



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**ANALISIS PARA EL SUMINISTRO DE ACERO DE REFUERZO:
ACERO FIGURADO POR PROVEEDOR Y ACERO FIGURADO EN
OBRA**

**Autor:
Eyder Stiven Mosquera Lemos**

**Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Medellín, Colombia
2019**



Análisis para el suministro de acero de refuerzo: Acero figurado por proveedor y acero
figurado en obra

Eyder Stiven Mosquera Lemos

Informe de práctica académica como requisito para optar al título de Ingeniero Civil.

Ingeniero Jhovanny A. Agudelo

Asesor interno

Ingeniero Nelson Eduardo Páez Bravo

Asesor externo

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental.
Medellín, Colombia
2019.

AGRADECIMIENTOS

Todos en algún momento de nuestras vidas hemos tenido la oportunidad de detenernos y mirar hacia atrás, no para arrepentirnos de lo que nos ha llevado hasta este punto, sino más bien para admirar como a pesar de todos los golpes que se han recibido en el camino, aun se ha seguido en pie a pesar de las adversidades, a pesar de los problemas, a pesar de una infinidad de situaciones con las que todos internamente sabemos que tenemos que luchar.

Agradecer es el acto más noble que cualquier ser vivo puede tener hacia otro, dándole a los demás la oportunidad de hacerles saber lo importante que fueron en nuestras vidas, lo importante que ha sido y lo importante que serán gracias al apoyo que en algún momento han brindado.

Sin embargo, quiero enfatizar mi agradecimiento a aquellos que han hecho de mi vida una experiencia única y como todo sabemos, irrepetible.

- Doy gracias primeramente a Dios, por permitirme estar en este mundo y al universo por todos y cada uno hechos que me trajeron hasta aquí.
- A mi madre, por ser el apoyo en mis momentos difíciles, ella ha sabido todos y cada uno de mis problemas y mis alegrías. Siempre ha estado ahí para hacerme caer en cuenta de mis errores, me ha mostrado que soy más grande de lo que imagino.
- A mi padre, porque de él herede mi carácter algo que me caracteriza como persona, siempre ha sido alguien lleno de sabiduría y con su esfuerzo fue capaz de sacar adelante a una familia y siempre seguiré los pasos de él.
- A mi hermano, por ser ese espejo en cual puedo verme cuando lo necesito, siempre ha estado ahí para mí, siempre ha sido un amigo para mí y siempre me ha escuchado dándome ese de salir adelante cuando lo he necesitado.
- A Todos mis compañeros de trabajo, no solo aquellos donde tuve la oportunidad de realizar las practicas académicas, además, a todos aquellos que trabajaron a mi lado cuando aún era un estudiante; todos y cada uno de ellos tal vez sin saberlo, han aportado un granito de arena para construir un poco a la persona que soy hoy en día, lo digo porque soy consciente de que el hombre es una construcción social y yo soy producto de ello.

Contenido

| | |
|---|----|
| AGRADECIMIENTOS | 3 |
| ANALISIS PARA EL SUMINISTRO DE ACERO DE REFUERZO: ACERO FIGURADO POR PROVEEDOR Y ACERO FIGURADO EN OBRA..... | 5 |
| 1.1 RESUMEN | 5 |
| 1.2 INTRODUCCIÓN | 6 |
| 1.3 OBJETIVOS | 7 |
| 1.3.1 Objetivo General | 7 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos | 7 |
| 1.4 MARCO TEORICO | 7 |
| 1.4.1 Acero | 7 |
| 1.4.2 Acero figurado..... | 8 |
| 1.4.3 Estructuras | 9 |
| 1.5 METODOLOGÍA..... | 9 |
| 1.5.1 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES METODOLOGICAS | 11 |
| 1.6 RESULTADOS Y ANALISIS | 11 |
| 1.6.1 Precios de acero dentro del Mercado internacional y nacional..... | 11 |
| 1.6.2 Despieces (Cantidades de acero)..... | 13 |
| 1.6.3 Acero Estándar Vs Acero figurado | 15 |
| 1.7 ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN DE ACERO FIGURADO VS. FIGURACION DE ACERO EN OBRA..... | 18 |
| 1.7.1 Selección de acero a partir del análisis de precios | 19 |
| 1.7.2 Selección de acero a partir de los planos constructivos | 21 |
| Resumen: | 21 |
| 1.7.3 Selección única de acero figurado al proveedor..... | 22 |
| 1.7.4 Ccombinación de alternativas, figurar en obra y realizar pedidos a proveedor. 23 | |
| 1.8 CONCLUSIONES..... | 24 |
| 2 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 24 |

ANALISIS PARA EL SUMINISTRO DE ACERO DE REFUERZO: ACERO FIGURADO POR PROVEEDOR Y ACERO FIGURADO EN OBRA

1.1 RESUMEN

El principal objetivo de este informe consistió en generar una guía que ayude al lector a generar un pensamiento más crítico frente a la selección de acero recto (estándar) para figurar en obra o la compra de acero figurado a proveedores para cualquier proyecto en general. Esto con el fin de replantear un gran número de factores que suelen pasarse por alto a la hora de tomar esta decisión, además, sin un análisis previo se podía llegar a incurrir en gastos económicos innecesarios, que pueden ser previstos.

Los de los factores suelen ser pasado por alto es la selección amplia de proveedores, el tiempo de ejecución, lugar de ejecución y accesibilidad de manejo de volúmenes de acero, los cuales son factores que sin un adecuado control pueden convertirse en un verdadero dolor de cabeza para un proyecto.

Así mismo se pudo fomentar la creación de un criterio mucho más detallado para replantear y cuestionar todas aquellas decisiones tomadas para la selección del acero.

1.2 INTRODUCCIÓN

La construcción de estructuras a lo largo de la historia ha ido evidenciando poco a poco el progreso de la humanidad, gracias a su intelecto y a su espíritu innovador, este se ha ingeniado la forma de utilizar los elementos que ha encontrado en la naturaleza, para así poder hacerse a un entorno que favorezca su desarrollo y evolución. De las cuevas de piedra pasamos a las estructuras de barro, y así la humanidad ha evolucionado hasta aprovechar la madera y demás materiales para crear hogares, refugios y demás; pero uno de los puntos de quiebre para la humanidad respecto a temas constructivos se presenta al momento de utilizar estructuras de concreto reforzado, a las cuales denominamos estructuras de hormigón. Este tipo de estructuras presentan una resistencia mucho mayor ante agentes medioambientales y ante las inclemencias climáticas, uno de los factores claves para cualquier construcción.

