

UNIVERSIDAD DE SUCRE
INGENIERIA CIVIL
RENDIMIENTO Y CONSUMO DE LA MANO DE OBRA EN CONSTRUCCION



PROCESO EN LA DETERMINACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE LA MANO DE OBRA EN LAS CONSTRUCCIONES, BASES PARA UNA MODELACIÓN ECONÓMICA DE LOS PROYECTOS

Trabajo de grado modalidad monografía como requisito para optar por el título de ingeniero civil

FELIX ANTONIO DOMINGUEZ PEREZ

Director

ING. ALVARO CABALLERO

Universidad de sucre

Facultad de ingeniería

Programa de Ingeniería civil

Línea de profundización: Gerencia de proyectos-Construcciones civiles

Sincelejo – sucre

2009

UNIVERSIDAD DE SUCRE
INGENIERIA CIVIL
RENDIMIENTO Y CONSUMO DE LA MANO DE OBRA EN CONSTRUCCION



**PROCESO EN LA DETERMINACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS DE LA MANO DE
OBRA EN LAS CONSTRUCCIONES, BASES PARA UNA MODELACIÓN
ECONÓMICA DE LOS PROYECTOS**

FELIX ANTONIO DOMINGUEZ PEREZ

Universidad de sucre

Facultad de ingeniería

Departamento de ingeniería civil

Sincelejo – sucre

2009



AGRADECIMIENTOS

- ❖ *A DIOS.*
- ❖ *A MI HERMOSA FAMILIA Y A MARIA ANGELICA.*
- ❖ *INGENIEROS Y PROFESORES QUE APORTARON EN MI FORMACION DURANTE TODA LA CARRERA.*
- ❖ *AMIGOS Y DEMAS PERSONAS CERCANAS QUE SIEMPRE ME ENTENDIERON Y APOYARON.*



TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1.1 DEFINICIONES	1
1.2 EVALUACION DEL RENDIMIENTO	3
1.2.1 ENFOQUE DE LA VALORACION	4
1.2.2 IDENTIFICACION DE LAS DIMENSIONES DEL RENDIMIENTO	5
1.2.3 MEDICIONES DEL RENDIMIENTO	5
1.2.3.1 INSTRUMENTOS DE MEDICION	6
1.2.3.1.1 INSTRUMENTOS DE VALORACION DE LOS RESULTADOS	6
1.2.3.2 OBSTACULOS PARA MEDIR EFICAZMENTE EL RENDIMIENTO	7
1.2.3.2.1 ERRORES Y SESGOS DE LA PERSONA QUE REALIZA LA DE MEDICION	7
1.2.4 GESTION PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO.....	9
1.2.4.1 ANALISIS DE LAS CAUSAS DE LOS PROBLEMAS DE RENDIMIENTO	9
1.2.4.2 DESARROLLO DE UN PLAN DE ACCION PARA FACILITAR QUE LOS TRABAJADORES ALCANCEN LA SOLUCION	12
1.3 FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD.....	15
1.3.1 TEORIA DEL CONSUMO DE LA MANO DE OBRA.....	15
1.3.2 FACTORES QUE AFECTAN EL CONSUMO O RENDIMIENTO	16
1.3.2.1 ECONOMIA GENERAL	18



