

Bienes de equipo en obras de edificación: criterios de selección

Apellidos, nombre	Oliver Faubel, Inmaculada (inolfau@csa.upv.es) Fuentes Giner, Begoña (bfuentes@csa.upv.es) Monfort i Signes, Jaume (jaumemonfort@csa.upv.es)
Departamento	Construcciones Arquitectónicas
Centro	ETSIE. Universitat Politècnica de València



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



1 Resumen

El proceso edificatorio como **proceso productivo** que es conlleva en sí mismo la creación de un **espacio** que lo posibilite de forma fehaciente, controlada, segura y rentable.

Más allá de los **materiales** y la **mano de obra**, el proceso productivo requiere de una serie de infraestructuras o **equipamientos** que conviertan aquel espacio inicial en un **lugar de trabajo y de producción temporal**.

La rentabilidad del proceso, la calidad del producto final, la seguridad de los agentes intervinientes en el mismo, etc., dependen, inevitablemente, de la **programación y gestión de los recursos de producción**. Esto es, de la adecuada **elección** de los mismos, de su oportuna **incorporación** al proceso y de su correcta utilización.

Además su fabricación, venta, incorporación, montaje, uso, mantenimiento y desmontaje están sujetos a una serie de **requisitos legales y normativos** que hay que cumplir.

En este artículo nos vamos a centrar, tras presentar someramente esos equipamientos, en los **criterios de elección** de los bienes de equipo en una obra de construcción.

2 Introducción

La *Ley 38/199 de Ordenación de la Edificación (LOE)* define técnicamente el concepto jurídico de la **edificación** como

“... la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado...”¹

Por su parte, el *Real Decreto 1627/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción*, entiende por **obra de construcción** u obra

“cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil”²

Por último, desde el punto de vista de la ejecución de la obra, la **obra** se debe entender como un **lugar de trabajo temporal**, en el que se lleva a cabo el proceso de la edificación.

Será así un lugar acotado, delimitado y señalizado y dotado de un equipamiento concreto y necesario que cumplirá una doble función:

- convertir un espacio sin más en un lugar de trabajo desde el punto de vista de la seguridad, salud e higiene de los trabajadores.
- posibilitar el proceso productivo desde el punto de vista de los recursos mecánicos necesarios, del suministro de energía para éstos, del abastecimiento de materiales, etc.

¹ LOE. Artículo 2

² RD1627/97. Artículo 2



Así pues, estableciendo la premisa de que toda obra se debe ejecutar en el menor tiempo posible, al menor coste posible, con los preceptos de calidad exigibles y con la mayor garantía de seguridad tanto para el proceso constructivo como para la futura vida y mantenimiento del edificio, una adecuada selección de los bienes de equipo se hace imprescindible.

3 Objetivos

Una vez que el alumno lea con detenimiento este artículo, será capaz de:

- Justificar desde el punto de vista del ahorro económico, de la calidad y de la seguridad, la incorporación de bienes de equipo y la mecanización de las obras.
- Analizar y comparar las cualidades y características que definen a cada tipología de maquinaria, medio auxiliar o instalación provisional.
- Analizar las circunstancias que concurren en la obra a ejecutar y en la empresa constructora adjudicataria.
- Incorporar al análisis el concepto de rendimiento y productividad en el trabajo.
- Ordenar jerárquicamente los criterios de selección a tener en cuenta en cada caso concreto.
- Realizar la selección más adecuada a un caso real.

4 La importancia de la elección de los bienes de equipo

En el proceso de la edificación el **contratista** es la persona, física o jurídica que asume ante el **promotor**³, con medios humanos, materiales y mecánicos, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras sujeto al contrato y al proyecto. Ese contratista, como empresario tiene por objetivo primigenio la obtención de beneficios y así, especial interés en reducir costes, aumentar rendimientos, disminuir tiempos de ejecución, mejorar la calidad del trabajo y garantizar la seguridad en la ejecución del trabajo. Por su parte, la **dirección facultativa**⁴ (DF) se encargará de velar por los intereses del promotor, exigiendo el cumplimiento de las condiciones del contrato de obra en cuanto a plazos, presupuesto y calidad.