El aprovechamiento ingenieril del acero es uno de los puntos de mayor análisis al momento de realizar cualquier proyecto, ya que al calcular los costos de este material y los usos que pueden dársele, se debe generar un seguimiento de su utilización y un mejor aprovechamiento de éste, sin incurrir en sobrecostos para los proyectos y generando menores desperdicios. Algunos de los mayores gastos de este elemento se presentan a la hora de realizar su respectiva figuración, debido a que la construcción de estructuras requiere el uso de figuras específicas, que pueden ser generadas directamente en obra a partir de figuras rectas o en su defecto figuradas pro proveedores, lo que puede generar, dependiendo de su cantidad, sobrecostos en la ejecución de proyectos.

La finalidad de este proyecto busca ir de la mano con lo mencionado anteriormente, además de ello, generar una guía para el constructor, de modo tal que pueda llegar a facilitar tomar la decisión ante los proyectos de comprar acero recto y figurar directamente en obra o pedirlo directamente figurado a los proveedores. Para esto, se realizará un análisis con de las empresas proveedoras de acero que cuentan con presencia en Colombia.

Esta guía brinda las herramientas para que los constructores, antes del inicio de sus proyectos, puedan seleccionar la mejor alternativa para la compra de acero, ya que tendrá en cuenta tiempos de entrega, costos de materiales, costos de mano de obra y gastos debido al uso de maquinaria.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Realizar un análisis detallado entre la compra de acero figurado por proveedor y la figuración de acero directamente en obra.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar el análisis detallado de como los tiempos y costos de figuración de acero en obra pueden afectar la ruta crítica de un proyecto.
- Analizar mediante cuadro de decisiones como los factores externos a la figuración de acero pueden inferir en la toma de decisiones.
- Definir adecuadamente cual es el método de utilización de acero más viable para un proyecto, dependiendo de las necesidades del constructor y la disponibilidad de herramientas en obra.

1.4 MARCO TEORICO

1.4.1 Acero

Este material está constituido por una aleación de dos elementos los cuales son hierro y carbono, con porcentajes que pueden variar entre 1.075% y 0.03%, estas variaciones arrojan diferentes de resistencias y manejabilidades que se requieren para el acero. Se debe hacer la aclaración que el hierro y el acero son elementos totalmente diferentes y debe dejarse a un lado la confusión que puede presentarse entre ellos. Por un lado, el hierro es un elemento de la tabla periódica que presenta altas resistencias y comportamiento frágiles, mientras que el acero posee características del hierro en estado puro, pero gracias a su aleación con el carbono este presenta una mayor resistencia. Además de ello cabe resaltar que el acero es

un elemento que puede ser reutilizado un número indeterminado de veces, lo que lo hace un material muy duradero y útil a futuro. (Láminas y aceros, 2016).

El acero tiene grandes usos en la vida cotidiana desde el uso de herramientas, equipos mecánicos, partes de aparatos eléctricos y utensilios, hasta maquinaria industrial. Su gran variedad de usos ha dado lugar a crear diferentes tipos de acero, los más utilizados en la actualidad son:

- **Acero galvanizado:** Acero obtenido mediante un proceso de galvanización, el cual consiste en la aplicación de una capa de zinc al acero, con el fin de prevenir que presente proceso químico de oxidación (Arquitectura en acero, 2001). Algunos usos del acero galvanizado se presentan desde una arandela, hasta alambres, encofrados, ductos de ventilación y láminas para techos.
- **Acero inoxidable:** Este tipo de acero se encuentra compuesto principalmente por hierro y cromo; el acero inoxidable es uno de los tipos de acero más conocidos, debido a su alta resistencia ante agentes medioambientales que generan su oxidación, además de sus propiedades físicas que lo hacen mucho más llamativo. (Historia y evolución del acero, noviembre 2018). Alguno de los usos más comunes para este tipo de acero es: Elementos quirúrgicos, herramientas pequeñas, accesorios de cocina y partes de vehículos.
- **Acero estructural:** Es utilizado principalmente para la construcción de piezas de maquinaria y para la construcción de estructuras como lo son edificios puentes y viviendas. (Historia y evolución del acero, noviembre 2018).

1.4.2 Acero figurado

Este tipo de elementos hacen parte del acero estructural, por lo general hace referencia a las varillas de acero corrugado el cual viene en diferentes diámetros y longitudes. Algunos de los diámetros comerciales de este tipo de elementos son de 1", 1/2", 3/4", 5/8", 7/8", 3/8" y 1 1/4". Por otro lado, los diámetros comerciales para este tipo de acero son 6, 9, 12 y 14 metros de longitud.

La figuración de acero consiste en el proceso de doblado y corte en frío de barras de acero corrugadas, a partir de estos procesos se obtiene figuras que serán de uso para el diseño estructural de construcciones (Inverales S.A.S). En una construcción, el refuerzo de acero es el encargado de soportar toda la carga estructural en trabajo conjunto con el concreto; pero un mal procedimiento en doblado genera que el acero sea sobre forzado y pierda sus propiedades mecánicas.

1.4.3 Estructuras

Existe una gran cantidad de estructuras de concreto reforzado las cuales tiene innumerables formas y tamaños, así mismo, cuentan con diferentes cuantías de acero, lo que hace que aunque tengan la misma forma se comporte completamente distinto las unas de las otras. Pueden ser diferentes existen pequeñas similitudes en el tema de acero que nos permite generar una especie de patrón con respecto a las medidas y formas que pueden llevar estas estructuras. Con estas cuantías de acero se procede a realizar los cuadros de despieces o cantidades de obra con los cuales se proyecta realizar los pedidos de acero.

1.5 METODOLOGÍA

El acero marcó el tema de interés para el avance de este informe de práctica debido a su amplio campo de acción y los costos de utilización. Al ser medido y cuantificado, pudo ser analizado de modo tal que pudieron evidenciarse aspectos a mejorar en su uso. Para lograr un adecuado control de este elemento y tener así mayor eficiencia a su inversión se dio pie a la siguiente metodología.

