de acero es la que inicia el tren de producción, por lo que la velocidad del armado e instalación impactará directamente en el plazo de la obra. Con relación a la calidad, el acero es uno de los dos principales materiales que componen la estructura (concreto y acero) y su correcta colocación es imprescindible para un buen desempeño estructural de la edificación.

Sin embargo, el proceso constructivo del grupo de partidas de acero, pese a su gran importancia para la construcción, se ha mantenido casi inalterado en las últimas décadas. Salvo el reemplazo del arco de sierra por la cizalla, y luego por la sierra eléctrica; los procesos de habilitación, armado (de ser el caso) y colocación de armaduras siguen utilizando los mismos procedimientos, herramientas y equipos (**figura 2**).

### COSTO DIRECTO DEL PRESUPUESTO DE OBRA



### PARTIDAS MÁS INCIDENTES DEL PRESUPUESTO DE OBRA



**Figura 1.** Incidencia del costo del acero en el costo directo de obra.



**Figura 2.** Procesos de habilitado y armado de acero de refuerzo.

## PROCESOS INVOLUCRADOS EN LA COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO

La colocación tradicional del acero de refuerzo tiene un proceso que va desde el diseño estructural y el abastecimiento, hasta la colocación final (**figura 3**). Este proceso será descrito a continuación según la información presente en el 'Manual Operativo del Fierro' (Gallegos Ríos Casabonne Uccelli Icochea Arango Ingenieros Civiles, 1986) y en el 'Estudio comparativo de costos entre el uso del acero dimensionado y el acero tradicional' (Motiva S.A., 2004).

### Diseño

En el diseño estructural, el especialista determina el acero de refuerzo que requiere la estructura. A través de los planos y especificaciones técnicas se definen el tipo de acero, diámetro, longitud, forma y posición de cada pieza en la obra. Este diseño es entregado al constructor en planos 2D de estructuras generales y planos de detalle de estructuras.

### Metrado

Con estos planos, los ingenieros realizan el metrado de acero. Es importante destacar que el consenso de los ingenieros respecto a los metrados de acero es que se trata de la partida más tediosa e inexacta de cuantificar, tanto en planos como en la obra. La visualización de los cortes, la ubicación de los traslapes, los encuentros por recubrimientos, etc. están muchas veces a cargo del maestro y de los fierros; esto se debe a que no existen planos formales de despiece, solo se trabaja con los planos típicos de estructuras.

### Abastecimiento

En el mejor de los casos, los ingenieros realizan el pedido de materiales al proveedor con la información presente en los planos de estructuras y la planificación de los trabajos a realizarse. En otros casos, los pedidos se realizan directamente por la cantidad solicitada mediante el capataz de fierro. Luego de puesta la orden de compra, el proveedor abastece de varillas de acero y alambre al contratista, materiales con los cuales se realizará la habilitación de las piezas de acero a colocar.

### Almacenamiento

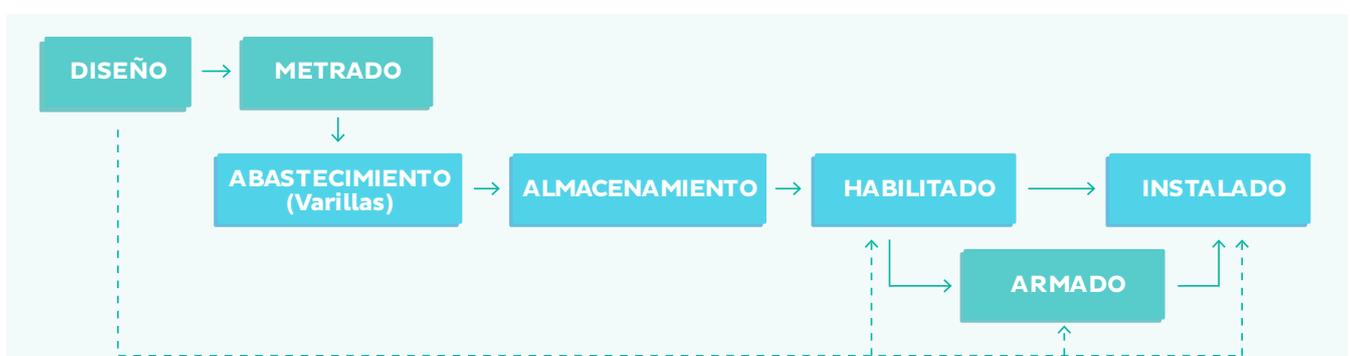
Cuando el acero llega a la obra, se procede con la descarga, verificación del pedido y transporte de las varillas hacia su lugar de almacenamiento temporal.