En resumen, sea cual sea el rol a desempeñar en este proceso, todos los agentes intervinientes tienen de una forma u otra enorme interés en que la incorporación de los bienes de equipo a obra sea el resultado de un más que cuidado **proceso de selección**.

³ El promotor es, según el art. 2 del RD 1627/97, cualquier persona física o jurídica, por cuenta de la cual se realiza una obra, es decir, es aquel que costea la obra y normalmente del que parte la idea.

⁴ RD1627/97. Artículo 2

5 Selección de los bienes de equipo de una obra

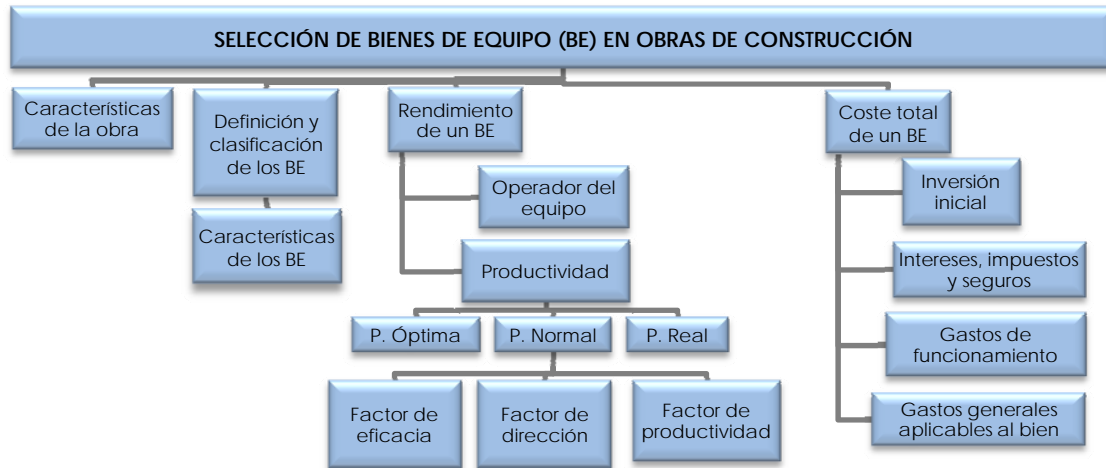


Gráfico 1. Premisas para la selección de BE.

5.1 Características de la obra

Por la diversidad de obras y de empresas constructoras, es imposible crear una guía general, pero existen una serie de factores que en términos generales se deben tener en consideración y que servirán de guía en la elección del equipo.

El primero de estos es la propia obra; sus condiciones físicas y las del entorno de la misma, tanto en lo que a dimensiones y forma del solar y los accesos se refiere, como en cuanto a los servicios urbanísticos que ofrece el mencionado entorno; es por ello que será decisivo tener en cuenta los siguientes condicionantes para la adecuada selección de los bienes de equipo:

- Situación de la obra. Este factor es básico a la hora de prever las instalaciones provisionales que son necesarias y se pueden ubicar en el solar o en sus inmediaciones, así como la maquinaria y los medios auxiliares que nos facilitarán la ejecución de una obra. El tratamiento será distinto en función de que la obra esté en una zona urbana, consolidada o no, de nueva urbanización, ensanche o casco histórico, o una zona industrial, o una zona rural.
- Accesos a la obra y al entorno. Las dimensiones, su maniobrabilidad, y la propia tara de los equipos harán posible el acceso a la obra o no.
- Dimensiones y forma de la obra: Por lo que ambas puedan influir en la movilidad de los equipos o en las dimensiones del equipamiento que se pueda instalar en la obra.
- Topografía. Importa tanto si el terreno original es irregular como si presenta pendiente en el interior. Nos referimos aquí al terreno como suelo del lugar de trabajo. Ambas circunstancias en un solar puede complicar el tránsito de los equipos móviles, hacer necesaria trabajos adicionales de modificación de esa pendiente para el emplazamiento de los equipamientos fijos, etc. Por otra parte un terreno en pendiente puede provocar acumulación de agua de lluvia no deseada si impide la



evacuación natural, y hacer necesarias obras adicionales para evitar dicha acumulación o propiciar la evacuación.