- **Fase I. Investigación y conceptos básicos.**

Al inicio una de las principales prioridades fue el hallar, enfocar e identificar toda la información y recursos necesarios que fueron claves para el desarrollo de este proyecto, empezando por puntos claves que nos permitieron poco a poco llegar a las bases de datos de donde se pudo disponer de la información necesaria para cumplir con los objetivos propuestos. Una de las prioridades que marco la fase de

investigación correspondió al realizar retroalimentación constatare de la información que se fue recopilando, para así depurar los datos innecesarios que pudieron llegar a alejarnos de los objetivos.

Durante esta fase se dio una búsqueda constante de información que nos permitió tener los conocimientos necesarios para lograr satisfactoriamente dar solución a cada uno de los objetivos. Esto conllevó a afianzar fuertemente las bases que cimentaron este informe de prácticas, con el cual se buscó generar una guía para la selección de alternativas ante la selección de acero figurado versus acero estándar.

- **Fase II. Seguimiento y comparación**

En la fase anterior se marcó el punto de la consulta en bases de datos que pudieran brindar una luz sobre las decisiones ligadas a los problemas encontrados en campo, con respecto a la figuración de acero y sobre las alternativas que pudieran ser de ayuda para este.

La fase II marco un punto fundamental en el desarrollo del proyecto el cual consistió en el cruce formal de la información inicialmente obtenida mediante consultas con la información que se pudo obtener en campo. Además, se realizó el seguimiento de la figuración de acero de diferentes diámetros, con el fin realizar la comparación del trabajo realizado por diferentes empresas de acero versus el trabajo realizado por una cuadrilla de trabajadores.

- **Fase III. Análisis detallado de alternativas**

Al final de recopilar toda la información necesaria para dar a conocer las recomendaciones para la figuración de acero, se procedió a analizar y cruzar la información para así mostrar los resultados que se obtuvieron al finalizar la construcción de este proyecto.

Esta fase consto como finalización del proyecto en el cual se dio análisis a todos y cada una de los resultados obtenidos durante la etapa de seguimiento y

comparación, generando de esta manera una finalización del proyecto de la mano con las conclusiones obtenidas.

1.5.1 DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES METODOLOGICAS

| CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|
| ACTIVIDADES | 1er mes | | 2do mes | | 3er mes | | 4to mes | | 5to mes | | 6to mes | |
| | Quincenas | | Quincenas | | Quincenas | | Quincenas | | Quincenas | | Quincenas | |
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Fase I. Investigación y concepto básicos. | FASE I | | | | | | | | | | | |
| Consulta, investigación e Interiorización de conceptos básicos del acero, historia y utilización | | | | | | | | | | | | |
| Características y propiedades de diferentes varillas de acero corrugadas para el uso estructural. | | | | | | | | | | | | |
| Consulta y análisis de precios de acero en el mercado, Figurado Vs Recto. | | | | | | | | | | | | |
| Características de proveedores dentro del mercado colombiano del acero estructural. | | | | | | | | | | | | |
| Fase II. Seguimiento y comparación. | FASE II | | | | | | | | | | | |
| Análisis de posibles alternativas de figuración. | | | | | | | | | | | | |
| Revisión y depuración de alternativas. | | | | | | | | | | | | |
| Fase III. Análisis detallado de alternativas y conclusiones. | FASE III | | | | | | | | | | | |
| Identificación cuales variables son las que rigen la figuración de acero para la selección de alternativas y conclusiones. | | | | | | | | | | | | |

Tabla 1. Cronograma de actividades.

1.6 RESULTADOS Y ANALISIS

1.6.1 Precios de acero dentro del Mercado internacional y nacional.

La producción mundial de acero en el año 2016 fue de 1,598.7 millones de toneladas métricas, siendo china uno de los mayores exportadores de acero abarcando un 36% de la producción mundial (Producción de acero por país, mayo 11 2019). Por otro lado, en Colombia la producción es de aproximadamente 1.4 millones de toneladas y esto se debe a cinco de las empresas productoras de acero más importantes en Colombia, las cuales son Acerías Paz del Río, Diaco, Sidenal, Sidoc, y Ternium Colombia. Esta producción va ligada a la extracción de hierro de la naturaleza y a la chatarrización o reciclaje como suele llamarse (El acero en Colombia: no todos quieren quedarse, noviembre 2018).

Colombia es un país que posee una gran riqueza mineral, pero debido a su baja competitividad tecnológica en los temas de industria realiza más importación que exportaciones de acero. Colombia importa aproximadamente 2.5 millones de toneladas al año acero proveniente de China, Turquía y Brasil.

A nivel mundial el precio del acero se mueve alrededor de los \$0.7 dólares por kilo, que son aproximadamente \$2,351.40 pesos colombianos.

Al interior del país este valor se puede ver afectado por diferentes ítems, que hace que todas las empresas que trabajen con acero oferten diferentes precios a sus clientes. Algunos de los aspectos más significativos que regulan la variabilidad de este precio lo son la mano de obra, la ubicación, transporte y la cantidad.

- **Mano de obra:** Cuando se pasa de acero recto a figurado, es indispensable contar con el agregado de mano de obra al precio base inicial de acero, ya que es un plus que hace que las características del acero sean únicas para cada una de las estructuras y posiciones que deben ocupar dentro de un elemento. Aunque la figuración de acero se puede realizar bajo el uso de maquinaria, es indispensable contar con los trabajadores de estas maquinarias, haciendo que el precio del producto incremente aproximadamente entre un 12% y un 25% del valor inicial.
- **Ubicación de los proveedores:** Si bien de entrada se sabe que no todos los proveedores manejan los mismos precios, existen pequeñas diferencias de precio dependiendo la zonas donde se encuentre ubicado los proveedores de acero; no será lo mismo comprar acero en una zona industrial donde la competencia abunda y en esta los precios rigen directamente por la competencia, a comprar acero en un lugar donde al rededor solo existe un proveedor de acero el cual decide los precios para su producto sin presión de la competencia.
- **Transporte:** A veces los precios del acero no incluyen los gastos de transporte que esos asocian, ya que el lugar donde se vende la materia prima no es exactamente donde necesita que esta se encuentre ubicada, eso aumenta el costo del acero, ya que los gastos de transporte es uno de los temas más importantes para el éxito de la venta del material. Aunque también vale la pena resaltar que existen proveedores de acero que dentro del precio de este como un valor agregado de su producto incluyen la puesta en punto de su mercancía, es decir despacho y transporte.