1.3.2.2 CLIMA	19
1.3.2.3 ASPECTOS LABORALES	20
1.3.2.3.1 INCENTIVOS	21
1.3.2.3.1.1 SISTEMA DE PAGO, REMUNERACION Y RENDIMIENTO	22
1.3.2.3.1.1.1 INCENTIVOS NO ECONOMICOS	22
1.3.2.3.1.1.2 INCENTIVOS SEMIECONOMICOS	23
1.3.2.3.1.1.3 PLAN DE INCENTIVOS ECONOMICOS	23
1.3.2.3.1.2 PRINCIPIOS DE UN BUEN ESQUEMA DE INCENTIVOS	25
1.3.2.4 ACTIVIDAD.....	25
1.3.2.4.1 TIPOS DE ACTIVIDAD.....	26
1.3.2.4.1.1 COMPLEJIDAD	27
1.3.2.4.1.2 CONTINUIDAD.....	27
1.3.2.4.1.2.1 CAUSALES DE DISCONTINUIDAD	27
1.3.2.4.1.3 CUADRILLAS	29
1.3.2.4.2 OPERACIONES QUE CONFORMAN UNA ACTIVIDAD	29
1.3.2.4.3 CARACTERISTICAS REQUERIDAS PARA EVALUAR UNA ACTIVIDAD.....	30
1.3.2.5 EQUIPAMIENTO.....	31
1.3.2.6 SUPERVISOR	32
1.3.2.7 TRABAJADOR	33
1.3.2.8 REPRESENTACION DE LA CONSTRUCCION COMO UN SISTEMA DE CONVERSIÓN ABIERTO.....	34
1.3.3 FORMULARIOS PARA LA CAPTACION DE DATOS	37



1.3.3.1 DATOS INDISPENSABLES.....	37
1.3.4 CAPTACION DE DATOS EN OBRA	38
1.3.4.1 TOMA DE DATOS	39
1.3.4.2 LEVANTAMIENTO Y DESCRIPCION DELA ACTIVIDAD A MEDIR.....	39
1.3.4.3 INSTRUCTIVO PAR EVALUAR LOS FACTORES DE AFCTACION	40
1.3.5 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	41
1.3.6 ANALISIS DE DATOS OBTENIDOS	45
CAPITULO 2	
2.1 VISITA TECNICA A EMPRESAS CONSTRUCTORAS LOCALES	49
2.1.1 SELECCIÓN DE ACTIVIDADES	49
2.1.2 CAPTACION DE DATOS.....	49
2.1.3 PROCESAMIENTO DE DATOS	50
2.2 ANALISIS DEL PROCEDIMIENTO DE CAPTACION DE DATOS EN CAMPO	50
2.3 FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD.....	51
2.4 COMPORTAMIENTO DE LOS RENDIMIENTOS A LO LARGO DE UN DIA LABORAL	53
2.5 RECOMENDACIONES EMPRESAS LOCALES PARA MANTENER EL RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES.....	57
BIBLIOGRAFIA.....	67



CONTENIDO DE TABLAS

TABLA 1. Factores contextuales o del sistema	11
TABLA 2. Como se determina el remedio para carencia de rendimiento	13
TABLA 3. Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra	16
TABLA 4. Factores que afectan el rendimiento o consumo de mano de obra.....	17
TABLA 5. Porcentaje de afectación de los grupos en la productividad	18
TABLA 6. Planes para incentivos económicos	24
TABLA 7. Cuadro para la calificación de los factores de afectación en campo	40
TABLA 8. Costo Mano de Obra a partir de consumo Estándar.	47
TABLA 9. Calificación de los factores de afectación según su influencia localmente según las empresas	52
TABLA 10. Datos de rendimiento por hora en actividades de excavación. ..	54
TABLA 11. Consumos de mano de obra utilizada por las constructoras locales para la realización de una vivienda promedio, de un nivel. Entre 200 m² y 150 m².....	58
TABLA 12. Resultados consumos estándar en actividades de construcción en viviendas en mampostería estructural. Intervalo de confianza del 90%.	58
TABLA 13. Rendimientos de mano de obra (Tomado el valor de h/H. con prestaciones)	60
TABLA 14. Rendimientos de mano de obra en la construcción	64



CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de valoración del rendimiento.....	4
Figura 2. Diagrama del proceso de evaluación del rendimiento	14
Figura 3. La construcción como un proceso de conversión abierto.	35
Figura 4. Representación detallada del modelo de factores	36
Figura 5. Descripción del proceso de análisis estadístico	44
Figura 6. Promedios de los factores que más afectan en la zona, según empresas locales de construcción	52
Figura 7. Volumen de excavaciones realizadas por hora en un día laboral..	55
Figura 8. Volumen de excavaciones acumuladas realizadas por hora en un día laboral	55



INTRODUCCION

En la etapa de planeación de los proyectos de ingeniería se llevan a cabo una serie de modelaciones que son de vital importancia para el propósito que se quiere alcanzar, tales modelaciones pueden ser económicas, de tiempo, de espacio entre otras de las cuales se arranca para iniciar en pie una valoración general de lo que se necesita, cuanto se necesita y porque lapso tiempo se necesitan los recursos que se utilizaran para alcanzar los objetivos.

