

Unidad de Aprendizaje N°1:

Factores que intervienen en la ejecución de un proyecto.

Aprendizajes Esperados

1. Analiza los factores que inciden en la ejecución de una obra de construcción según especificaciones técnicas.

1. OBJETIVOS.

El objetivo de esta actividad es:

- Analizar las características de los recursos (mano de obra, materiales, equipos y herramientas) empleados en el proceso de construcción, de acuerdo a las características del proyecto, planos y especificaciones técnicas.

2. ANTECEDENTES GENERALES.

La actividad de construir consiste en transformar e integrar materias primas y principalmente productos semi manufacturados en un bien tangible, que en forma genérica podría denominarse como obra de ingeniería y/o arquitectura. La transformación se realiza por medio de una serie de operaciones relativamente complejas, por lo cual la actividad constituye una industria (Quintal *et al.* 2008).

En la Industria de la construcción, para el desarrollo del proceso constructivo y la ejecución de obras de ingeniería y/o arquitectura son necesarios diferentes recursos.

- Mano de obra.
- Materiales.
- Equipos y herramientas.

La mano de obra, es uno de los componentes en el proceso productivo, aparece como una de las variables que afectan la productividad.

Como uno de los objetivos de todas las empresas es ser más competitivos, mejorando la productividad de sus procesos productivos, se hace necesario conocer los diferentes factores que afectan la mano de obra, clasificándolos y determinando una metodología para medir su afectación en los rendimientos y consumos de mano de obra de los diferentes procesos de producción.

Los conceptos rendimiento y consumo, se prestan a confusiones entre ingenieros y arquitectos de la construcción. Es necesario entonces precisar el significado de estos dos términos.

Rendimiento de mano de obra. Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/ hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre).

Consumo de mano de obra. Se define como la cantidad de recurso humano en horas-Hombre, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad.

El consumo de mano de obra se expresa normalmente en hH / um (horas - Hombre por unidad de medida) y corresponde al inverso matemático del rendimiento de mano de obra.

La eficiencia en la productividad de la mano de obra, puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible.

Enmarcados entre los dos anteriores límites, se encuentran los rendimientos y consumos reales de mano de obra obtenibles en cualquier condición, para los cuales se han definido diferentes rangos de acuerdo con la eficiencia en la productividad, como lo muestra la siguiente tabla.

Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra

EFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD	RANGO
Muy baja	10% - 40%
Baja	41% - 60%
Normal (promedio)	61% - 80%
Muy buena	81% - 90%
Excelente	91% - 100%

Fuente: Estimator´s general construction man – hour manual, John S. Page

Se considera como normal o promedio, el rango de eficiencia en la productividad comprendido entre 61% y 80%, por lo tanto, se puede definir como el 70% el valor normal de productividad en la mano de obra, valor que puede ser afectado positiva o negativamente por diferentes factores, obteniéndose así rendimientos mayores o menores al promedio respectivamente.

FACTORES DE AFECTACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS Y CONSUMOS DE MANO DE OBRA

Cada proyecto de construcción es diferente y se realiza en diversas condiciones, derivándose en diferentes factores que influyen positiva o negativamente en los rendimientos y consumos de mano de obra, como se dijo anteriormente, los cuales los podemos agrupar bajo siete categorías, como se muestra en la tabla.

Factores que afectan el rendimiento o consumo de mano de obra

1	Economía general
2	Aspectos laborales
3	Clima
4	Actividad
5	Equipamiento
6	Supervisión
7	Trabajador

Fuente: Estimator´s general construction man-hour manual, John S. Page. Adaptación de los Ingenieros Antonio Cano R y Gustavo Duque V, a nuestro medio.

Economía General

Este factor se refiere al estado económico de la nación o el área específica en donde se desarrolla el proyecto. Los aspectos a ser considerados dentro de esta categoría son los siguientes:

- Tendencias y resultados de los negocios en general
- Volumen de la construcción
- Situación del empleo

Si después de considerar los anteriores aspectos se concluye que la economía general es buena o excelente, la productividad tiende a rebajar, debido a que cuando los sectores están bien, se hace difícil encontrar mano de obra de buena calidad, supervisores competentes, teniendo que recurrir a personal inexperto. En el caso contrario, cuando la economía se encuentra en estados normales, la productividad tiende a mejorar, ya que bajo condiciones normales se dispone de personal calificado para realizar labores de supervisión y ejecución de las actividades.

La economía general en la que se desarrolla el proyecto, produce una reacción en cadena con las otras seis categorías, por lo tanto este aspecto debe ser considerado cuidadosamente.