- Tipo de terreno. Del tipo de terreno hay varios factores que considerar independientemente de su perfil topográfico. También nos referimos aquí al terreno como suelo del lugar de trabajo por el que han de transitar o en el que se van a instalar equipos y estructuras provisionales pesados en ellos mismo o que transportarán o manejarán pesos importantes. Es por ello que de ese suelo hay que tener en cuenta su resistencia, compacidad, impermeabilidad, la presencia de nivel freático, su alterabilidad o incluso en ocasiones, su agresividad, grado de contaminación o composición química, si fuese el caso.
- Climatología. La posibilidad de fuertes lluvias, heladas, nevadas, altas temperaturas, vientos, tormentas, etc., afectan sin lugar a dudas al propio proceso constructivo y deben considerarse en su programación. Pero también a la obra y a su equipamiento. De hecho circunstancias climatológicas variables o extremas pueden afectar al funcionamiento de los equipos, a su movilidad; pueden poner en riesgo su estabilidad si se trata de estructuras fijas; pueden dejar de funcionar si esos cambios meteorológicos interrumpen el suministro de energía; pueden incidir en la seguridad del operario, y de terceros en su manejo por estar en contacto con el suelo, la humedad y la instalación eléctrica.
- Fuente de energía a emplear: El tipo de motor (eléctrico o de explosión) de los equipos, máquinas y demás equipamiento que necesite de una fuente de energía para funcionar se elegirá, en algunas ocasiones, dependiendo de las condiciones urbanísticas del entorno, es decir, de si dicho entorno dispone de todos los esos servicios de suministro que la obra y su equipamiento necesitan para funcionar o no. Cuando eso no ocurra, otra alternativa puede ser equipar la obra con sistemas alternativos de suministro de energía (grupos electrógenos).

Si nos distanciamos del concepto obra como espacio y nos referimos a ella como el proceso constructivo, los condicionantes tienen que ver con el contrato, con los propios equipos, la organización temporal y el coste. Esto es:

- Plazo de ejecución: Es el tiempo previsto para realizar los trabajos y que se fijará en el contrato entre las partes. Así pues condiciona el grado mecanización de los trabajos de obra y el tipo de bienes de equipo a seleccionar, aquéllos que garanticen una más alta productividad.
- Calidad de ejecución: No se eligen los mismos bienes de equipo para trabajos donde predomina la precisión y calidad de acabado que para trabajos donde el volumen o cantidad de trabajo prima frente al acabado del mismo.
 - a) trabajos de precisión
 - b) trabajos de volumen
- Adaptabilidad entre bienes de equipo: Existen en el mercado bienes de equipo que, aún perteneciendo a grupos o subgrupos diferentes, son adaptables entre ellos o bien interfieren menos en los trabajos de los otros.
- Efectividad del operador con el equipo: El usuario del bien de equipo (el operador) puede tener mayor facilidad para trabajar con uno que con otro, lo cual proporciona mayor productividad (efectividad) en el rendimiento.
- Versatilidad y adaptabilidad a otros trabajos de tipo similar: El técnico, en el planteamiento de la adquisición de un bien de equipo, deberá

considerar su utilización en varios proyectos u obras o en varios trabajos de un proyecto. Este factor es aconsejable, ya que el bien de equipo dura varios años. Como no se puede saber, a priori, los trabajos que surgirán en la empresa, el bien de equipo que pueda utilizarse en múltiples ocasiones y en trabajos más o menos semejantes en todo ese período será el más conveniente.

- Por último, el más fundamental, su coste.

5.2 Bienes de equipo: definición y clasificación

Son aquellos bienes muebles que son necesarios o favorecen el proceso de producción de una industria. Se clasifican como sigue:

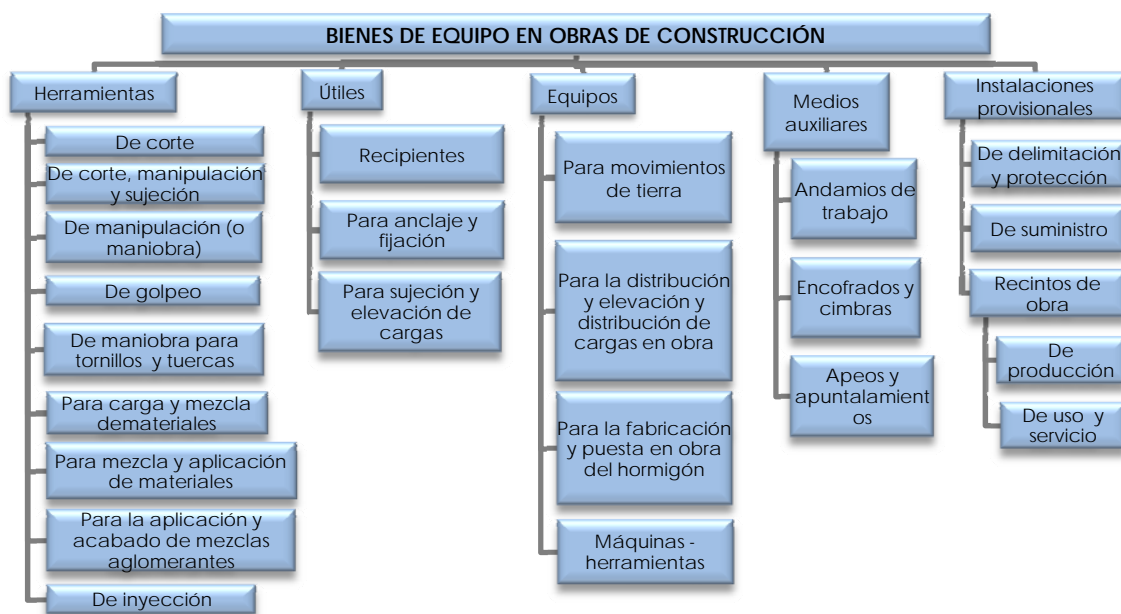


Gráfico 2. Clasificación de los bienes de equipo.

5.3 Características de los BE

Cada tipología de bien de equipo tiene unas características que los diferencian de los demás y se elegirán en función de que esas prestaciones se ajusten más o menos a las necesidades de la ejecución de la obra y su resultado:

- Diseño
- Volumen
- Peso
- Potencia
- Energía Necesaria
- Coste
- Amortización
- Consumo
- Mantenimiento

Igualmente, dentro de cada grupo tipológico de bien de equipo, habrá una serie de características que son propias de dicho grupo y diferenciadoras de cada uno de sus miembros:



- Alcance
- Capacidades
- Presiones
- Diámetros
- Tensiones
- Materiales
- Velocidades
- Giros
- Etc.

5.4 Rendimiento y productividad: el operador del equipo

En el tema particular de los equipos de obra, de la maquinaria, todos los equipos de construcción están hechos para ser manipulados por un **operador**. Incluso en el caso de los que están muy automatizados, necesariamente deberá existir un operador que maneje los botones automáticos correctamente.

La mayoría de los equipos no son fáciles de manipular, requieren de práctica y experiencia. Por tanto, cuando se plantea la necesidad de seleccionar un equipo, necesariamente se ha de pensar si se dispone del operario capacitado para manipularlo correctamente.

Las características que facilitan la manipulación del equipo son:

- Posición de los controles de manipulación.
- Visibilidad del operador hacia la zona de trabajo.
- Dispositivos que permiten comodidad y seguridad.
- Tamaño del equipo manipulable por el operador con facilidad y, por tanto, con seguridad.

Sin embargo, como los gastos de mano de obra del operador son fijos independientemente de la máquina seleccionada, el técnico en planteamiento seleccionará el equipo que mayor rendimiento pueda proporcionar.

Una de las condiciones del operador es que conozca el equipo que va a utilizar, para que las operaciones de mantenimiento y pequeñas reparaciones se realicen en el mínimo tiempo y con piezas estandarizadas y fáciles de obtener.

Por otra parte, la **productividad de un equipo** es el rendimiento por unidad de tiempo. Es decir, es la cantidad de trabajo que desarrolla un equipo en un tiempo determinado, normalmente 1 hora.

Evidentemente no es una cantidad fija, sino que depende de multitud de factores:

- las condiciones de trabajo
- la dirección del mismo
- la destreza del operador
- la persistencia del mismo
- la coordinación con los demás equipos de trabajo



A la mejor productividad que se puede obtener se le denominará productividad óptima o de pico "q_p". Es cuando el equipo trabaja los 60 minutos de cada hora.