En el campo económico de los proyectos las modelaciones son realizadas a través de presupuestos, los cuales se fundamentan principalmente en los rendimientos del recurso humano que se utiliza. Muchas veces este rendimiento se ve afectado por diversos motivos lo que genera que la planeación económica y de tiempo tenga un grado de incertidumbre elevado que directamente puede acarrear costos mayores a las obras amenazando con paralizarla. Las mediciones de rendimientos no son tenidas en cuenta por los ingenieros encargados o en ocasiones la mayoría no sabe como tomar los datos necesarios para llevar un registro de las actividades, esto genera que los fundamentos de la proyecciones económicas no sean confiables y que muchos proyectos no sean exitosos.

Es necesario e importante para un mundo que cada vez busca tener mucho más control tanto en los procesos como en los productos para los estándares de calidad, el saber qué factores intervienen y de qué manera influyen en los rendimientos de la mano obra para una modelación económica confiable. No solamente son importantes los cálculos, ni materiales novedosos sino que es



primordial el manejo del recurso humano para la obtención de buenos resultados.

El objetivo de esta monografía es describir los procedimientos seguidos para la obtención de los datos de rendimiento de la mano de obra en la construcción, presentado por el estudio Rendimientos y consumos de la mano de obra, realizado por camacol-sena (2000), para mostrar el procedimiento realizado y aclarar algunos puntos que pueden llevar a confusiones y a una mala planificación de los proyectos. En el trabajo de grado se mostraran principios administrativos que sirven de base teórica en la organización del recurso humano, también se explicaran cada uno los pasos a seguir en la determinación del consumo, siendo muy explícito y detallando cada punto, además de valorar los factores de afectación y de mostrar el grado de influencia que estos tiene en la mano de obra. Esto servirá de base para próximos estudios que busquen ampliar las bases de datos y actualizar algunos otros. Esta información es de mucha utilidad para los sectores de la planeación y construcción para realizar de forma más eficaz los estudios de rendimientos de sus trabajadores para optimizar los presupuestos de cualquier obra que involucre las actividades analizadas por estos; además los estudiantes de ingeniería podrán entender el procedimiento llevado a cabo para obtener los datos de rendimientos y podrán realizar mediciones constantemente para actualizarlos además de llevar a cabo otros estudios de rendimientos en actividades diferentes.

Para alcanzar el objetivo propuesto se realizara una revisión de la teoría, estudios y manuales acerca del rendimiento de la mano de obra en construcciones, luego por medio de la recopilación teórica y siguiendo la propuesta hecha por el estudio Rendimientos y consumo de mano de



obra.(2000), se efectuara una descripción específica de los procedimientos y pasos a seguir en el proceso de determinación de rendimiento o consumo de mano de obra en actividades de construcción y como parte aplicativa y practica de esta teoría se consultaran empresas locales y se analizaran las ejecuciones de las captaciones de datos y el manejo que estas empresas dan a los consumos de mano de obra para llegar tener una visión amplia de la aplicación de la teoría del consumo a nivel práctico.



CAPITULO 1

1.1 DEFINICIONES

1.1.1 Actividad: serie de acciones, desplazamientos y esperas, ejecutadas en forma continua y metódica, por una cuadrilla de uno o varios obreros, con el fin de producir, adecuar o ensamblar materiales, con la ayuda de herramientas o equipos, para adelantar un proceso constructivo. La actividad debe ser completa, bien sea cerrando el ciclo, terminándola completamente, acabando la obra o permitiendo la iniciación de una nueva actividad.