- **Cantidad:** A mayor cantidad de material menor será el precio que se obtiene de estos productos, no es lo mismo realizar la compra de 2 millones de pesos en acero recto para la construcción de una simple casa, que realizar compras por miles de millones de pesos en cantidades de acero que son utilizados para proyectos abismales.

Hablando más propiamente de Colombia con respecto al tema del acero y sus precios, este país se ve profundamente afectado por la devaluación del peso colombiano frente al dólar, todo debido a su alta dependencia del petróleo, aunque a simple vista nada tiene que ver el petróleo con el acero, en este punto no solo afecta a todos los sectores económicos del país, sino que también comienza a tener efectos negativos sobre los consumidores finales de cualquier producto, que requiera de importación.

Colombia importa más acero del que produce, por esta razón los precios del acero se ven afectados por el precio del dólar. La economía del acero en este país depende en parte de la importación del mismo, el cual proveniente de los mercados que más exportan acero en el mundo, los cuales son Turquía, China, Estados Unidos y Brasil.

1.6.2 Despieces (Cantidades de acero)

Realizar despieces es la parte en la cual se cuantifica el tipo de material, longitudes y volúmenes de acero que componen las estructuras, para luego ser registrados en cuadro que suele ser llamado cantidades de obra (Planos estructurales, 2016).

Lo primero que se debe hacer para realizar el despiece es dar referencia a cada uno de los elementos (acero) que componen la estructura, con el fin de poder analizar cada uno de sus componentes, Cada uno de estos elementos que componen la estructura varía según su ubicación y también dependiendo de la complejidad de la estructura(Planos estructurales, 2016).

¿Qué procedimiento se debe llevar a cabo para realizar un despiece de acero? A continuación se mostrara cual es el procedimiento para llevar dicha acción a cabo.

- Se debe disponer de un plano en el cual se encuentren cada uno de los elementos de acero que requiere la estructura, debidamente identificados y diferenciados unos de otros, con el fin de evitar cualquier tipo de confusión con respecto a las cantidades.

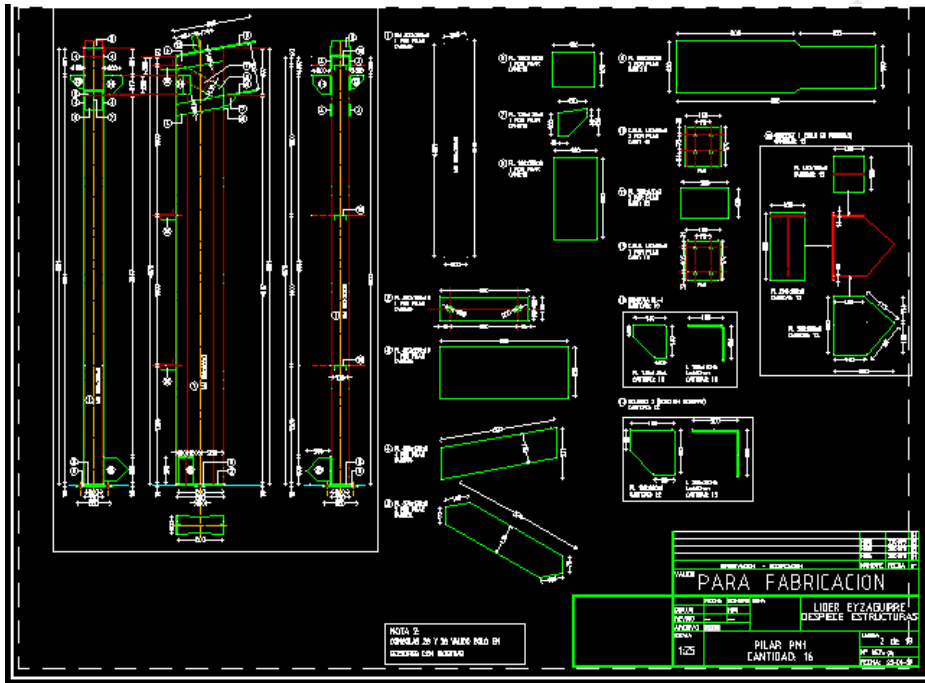


Ilustración 1. Plano de cantidades de acero. Planos de casas-Planos de construcción (2019).

- Luego se procede a realizar un cuadro comparativo donde se consigan cada una de las posiciones, cantidades, diámetros de barra, longitudes y figuras que contendrá el despiece.

| DESPIECE LOSA | | | | | | | | |
|---------------|------|-----------|----------------------|---------------------|--------------------|-----------|-----------|---------------|
| POSIC. | Ømm. | Nº PIEZAS | LONGITUD (m) PARCIAL | FORMA L=(cm) | LONGITUD TOTAL (m) | PESO kg/m | PESO kg | TOTAL |
| 1 | 12 | 114 | 12.00 | 130 1070 | %<1366.00 | %<0.89 | %<1216.00 | %<14128.15 kg |
| 2 | 12 | 57 | 10.30 | 1030 | %<587.10 | %<0.89 | %<521.87 | |
| 3 | 12 | 139 | 12.00 | 14 1120 14 26 26 | %<1666.00 | %<0.89 | %<1482.67 | |
| 4 | 12 | 64 | 7.90 | 790 | %<505.60 | %<0.89 | %<449.42 | |
| 5 | 12 | 139 | 10.90 | 1090 | %<1515.10 | %<0.89 | %<1346.76 | |
| 6 | 12 | 63 | 12.00 | 1200 | %<756.00 | %<0.89 | %<672.00 | |
| 7 | 12 | 126 | 12.00 | 115 985 | %<1512.00 | %<0.89 | %<1344.00 | |
| 8 | 12 | 139 | 12.00 | 100 1000 100 | %<1666.00 | %<0.89 | %<1482.67 | |
| 9 | 12 | 139 | 10.15 | 1015 | %<1410.85 | %<0.89 | %<1254.09 | |
| 10 | 12 | 968 | 3.48 | 30 14 14 130 130 30 | %<3366.64 | %<0.89 | %<2994.35 | |
| 11 | 12 | 126 | 12.00 | 20 1180 | %<1536.00 | %<0.89 | %<1365.33 | |

Ilustración 2. Tabla de cantidades de acero. Bibliocad (2019).