Los factores que hacen parte de esta categoría y que deben ser tenidos en cuenta son los siguientes:

- Disponibilidad de mano de obra, en los casos de actividades que requieran personal calificado (oficiales de construcción)
- Disponibilidad de supervisores (maestros y residentes de obra)
- Disponibilidad de insumos

Aspectos Laborales

Existe una relación importante entre la productividad de la mano de obra y las condiciones laborales en que se realiza el proyecto.

La disponibilidad de personal experto y capacitado en la zona donde se realizan los trabajos o la necesidad de desplazar personal de otros sitios con condiciones de pago algunas veces diferentes a las de la zona, son aspectos muy importantes a tener en cuenta.

Los aspectos a considerar bajo esta categoría son los siguientes

- Tipo de contrato. El sistema de subcontratación a destajo favorece considerablemente el rendimiento obtenido, si se compara por un sistema de contratación por día laborado (personal de obra por administración).
- Sindicalismo. El contar con obreros sindicalizados, influye negativamente en el rendimiento de la mano de obra, ya que el sindicalismo mal entendido disminuye la productividad.
- Incentivos. La asignación de tareas o labores a destajo con recompensas por la labor cumplida, favorece el mejoramiento de la productividad de la mano de obra. Una clara y sana política de incentivos aumenta el rendimiento en las cuadrillas de trabajo.
- Salarios o pago por labores a destajo. La justa remuneración por la labor realizada, motiva al obrero a aumentar la productividad de la mano de obra.
- Ambiente de trabajo. Las relaciones cordiales entre compañeros y entre personal obrero y jefes, sumado a un ambiente de trabajo con condiciones en las que se tengan en cuenta el factor humano, garantizan un mayor desempeño de la mano de obra.
- Seguridad social. La tranquilidad ofrecida por un sistema de seguridad social que cubra al trabajador y su familia, incentiva el rendimiento de la mano de obra.
- Seguridad industrial. La implementación y desarrollo de programas de seguridad industrial en los sitios de trabajo, disminuyen los riesgos que afectan negativamente la productividad de la mano de obra.

Clima

Los antecedentes del estado del tiempo en el área en la que se construye el proyecto deben ser considerados, tratando de prever las condiciones durante el periodo de ejecución de la obra.

Los factores a considerar dentro de esta categoría son los siguientes:

- Estado del tiempo. Condiciones favorables del estado del tiempo en el momento de realizar las actividades, influyen positivamente en la obtención de mejores rendimientos.
- Temperatura. El exceso de calor afecta el desempeño del obrero.

- Condiciones del suelo. Las lluvias ocasionan condiciones críticas del estado del suelo donde las cuadrillas realizan las actividades, viéndose afectadas negativamente en su desempeño bajo condiciones críticas.
- Cubierta. Los factores negativos de la condición del tiempo, pueden ser mitigados si se realizan las actividades bajo cubierta, en cuyo caso se favorece el rendimiento de la mano de obra.

Actividad

Las condiciones específicas de la actividad a realizar, las relaciones con otras actividades, el plazo para la ejecución de la misma, los medios para realizarla y el entorno general de la obra, son aspectos que pueden afectar los rendimientos de la mano de obra. Los principales factores dentro de esta categoría son los siguientes:

- Grado de dificultad. La productividad se ve afectada al tener actividades con un alto grado de dificultad.
- Riesgo. El peligro al cual se ve sometido el obrero al realizar ciertas actividades, disminuye su rendimiento.
- Discontinuidad. Las interferencias e interrupciones en la realización de las actividades, disminuyen la productividad de la mano de obra.
- Orden y aseo. El rendimiento se ve favorecido con sitios de trabajo limpio y organizado.
- Actividades predecesoras. La calidad de la superficie o sitio de trabajo sobre la que se realizará una actividad, afecta los rendimientos de mano de obra.
- Tipicidad. Los rendimientos se ven afectados positivamente si existe un alto número de repeticiones de actividades iguales, ya que facilita al obrero desarrollar una curva de aprendizaje.
- Tajo. Si se dispone de un trabajo limitado a pequeños espacios, el rendimiento del obrero disminuye.

Equipamiento

El disponer del equipo apropiado para la realización de las diferentes actividades, su estado general, su mantenimiento y la reparación oportuna, afectan el rendimiento de la mano de obra. Los principales factores dentro de esta categoría son los siguientes

- Herramienta. La calidad, estado y adecuación a la operación realizada, afecta el rendimiento.
- Equipo. El estado y la disponibilidad del mismo facilitan la ejecución de las diferentes actividades.
- Mantenimiento. La oportunidad en el mantenimiento de equipos y herramientas afecta la productividad.
- Suministro. Disponer oportunamente del equipo y herramienta adecuada favorece un alto desempeño del operario.
- Elementos de protección. Debe considerarse como parte del equipamiento, todos aquellos elementos de protección personal tendientes a garantizar la seguridad industrial, que como se dijo anteriormente, facilita la realización de actividades.