### Habilitado

El proceso de habilitado consiste en cortar y doblar las varillas de acero para transformarlas en las piezas indicadas en el diseño estructural. Este proceso se realiza en un banco de fierro provisional utilizando cizallas y sierras circulares para el corte, además de trampas y grifas para el doblado.

Para proceder al corte de las varillas de acero se requiere que el operario disponga de información sobre las piezas a cortar, esta la recibe generalmente del maestro de obra o el capataz de fierro. Posteriormente, el operario hace una búsqueda del acero necesario, traslada las varillas al banco de corte, consulta los planos, mide, marca las varillas y las corta.

Si la operación de doblado se hace en forma diferida a la de corte u otra cuadrilla, se requiere nuevamente de la información de los dobleces a realizar, la búsqueda de las varillas cortadas, el traslado al banco de doblado, la medición, el marcado, el doblado, la inspección de la forma de la pieza y finalmente el almacenado de las piezas dobladas.



**Figura 3.** Proceso Tradicional de colocación de acero de refuerzo.



## Armado

El armado puede hacerse de dos formas: en el banco, lo cual requiere de una posterior colocación, o en el sitio, lo cual implica un armado y colocación al mismo tiempo.

El armado en banco es mucho más cómodo y productivo, sin embargo, solo puede ser hecho en algunos casos como columnetas, columnas, mallas de refuerzo por anclajes en el caso de muros anclados, entre otros.

En ambos tipos de armado se requiere nuevamente la información de los elementos a armar, de la búsqueda y traslado de las piezas previamente habilitadas, de las mediciones, marcado y armado de los elementos a amarrar con alambre y finalmente almacenado en el caso de que el armado sea en banco.

## Colocación

Consiste en colocar y fijar en su posición final los elementos o partes pre-armadas y las piezas habilitadas. Esto se hace atando las uniones y colocando separadores que aseguren que las piezas permanezcan en su posición durante el vaciado de concreto.

En caso de que los elementos se hayan armado en el banco, estos requieren ser trasladados a su ubicación final para colocarlos. Cuando se realiza con elementos verticales, muchas veces se requerirá de la ayuda de templadores o elementos estabilizantes.

## LA INTEGRACIÓN DE PROCESOS

### La Integración hacia Adelante

La 'Integración hacia Adelante' es una estrategia de negocio en la que las actividades de negocio son expandidas para incluir el control del siguiente proceso en la cadena de producción. Un ejemplo de esta integración es cuando un productor agrícola vende sus productos en una tienda local en vez de vendérselos a un distribuidor que luego se lo venda a los compradores finales (Investopedia, 2018).

### La Integración hacia Atrás

La 'Integración hacia Atrás' consiste en fusionarse o asumir parcial o totalmente el rol de una empresa aguas arriba de la cadena de valor. Las empresas generalmente optan por este tipo de integración para hacerse más competitivas, mejorar su rentabilidad y entregar mayor valor al cliente (Investopedia, 2018).