- Por último, se hace un análisis de la tabla de cantidades de acero, corroborando que todas las cantidades hayan sido contadas en su totalidad, pero lo más importante, es que cada una de las figuras que aparece en la tabla de despieces cumpla con los requerimientos mínimos de la norma según el diámetro de cada una de las varillas. Este paso es de crucial importancia.

Con esto se tendría entonces todas las cantidades de acero que requeriría una estructura, luego de eso debe darse la elección de los dos puntos clave de este proyecto, decidir si se figurara este acero en campo o se procederá a pedir acero figurado directamente de las empresas proveedoras de acero.

1.6.3 Acero Estándar Vs Acero figurado

El acero estándar en Colombia es comercializado con longitudes de 6, 9, 12 y 14 metros, llamándolo comúnmente en el medio como acero recto. Estas longitudes son las que más se ajustan a las necesidades de los compradores, y las cuales atienden temas de facilidad de manejo, transporte y menor desperdicio. A partir de estas barras de acero recto las empresas proveedoras de acero fabrican otro de los productos claves de sus compañías, al cual se le llama Acero Figurado, el cual contra de barras de acero recto dobladas para adoptar las formas que deseen los clientes, habiendo infinidad de formas y longitudes.

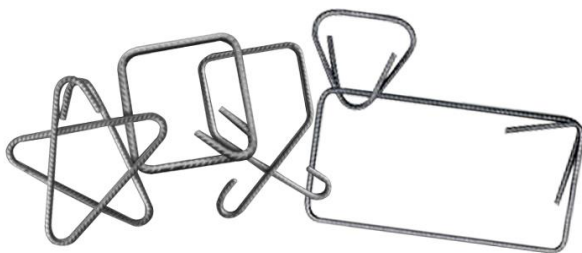


Ilustración 3. Figuras realizadas con acero. El acero del futuro. Novacero

Saber cuál de las medidas de acero estándar es la que más se adecua para el proyecto es uno de los temas cruciales a la hora de la compra de este tipo de material, si bien el acero es uno de los elementos más costosos siendo este una de

las materias primas para los proyectos, su uso debe ser aprovechado de la manera más cuidadosa posible.

A continuación se presentarán algunos de los puntos clave que se deben tener en cuenta para la selección de acero proveniente de empresas proveedoras de acero.

- **¿Qué voy a construir?**

Todas las construcciones son diferentes, aunque sean el mismo tipo de estructura, eso no quiere decir que sea la misma modulación de acero que requiera las mismas cantidades y además que tengan las mismas dimensiones. Existen estructuras que requerirán más o menos acero dependiendo del requerimiento del proyecto, no es lo mismo solicitar acero para la construcción de una vivienda de 1 piso, que solicitar acero para la construcción de una torre residencial de 16 pisos, las cantidades de acero que solicitare no serán las mismas y dentro de las necesidades del proyecto seguramente se necesitara tener más acero disponible dentro del stock para el avance de la construcción.

- **¿Ubicación del proyecto?**

Otro de los problemas que se presenta en la construcción de estructuras son las vías de acceso, debido a que por dificultades de espacio la maquinaria que se encarga de movilizar la materia prima no puede llegar directamente a la zona de construcción, como por ejemplo en barrios pequeños donde solo existen calles de 1 solo carril donde el ingreso de una cama alta que aunque puede llevar consigo acero de entre 12 y 14 metros de longitud, se presenta inviable la utilización de estos, aparte de ello los costos de utilización de este tipo de vehículos se ven significativamente elevados a comparación de la utilización de otros medios de transporte.

- **Disponibilidad**

En muchos proyectos la disponibilidad de acero reduce las opciones a la hora de selección de alternativas, ya que el acero comercial de 12 y 14 metros es manejado por grandes distribuidores, algunos pequeños distribuidores manejan acero de 3, 6 y 9 metros, y para ellos es más fácil manejar este tipo de longitudes que manejar stock

de diámetros que no presenten rentabilidad en sus ventas. Por esta razón debe tenerse en cuenta cuales son las longitudes disponibles en el mercado más cercano al proyecto.

- **Economía**

Debe tenerse en cuenta que entre menos acero se gaste mayores ganancias se puede obtener, por esta razón debe analizarse detalladamente cuales longitudes de acero según la estructura que se tiene planeado llevar a cabo puede generar menores desperdicios y mayores utilidades.

Después de apreciar cada uno de los anteriores aspectos podemos visualizar cuáles serán las opciones-que guiarán de manera mucho precisa la toma de decisiones frente a la sección de acero.

Acero Figurado

Las figuras de acero más comunes para su manufactura son las siguientes:

- **Estribos o Flejes:** son elementos que cumplen un papel muy importante dentro de las estructuras, principalmente son utilizados para realizar el refuerzo a cortante de las cargas a las que son expuestas. Algunas de las estructuras que requieren estribos son: vigas, columnas, vigas cabezales, estribos o contra fuertes, dados y pilas en "I".

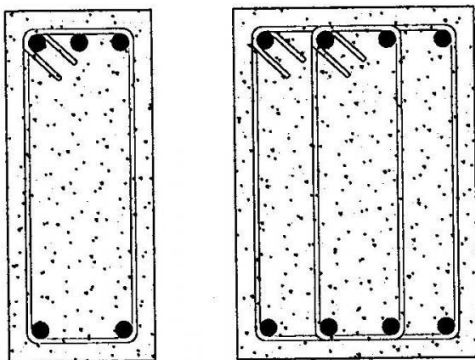


Ilustración 4. Construcción en Hacer (2016). Repaso de concreto reforzado

- **Ganchos:** Su principal función es servir como sujetador para otras piezas de acero y de esta manera mantener todas las piezas en su lugar.

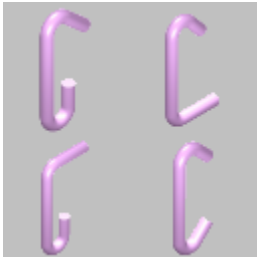


Ilustración 5. Imagen tomada de programa DLI.net

- **U'es:** son los elementos más comunes dentro de la construcción su uso se utiliza casi en todo tipo de estructuras y están conformados por un cuerpo y dos "patas" como suele ser llamado en obra.