Considerando una tolerancia por factor humano para equipo automatizado, habrá un rendimiento más bajo al que llamaremos productividad normal "q_n". Esto es debido a que el operador no trabaja a máximo rendimiento de forma continua, sino que toma un descanso aproximadamente cada hora.

La productividad normal será la productividad óptima durante 45 ó 50 minutos cada hora, es decir, que el operador trabaja efectivamente con el equipo el 80% de la unidad de tiempo de referencia, la hora:

$$q_n = 0,80 \times q_p \quad (1)$$

Al factor 0,80 se le denomina factor de eficacia en el trabajo "f_w".

Además de este factor, es necesario usar un factor de dirección del trabajo, "f_j" para tener en cuenta las interrupciones del equipo debidas a factores dependientes del trabajo y de la dirección, por ejemplo, no es lo mismo trabajar con una taladradora perforando en posición horizontal que vertical (hacer un agujero en una pared o en el techo).

El producto del factor de eficacia de trabajo por el factor de dirección del trabajo nos da el factor de la productividad real:

$$f_a = f_w \times f_j$$

que nos sirve para hallar la productividad real "q_a":

$$q_a = f_a \times q_p$$

En esta expresión sustituimos f_a y obtenemos:

$$q_a = f_w \times f_j \times q_p$$

que a su vez y, según hemos visto antes (1), podemos escribir como:

$$q_a = q_n \times f_j$$

Por tanto, la productividad real es igual al producto de la productividad normal por el factor de dirección del trabajo.

Si las condiciones del medio y de la operación de construcción a ejecutar no son adecuadas para que el equipo realice su trabajo, se reducirá la productividad. Algunos estudios han demostrado que el tiempo productivo medio normal, en construcción, es menor del 50% del tiempo total. Esta reducción supone retrasos mayores a 15 minutos por hora debidos a reparaciones del equipo, variaciones atmosféricas, planificación deficiente, etc.

Será misión del arquitecto técnico - jefe de obra: planificar los equipos con las características adecuadas para cada trabajo a realizar, decidir el momento de su incorporación a la obra, su correcto emplazamiento, condiciones de su utilización, interferencias con otros trabajos o equipos y el momento de su retirada.

5.5 Coste total de un BE

Por último, las características de la empresa constructora, personal, capital mobiliario e inmobiliario, capacidad de financiación, solvencia, etc., van a determinar también el establecimiento de los criterios de elección. Así se deberá prestar atención a todas aquellas características de los bienes de equipo que



desde el punto de vista económico y de calidad puedan afectar a la empresa, por supuesto a su cuenta de resultados, y al resultado final del contrato que es el edificio terminado. En resumen, un equipo será más o menos adecuado a la empresa según su coste total en el que se incluye:

- La inversión inicial
- Los intereses de financiación en su caso.
- Los impuestos, seguros y demás gastos generales aplicables al equipo.
- El tratamiento fiscal que se pueda hacer de su amortización.
- Gastos de funcionamiento, esto es, consumo, mantenimiento, altas, revisiones, etc.
- Adaptabilidad y versatilidad del equipo, es decir, la posibilidad de utilizarlo no solo en otras obras, sino incluso en otras circunstancias o para otros trabajos.
- Efectividad del operador con el equipo, pero también la necesidad de formación específica, o incluso la necesidad de acreditar una formación para poder manejarlo.

Así mismo, atendiendo a las condiciones contractuales pactadas entre contratista y promotor, la empresa prestará especial atención a aquellos aspectos que le faciliten o posibiliten el cumplimiento de los otros aspectos del contrato, esto es:

- Plazo de ejecución
- Calidad de ejecución
- Prevención y seguridad de los trabajadores

6 Bibliografía

[1] Fuentes Giner, B.; Martínez Boquera, J.J.; Oliver Faubel, I.; "Equipos de obra instalaciones y medios auxiliares: Capítulo I: Aspectos Generales; Capítulo II: Herramientas y útiles de obra", Editorial UPV. Ref.: 2001.700