## LA INTEGRACIÓN DE PROCESOS EN EL PROVEEDOR DE ACERO DE REFUERZO

### Primera Integración hacia Adelante: el prehabilitado

Tradicionalmente, el proveedor de acero ha tenido el rol de abastecer acero en varillas y alambre a las empresas constructoras, sin embargo, desde hace más de una década, algunos proveedores del mercado realizaron una integración parcial hacia adelante, asumiendo parte del trabajo de los subcontratistas (el corte y doblado) y ofreciendo acero prehabilitado.

El acero prehabilitado trae beneficios como: menor costo del habilitado de acero por ser realizado de manera industrializada, mayor calidad de doblado, menor desperdicio en obra, disminución de traslapes, entre otros. Pese a ello, la aceptación de este producto no ha sido generalizada, entre otras razones, por la resistencia al cambio de los fierros.

### Segunda Integración hacia Adelante: el prearmado y la instalación

Consiste en llegar hasta la instalación en la obra. Aquí, el proveedor de acero se hará cargo del prearmado de los elementos y la instalación de las piezas prehabilitadas con los elementos prearmados por ellos mismos. Con esta integración el proveedor de acero pasará a ser un subcontratista de la obra y traerá varias ventajas al proyecto, tales como,

superar la resistencia al cambio de los fierros, mejorar la calidad de la instalación de acero en obra, garantizar el cero desperdicio, reducir los plazos de trabajo con el prearmado y facilitar el abastecimiento del acero de refuerzo por ser ellos mismos quienes proveen de acero al proyecto.

### Primera Integración hacia Atrás: el despiece y la compatibilización en 2D

Una de las barreras para realizar adecuadamente el habilitado, armado y colocación del acero es la correcta compatibilización de las estructuras de concreto armado y el nivel de detalle presente en los planos utilizados como fuente de información para estos procesos. Por ello, una primera integración hacia atrás consiste en que el proveedor de acero se haga cargo del despiece y compatibilizado de la especialidad de estructuras, de esta forma asegura que las piezas vendidas no tengan inconvenientes al momento de ser instaladas.

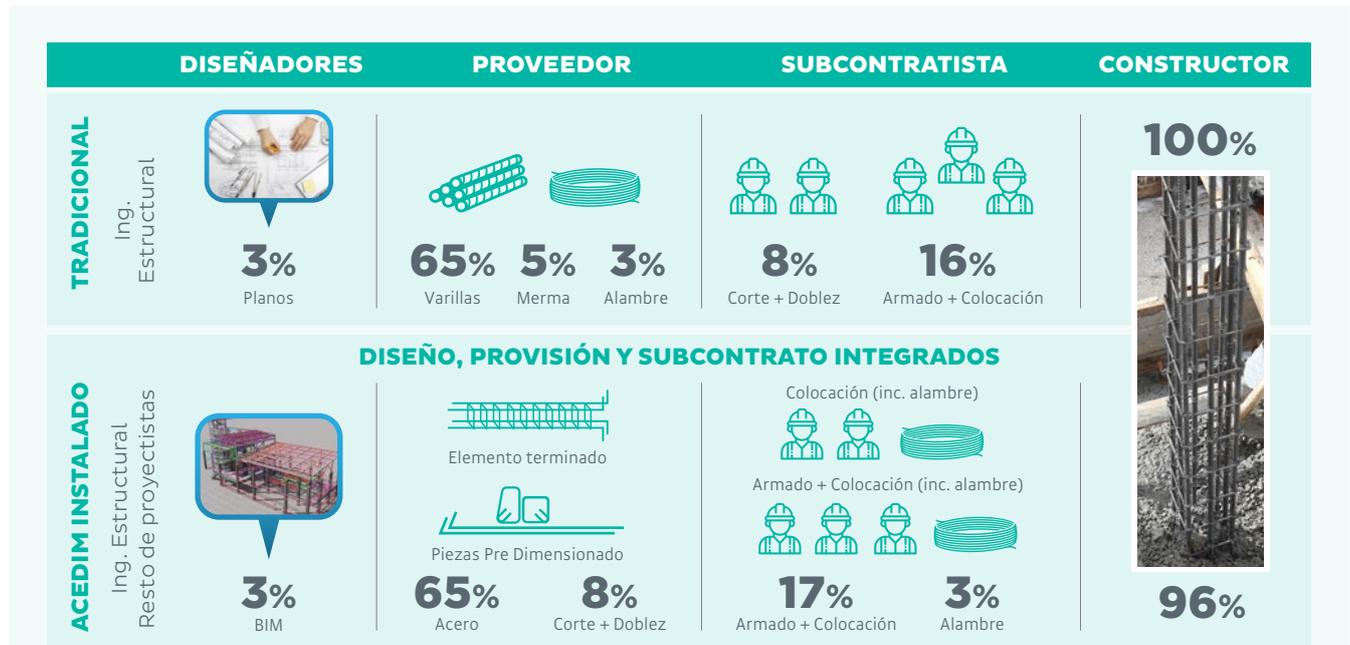
### Segunda Integración hacia Atrás: el diseño y la compatibilización en BIM