Ilustración 6. Imagen tomada de programa DLI.net

Estas son las figuras que más se solicitan a diario para el despiece de una estructura, la cantidad, diámetro de la barra y longitudes dependen de la solicitud de la estructura y del despiece previamente realizado.

1.7 ALTERNATIVAS DE SELECCIÓN DE ACERO FIGURADO VS. FIGURACION DE ACERO EN OBRA

Existen diferentes alternativas que se presentan en un proyecto a la hora de tomar la decisión de realizar la selección de acero próximo a utilizarse, los cuales pueden convertirse en una guía a la hora de hacer una elección. Bien sea comprar el acero figurado directamente por proveedores o comprar acero estándar y figurar en obra, lo ideal es realizar un buen análisis para evitar cualquier decisión apresurada que pueda generar problemas o contratiempos. Algunas de las alternativas que se deben tener en cuenta a la hora de tomar este tipo de decisiones serán presentadas a continuación.

1.7.1 Selección de acero a partir del análisis de precios

Se deben tomar y analizar todas las variables que de alguna manera afectan el valor del acero figurado y el valor de realizar la figuración de acero en campo. A partir de estos valores obtenidos de los costos del acero puede tomar una decisión.

¿Cuáles son las variables que afectan el costo del acero? A continuación, se presentarán de manera detallada las variables que afectan el precio del acero y las alternativas a utilizar para realizar la selección de acero.

- Precio acero figurado por proveedor:

$$f(fp) = (\$_{AF}) * \text{Peso Pedido}(Kg)$$

Ecuación 1

$\$_{AF}$: El Precio del acero figurado es un valor el cual es ofertado por los proveedores de acero, dentro del valor del acero figurado se encuentran incluidos ítems como mano de obra, desperdicio. Estos valores no se encuentran discriminados individualmente, ya que es información de carácter confidencial que se maneja al interior de las compañías. Se debe resaltar que este precio se encuentra dado en precio por kilogramo de acero (\$/Kg)

- Precio acero estándar figurado en obra:

$$f(fo) = (\$_{AS} + Mo + D) * \text{Peso Pedido}(Kg)$$

Ecuación 2

$\$_{AS}$: Corresponde al precio del acero estándar por kilogramo el cual tiene longitudes comerciales de 14, 12, 9 y 6 metros de longitud.

Mo: Costo de Figuración de acero en obra por kilogramo, se debe resaltar que el costo de realizar la figuración de acero debe ser revisado a través de un análisis de precios unitarios (APU).

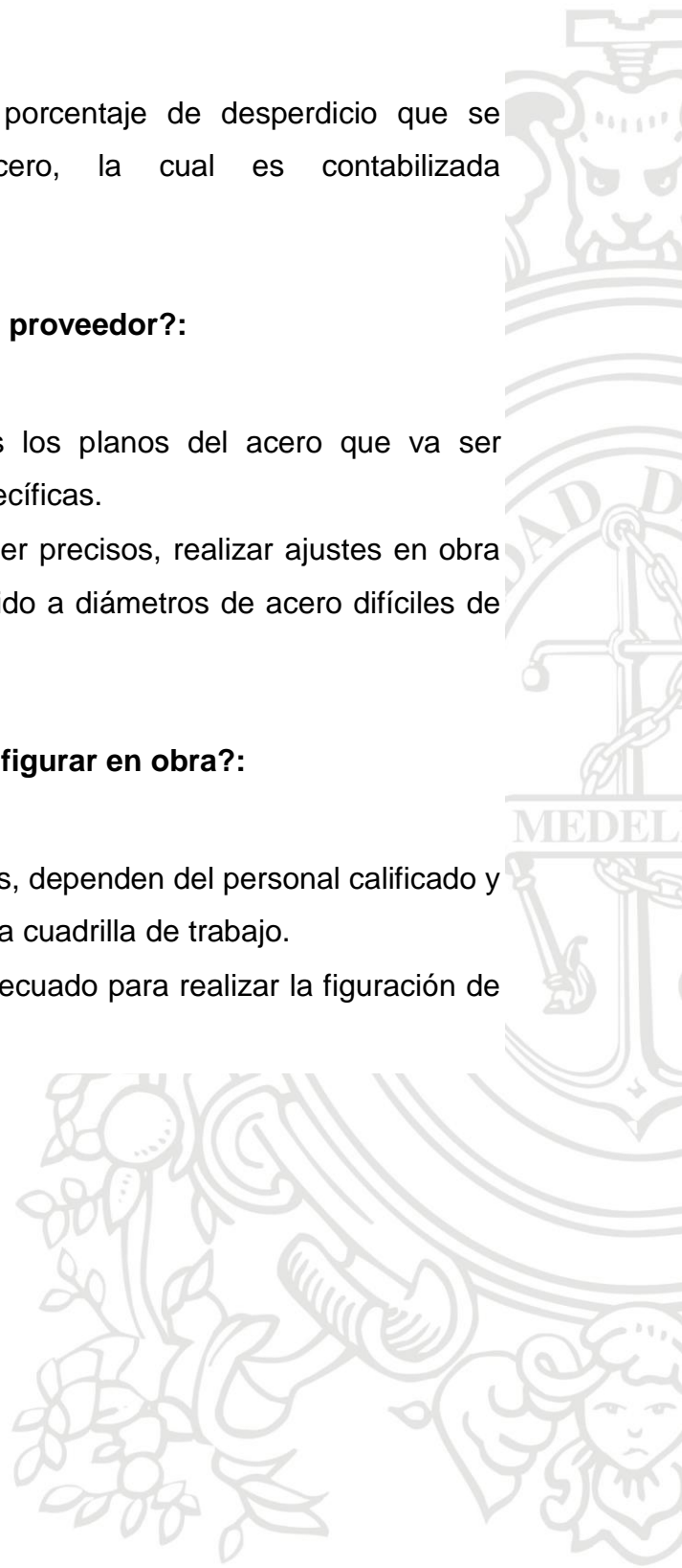
D: Esta Variable hace referencia del porcentaje de desperdicio que se presenta por la figuración de acero, la cual es contabilizada $D = \% \text{Desperdicio} * \$ / \text{Kg}$.