Supervisión

La calidad y experiencia del personal utilizado en la supervisión de las operaciones en la obra, influye considerablemente en la productividad esperada.

Los factores que deben tenerse en cuenta en esta categoría son los siguientes

- Criterios de aceptación. El contar con criterios definidos de aceptación o rechazo de las diferentes actividades, facilita la labor de supervisión e influye positivamente en el rendimiento de la mano de obra.
- Instrucción. Al personal capacitado y con instrucciones claras, se le facilita la realización de las actividades.
- Seguimiento. El grado de supervisión en las diferentes etapas del proceso, facilita una mejor productividad.
- Supervisor. La idoneidad, experiencia y relación del maestro en relación con los obreros que supervisa, son factores que favorecen el desempeño del operario.
- Gestión de calidad. El desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad en las empresas y su aplicación en los proyectos, crean el ambiente propicio para un aumento en la productividad.

Trabajador

Los aspectos personales del operario deben considerarse, ya que afectan su desempeño.

Los factores que se incluyen en esta categoría, son:

- Situación personal. La tranquilidad del trabajador y de su grupo familiar, generan un clima propicio para la realización de las actividades. Definir políticas de recursos humanos y apoyo al trabajador, traerá como consecuencia efectos positivos sobre el rendimiento de la mano de obra.
- Ritmo de trabajo. El trabajo exigente y continuado agota naturalmente a los seres humanos. Se requiere definir políticas sobre descansos que garanticen un normal rendimiento del trabajador en sus actividades.
- Habilidad. Algunos obreros poseen o desarrollan habilidades independientemente del grado de capacitación alcanzado, favoreciendo la ejecución de las actividades y consecuentemente aumentando su productividad.
- Conocimientos. El nivel de capacitación alcanzado, así como su posibilidad de mejorarlo, favorecen en alto grado la mayor eficiencia de su labor.
- Desempeño. Algunas personas no ponen todo de sí en el desempeño de sus actividades. Esta situación debe ser controlable con un adecuado proceso de selección.
- Actitud hacia el trabajo. Se debe contar con trabajadores con actitudes positivas hacia la labor a realizar, para que dicha situación se refleje en un adecuado desempeño. Esta situación se logra con un buen sistema de selección de personal y con la existencia de buenas relaciones laborales.

Análisis de Costos Mano de Obra a partir del Consumo Estándar.

El consumo puede ser utilizado para determinar los costos de la actividad de construcción. En efecto, el resultado de multiplicar el mismo por el valor de una hora Hombre (ayudante u oficial) o por el valor de la cuadrilla, arrojará el valor de la mano de obra de la actividad considerada.

Para actividades que utilizan cuadrillas individuales:

- Valor mano de obra actividad = Consumo obrero (hH) * Valor hora obrero Para actividades que utilizan cuadrillas múltiples o colectivas
- Valor mano de obra actividad = Consumo oficial (hH) * Valor hora oficial + Consumo ayudante (hH) * Valor hora ayudante.

Ejemplo Rendimiento del Enfierrador.

Los rendimientos de mano de obra promedio para la preparación, fabricación, armado e instalación de enfierraduras, obtenidos de la experiencia de varios profesionales consultados y de los resultados y análisis de diversas obras ejecutadas, considera:

El rendimiento de la mano de obra que se ha considerado para la limpieza del acero, es un valor promedio obtenido de diferentes métodos, tales como el realizado en forma manual con gratas o escobillas de acero y solventes y el sistema que utiliza herramientas mecánicas. Para efectos prácticos, se estima que un 10% del total de las barras o armaduras deberán ser limpiadas. En las faenas de preparación y fabricación está incluido el transporte del material a una distancia media de 20 m.

Para el enderezado se deberá considerar que el 3% de la totalidad de las barras requieren ser corregidas debido al transporte y descarga del material, o como producto de un deficiente estirado del acero en rollos. En la instalación de las armaduras está incluida la instalación de las amarras, polines y separadores, y el transporte del material a una distancia máxima de 40 m.