En la primera integración hacia atrás hay un re-trabajo, porque el proveedor recibe los planos tradicionales en 2D y luego genera un segundo grupo de planos de despiece. Según Quiroz (2018), la propuesta de esta segunda integración es que el proveedor de acero se involucre en la fase de Diseño, para que en coordinación con el ingeniero estructural y el arquitecto desarrollen el modelo en 3D (BIM). Esto evita el reproceso en la ejecución de los planos, ya que el despiece sale directamente del modelo, la compatibilización es más efectiva, se acorta el tiempo del diseño y se obtiene el metrado del acero. Además, la calidad de la información para todos los involucrados es superior.

## EL CASO ACEDIM INSTALADO DE ACEROS AREQUIPA

La corporación Aceros Arequipa, en alianza estratégica con la empresa IDB, han lanzado al mercado los cuatro niveles de integración. A la fecha, se cuenta con más de 100 obras concluidas o en proceso, donde se vienen obteniendo grandes ventajas en cuanto a plazo, costo y calidad.

La **figura 4**, esquematiza una comparación económica entre el proceso tradicional y el proceso de ACEDIM INSTALADO, el cual ofrece los 4 tipos de integración. Si analizamos el costo total asociado al proceso de colocación de acero, podemos obtener una reducción del 4%.



**Figura 4:** Integración hacia adelante y hacia atrás del proveedor de acero de refuerzo.



## CONCLUSIONES

La integración hacia adelante y hacia atrás de algunos proveedores en los proyectos de construcción, puede generar muchas ventajas para los constructores y para el usuario final. Esta propuesta promueve la industrialización y prefabricación en la construcción, al integrar el trabajo del diseñador, proveedor y subcontratista, generando un modelo BIM con información confiable que puede ser usada durante la obra y su posterior modificación por el modelo As Built.

En la fase de acabados, esta integración ya es una práctica generalizada, tal es el caso del amueblamiento de closets y reposteros, de los equipamientos de los sistemas de extracción de monóxido o aire acondicionado, etc. Las mejoras obtenidas en estos casos van desde diseños compatibilizados y detallados, hasta mejoras de costo, plazo y calidad en campo.

## REFERENCIAS

- Gallegos Ríos Casabonne Uccelli Icochea Arango Ingenieros Civiles. (1986). Manual Operativo del Fierro. Lima: SENCICO - Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción.
- Investopedia. (2018). Investopedia Dictionary. Recuperado el 20 de Setiembre de 2018, de <https://www.investopedia.com/terms/b>
- Motiva S.A. (2004). Estudio Comparativo de costos entre el uso del acero dimensionado y el acero tradicional. Lima.
- Quiroz, F. (2018). Propuesta para la aceleración e industrialización de la construcción con modelos BIM de producción. Constructivo.