¿Cuándo seleccionar acero figurado al proveedor?:

- $f(fp) \leq f(fo)$
- Se deben tener en detalle todos los planos del acero que va ser solicitado para las estructuras específicas.
- Los detalles del despiece deben ser precisos, realizar ajustes en obra puede generar contratiempos debido a diámetros de acero difíciles de manejar o refigurar.

¿Cuándo seleccionar acero recto para figurar en obra?:

- $f(fp) > f(fo)$
- Tiempos de figuración más flexibles, dependen del personal calificado y del tiempo de figuración dado por la cuadrilla de trabajo.
- Se debe contar con un espacio adecuado para realizar la figuración de acero.



1.7.2 Selección de acero a partir de los planos constructivos

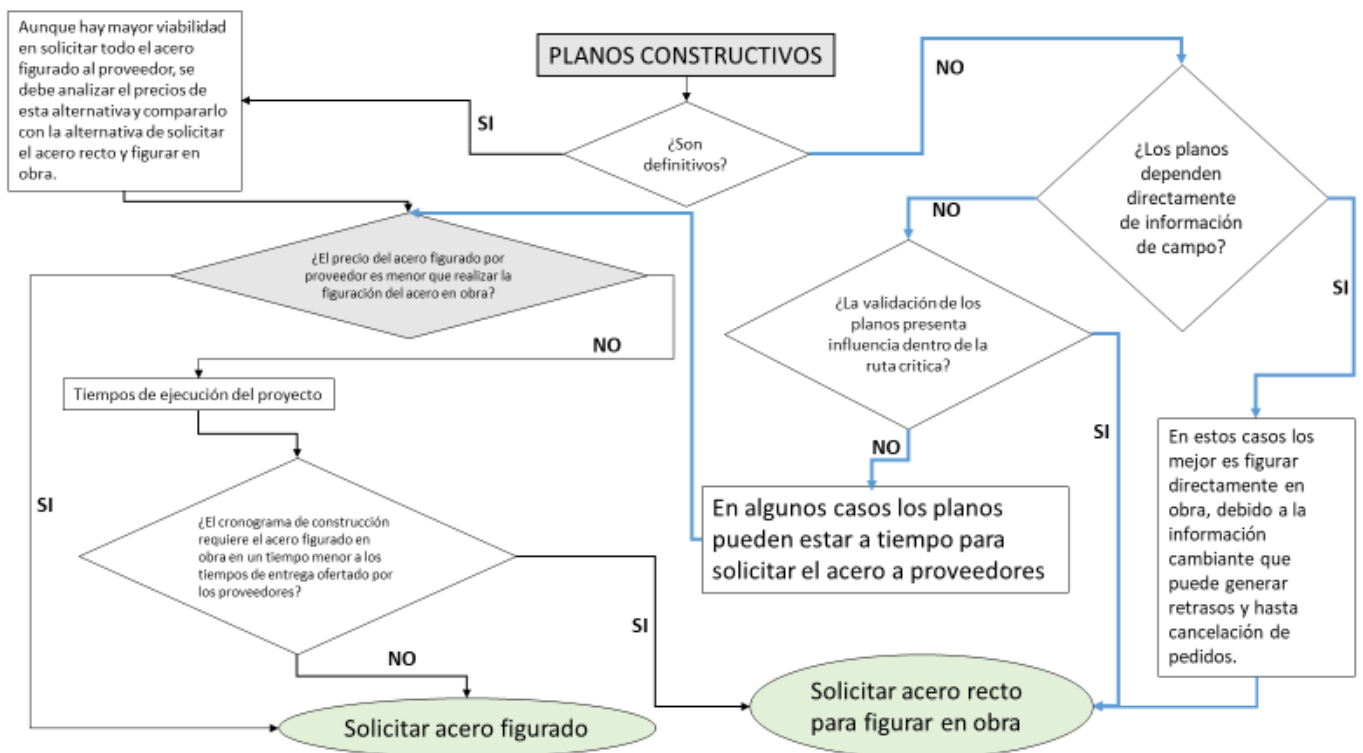


Ilustración 7. Mapa de decisiones Planos Constructivos.

Resumen:

- Si los planos constructivos dependen directamente obtenida en campo lo mejor es realizar a figuración de acero en obra.
- El tiempo y el presupuesto que deben ser vigilados muy de cerca para tomar cualquier decisión.
- La balanza de la selección de alternativa se inclina a la de menor costo, pero es el tiempo el factor decisivo que nos da la orientación necesaria para la toma de decisiones.
- En algunas oportunidades, aunque los planos no sean definitivos por cuestiones de tiempo se puede tener la oportunidad de hacer los pedidos de acero a proveedores, después de tener la aprobación de planos.

- Cuando el precio del acero figurado sea menor que el precio del acero recto para figurar el acero en obra la mejor opción es solicitar todo el acero figurado a proveedores

1.7.3 Selección única de acero figurado al proveedor

Existen condiciones en las cuales realizar el análisis de la selección de acero es innecesario ya que se presentan condiciones que nos obligan a una de las alternativas. A continuación, se dejarán consignadas aquellas situaciones en las cuales figurar el acero en obra es una opción inviable.

- Cuando la mano de obra de la que se tiene disponibilidad para la construcción de un proyecto no es calificada para realizar las labores de figuración de acero.
- La maquinaria necesaria para realizar las labores de figuración de acero es uno de los factores que influyen en la toma de decisiones, dentro de algunos proyectos no se cuenta con este tipo de herramientas para realizar la figuración de acero, por tal razón es indispensable solicitar todo el acero figurado sobre pedidos.
- En algunos proyectos no se cuenta con el espacio necesario para la figuración de acero. El manejo de acero estándar requiere áreas de trabajo lo suficientemente grandes como para realizar una buena figuración de acero y un buen manejo que no incurra en accidentes laborales.
- En algunas estructuras el acero con el cual están diseñadas son diámetros de barra N°10 o N°8, los cuales son de las varillas de acero de difícil manejo dentro de proyectos constructivos, cuando se tenga en consideración que deben utilizarse este tipo de acero figurado en gran cantidad, la mejor opción es solicitar todo este acero figurado al proveedor.

- Cuando la cantidad de acero a figurar genere tiempos en la ruta crítica, es necesario planificar la compra de acero figurado.