RENDIMIENTOS TEÓRICOS DE MANO DE OBRA FABRICACIÓN E INSTALACIÓN DE ARMADURAS

Ítem	ACTIVIDAD	ton/HD	HH/ton
1.	PREPARACIÓN DEL MATERIAL		
1.1	ESTIRADO O ENDEREZADO C/ TORNO MANUAL (BARRAS EN ROLLOS)		
1.1.1	6-8-10 y 12mm. CALIDAD A44	0,72	11,1
1.1.2	6-8-10 y 12mm. CALIDAD A63	0,60	13,3
1.2	ESTIRADO O ENDEREZADO C/HUINCHÉ ELÉCTRICO 6 A 12 mm (BARRAS EN ROLLOS)	0,76	10,5
1.3	CORRECCIÓN MANUAL DE BARRAS RECTAS 6 A 36 mm	0,96	8,3
1.4	LIMPIEZA DEL ACERO 6 a 36 mm	1,00	8,0
2.	FABRICACIÓN: CORTE Y DOBLADO		
2.1	6 y 8mm. CALIDAD A44 y A63	0,20	40,0
2.2	10 y 12mm. CALIDAD A44	0,25	32,0
2.3	10 y 12mm. CALIDAD A63	0,23	34,8
2.4	16 y 18mm. CALIDAD A44	0,43	18,6
2.5	16 y 18mm. CALIDAD A63	0,34	23,5
2.6	20 y 22mm. CALIDAD A44	0,66	12,1
2.7	20 y 22mm. CALIDAD A63	0,50	16,0
2.8	25-28-32 y 36mm. CALIDAD A44	0,92	8,7
2.9	25-28-32 y 36mm. CALIDAD A63	0,62	12,9
3.	ARMADO E INSTALACIÓN		
3.1	6 y 8mm	0,14	57,1
3.2	10 y 12mm	0,21	38,1
3.3	16 y 18mm	0,32	25,0
3.4	20 y 22mm	0,45	17,8
3.5	25-28-32 y 36mm	0,66	12,1

ton/HD	: Toneladas de acero por Hombre - Día (para 8 hrs efectivas de trabajo).
HH/ton	: Horas - hombre por tonelada de acero.

LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

La ejecución exitosa de un proyecto de construcción requiere que todos los recursos sean administrados de manera efectiva, pero especialmente los materiales ya que constituyen la mayor parte, tanto en cantidad como en costo, de los recursos que se utilizan. El 54.51% del total de los costos directos en obras de edificación de tamaño medio y pequeño, corresponden a los materiales; de aquí que la utilidad de una empresa constructora está determinada en gran medida por la efectividad con la que se administran estos recursos.

Los materiales se caracterizan porque son recursos susceptibles de ser almacenados; son en su mayoría imperecederos; ocupan espacios relativamente grandes dentro de la construcción; y pueden ser consumidos en forma no uniforme y/o discontinua.

Al analizar el rendimiento de materiales es recomendable incluir posibles robos, pérdidas por mala utilización, mal almacenamiento, mal transporte y otras pérdidas, las que en algunas situaciones

pueden ser bastante considerables. Una empresa eficiente debe reducir al máximo estos problemas.

Al analizar los rendimientos de los materiales es necesario conocer las especificaciones de los fabricantes.

Ejemplo

¿Cuál es el rendimiento de un galón de pintura?

Un galón equivale a 4,25 L de pintura aproximadamente.

Dependiendo de cómo sea la superficie que quiera cubrir, y de la cantidad de manos necesarias.

El rendimiento según el tipo de pintura es aproximadamente el siguiente:

- Esmalte al agua 12 m² / litro
- Látex 10 m² / litro
- Esmalte sintético 13 m² / litro
- Óleo 12 m² / litro

Si se necesita pintar una superficie de 60 m².

¿Qué cantidad de pintura es necesaria para desarrollar esta actividad?

$$\frac{\text{Cantidad actividad}}{\text{Rendimiento}} = \frac{60 \text{ m}^2}{12 \text{ m}^2/\text{L}} = 5 \text{ Litros}$$

3. DESARROLLO

Realizar un estudio técnico económico acerca de la factibilidad de compra de hormigón premezclado H 25 (90) 40, 10 o la fabricación del hormigón en obra.

Se desea hormigonar un bloque de 30 por 30 cm y dos metros de altura.

El objetivo es determinar cuál de las dos condiciones es la más favorable para la ejecución de la partida.

4. INSUMOS

Materiales.	Unidad.	Cantidad.	# Alumnos.
Papel bond doble carta	resma	1	20

5. EQUIPAMIENTO

Equipos.	CANTIDAD	N° MAX ALUMNOS
Data Show.	1	20
Computador	1	20
Sala de computación.	1	20

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Solminhact, Hernán Thenouxz, Guillermo Procesos y Técnicas de Construcción, Santiago, ediciones Universidad Católica de Chile, 1998.
- Guzmán, Euclides, Curso Elemental de Edificación, Curso de Construcción General. Santiago, Facultad de Arquitectura de la Universidad de Chile, 1996.
- Estudio de Precios Unitarios, Comisión Nacional de Riego, 1999, http://www.cnr.gob.cl/opensite_20041126124509.aspx
- Superintendencia de pensiones, <http://www.safp.cl/portal/regulacion/582/w3-propertyvalue-5945.html>