1.7.4 Combinación de alternativas, figurar en obra y realizar pedidos a proveedor.

Se puede presentar en proyectos de gran envergadura la opción de manejar ambas alternativas, tanto manejar pedidos de acero a proveedores como el realizar la figuración de acero directamente en obra a partir de acero recto. Esta alternativa se hace con el fin de evitar cualquier tipo de contratiempos generados por cambios de diseños, errores humanos y demás que puedan presentar a la hora de solicitar acero.

En este caso suele realizarse el montaje de un taller de figurado en el cual se hacen pedidos de acero estándar de las denominaciones comerciales o de aquellas dimensiones de mayor uso en obra (Dependiendo de la estructura a construir). Por lo general se realizan pedidos de varillas #3, #4, #5, #6 y #8, con el fin de realizar de los pedidos de acero de menor volumen. Haciendo uso de esta opción se puede suplir fácilmente la necesidad de atender la entrega de pedidos figurados de acero en un menor tiempo al ofertado por proveedores de acero, también se pueden cambiar diseños y refigurar acero para evitar desperdicios.

Por otro lado, los pedidos de acero de mayor volumen son asignados a los proveedores de acero, los cuales tienen tiempos de entrega mayores a comparación del taller de figuración. Todos estos temas de tiempo se ven reflejados por cuestiones logísticas que manejan este tipo de empresas, por lo general están en un rango de entre 15 y 20 días hábiles para la entrega de pedidos. Aunque debe resaltarse que por temas de rendimiento los tiempos de solo figuración al interior de estas compañías son mucho mayores a los de una cuadrilla de trabajo dentro de un proyecto, debido a la industrialización detrás del proceso de figurado que se maneja a gran escala en estas empresas.

A modo de ejemplo la selección de acero puede darse por lotes, es decir, Un lote de pedidos de acero será destinado a la figuración en obra y otro lote de pedidos de

acero será destinado al envío de pedidos al proveedor. Al realizar esta distinción después de realizar el análisis de cada una de las estructuras a construir podrá entonces seleccionarse independientemente un lote para cada uno de estos.

1.8 CONCLUSIONES

- Uno de los principales puntos claves que deben tenerse en cuenta para la selección de acero consiste en el estudio del mercado existente alrededor del proyecto, esto significa evaluar adecuadamente todas las alternativas disponibles para la compra de acero.
- Realizar un primer contacto con los proveedores de acero es un punto impórtate para cualquier toma de decisiones, esto puede despejar gran cantidad de incógnitas que pueden presentarse en el camino.
- Contar o no con mano de obra calificada siempre es un punto clave de cualquier proyecto, por tal razón se debe buscar constantemente contar con este tipo de personal. Se debe considerar como una de las prioridades que deben tenerse en cuenta dentro de cualquier proyecto.
- Lo importante de estas alternativas no es guiarnos respecto a cuál de ellas debemos tomar si no tener un panorama más amplio sobre todas las posibilidades que se presentan al interior de un proyecto y así analizar todas las variables que puedan ser pasadas por alto.

2 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Padilla Eliceo. (21 Junio 2016). El acero donde lo usamos y a veces no sabemos. Láminas y aceros. Visible: <https://blog.laminasyaceros.com/blog/el-acero-donde-lo-usamos-y-a-veces-no-sabemos>

Acero. (30 septiembre 2019). En Wikipedia. Recuperado el 5 noviembre de 2018 de <https://es.wikipedia.org/wiki/Acero>.

Concreto armado. (30 septiembre 2018). En Wikipedia. Recuperado el 2 noviembre de 2018 de https://es.wikipedia.org/wiki/Concreto_armado.

Alejandro Concha. (2 Diciembre 2010). Historia del Acero. ArchDaily Colombia. Visible: <https://www.archdaily.co/co/02-44191/historia-del-acero> ISSN 0719-8914.

Ing. Guillermo Castro. (10 noviembre 2018). Historia y evolución del acero. Proceso de producción del acero. Aceros especiales. Departameto de ingeniería mecánica F.I.U.B.A. Visible: https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Aceros.pdf

Alacero.org. (2018). ¿Qué es el acero?. Visible: <https://www.alacero.org/es/page/el-acero/que-es-el-acero>.

CONSTRUCCION, M., & construccion, E. (2019). El acero galvanizado en la construccion - Arquigrafico. Visible :<<https://arquigrafico.com/el-acero-galvanizado-en-la-construccion/>>.

Duran Luna, H. (2017). Diseño de herramientas. Visible: <http://hasaelduranluna.galeon.com/tiposdeacerox.pdf>

Las ventajas del acero inoxidable - Fernetto. (2018). Visible: http://fernetto.com/novidades/dicas-e-ideias/as-vantagens-do-acoinoxidavel?set_language=es

Inverales S.A.S. (2011). Acero Figurado: Visible: <http://www.inverales.com/acero.html>

Construcción en Hacer (2016). Repaso de concreto reforzado. Visible: <https://www.construccionenacero.com/blog/ndeg-26-repaso-de-concreto-reforzado-ii-diseno-y-detallado-del-acero-de-refuerzo-transversal-en>

ACERO FIGURADO PARA REFUERZO DE CONCRETO. (2014) NOVACERO. En Línea. Visible: <http://www.novacero.com/blog/?p=20>.

DESPIECE ACERO. (2016). Visible: <https://www.scribd.com/document/120206547/DESPIECE-ACERO>

NOVACERO. (2014). Acero Figurado Para Refuerzo de Concreto. Visible: <http://www.novacero.com/blog/?p=20>

expansion.com, S. (2019). expansion.com, buscador, acero. Visible: http://cgi.expansion.com/buscador/archivo_expansion.html?q=acero&donde=11&b_a_vanzada=

América Latina: Importaciones de acero y precio promedio desde China disminuyen 20% en ene-sep 2016 | Alacero. (2017). Visible: <https://www.alacero.org/es/page/prensa/noticias/america-latina-importaciones-de-acero-y-precio-promedio-desde-china-disminuyen>

Producción de acero por país. (2019). Visible: https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Producci%C3%B3n_de_acero_por_pa%C3%ADs

S.A.S., E. (2017). Así se mueven las importaciones y exportaciones del acero local. Visible: <https://www.larepublica.co/especiales/especial-camacero/asi-se-mueven-las-importaciones-y-exportaciones-del-acero-local-2790911>