1.1.2 Duración: lapso de tiempo transcurrido entre la iniciación de una actividad y su terminación completa.

1.1.3 Rendimiento de la mano de obra: cantidad de obra de una actividad, completamente ejecutada por una cuadrilla, conformada por uno o varios obreros de diferente especialidad, por unidad de recurso humano (hora-Hombre), expresada normalmente un/h-H (unidad de medida de la actividad por hora-Hombre).

1.1.4 Consumo de mano de obra: cantidad de recurso humano, expresado en horas-Hombre, empleado por una cuadrilla de uno o de varios obreros de diferente especialidad, para ejecutar completamente una actividad de construcción. Es el inverso matemático del rendimiento. El consumo de mano de obra se expresa normalmente en hH/ um (horas-Hombre por unidad de medida).

1.1.5 Ciclo: repetición de cierto número de acciones dentro del método para ejecutar una actividad.



1.1.6 Sub-ciclo: repetición de algunas acciones dentro de un ciclo en el método para ejecutar una actividad. Pueden presentarse nuevos sub-ciclos dentro de los su-ciclos.

1.1.7 Factores de afectación: conjunto de condiciones y/o circunstancias que de alguna manera pueden afectar la normal ejecución de una actividad.



1.2 EVALUACION DEL RENDIMIENTO¹

El proceso de evaluar a un empleado y de diagnosticar y mejorar los problemas de rendimientos es conocido como evaluación del rendimiento. Para el sector directivo de planeación de los proyectos, el mantenimiento y la mejora del rendimiento de los empleados debe ser una parte importante de su actividad directiva. Para realizar este proceso, es posible utilizar formularios y sistemas de valoración ya diseñados. Sin embargo aunque estos formularios son elementos claves del proceso de valoración, tan solo son el punto de partida del mismo.

Para realizar una buena evaluación del rendimiento hay que identificar los problemas relacionados, ofrecer una información constructiva y emprender acciones para mejorarlo. El dominio de estos aspectos esenciales no es fácil. La medición y gestión del rendimiento son dos de las cuestiones más difíciles a las que se tiene que enfrentar un directivo. Sin embargo se debe realizar una valoración apropiada y válida para que los procesos mejoren o se mantengan y tener certeza de las duraciones de cada actividad para tratar de optimizarla lo más posible.

La aplicación de los datos de rendimiento de mano de obra en actividades de construcción son muy amplias y se pueden utilizar en:

- La determinación de niveles de mano de obra en actividades de la construcción
- La determinación de niveles de referencia de utilización de maquinaria y rendimiento humano
- Proporcionar las bases para metas de incentivos financieros seguros
- Proporcionar las bases para el control de costos fijando niveles de referencia para los objetivos de rendimiento

¹ Gómez, Balkin, Cardy. Dirección y gestión de recursos humanos



- La determinación del método más económico entre las alternativas

1.2.1 ENFOQUE DE LA VALORACION²

La valoración del rendimiento implica *identificar, medir y gestionar* el rendimiento de la mano de obra.

- La identificación significa que hay que determinar qué áreas y actividades del trabajo hay que analizar cuando se mide el rendimiento. Es indispensable el análisis de actividades.
- La medición, punto central del sistema de valoración, implica la realización de un juicio sobre lo positivo o negativo del rendimiento de los empleados. Una buena medida del rendimiento debe mantener estándares de calificación comparables e incluir la serie de factores externos que pueden influir en la realización del trabajo.
- La gestión es el objetivo general de cualquier sistema de valoración. Los datos de rendimientos deben ser mucho más que un valor indicativo o promedio, debe ser una meta para cada trabajador, que permita una visión orientada al futuro en mejorar su desempeño y así alcanzar su potencial en el trabajo, y para el proyecto, una mejora constante de los procesos de construcción con alto grado de calidad.

Figura 1. Modelo de valoración del rendimiento



² Gómez, Balkin, Cardy. Dirección y gestión de recursos humanos



1.2.2 IDENTIFICACION DE LAS DIMENCIONES DEL RENDIMIENTO³

El primer paso del proceso de valoración del rendimiento consiste en identificar que es lo que hay que medir. Este proceso parece sencillo, pero al momento de la práctica, puede resultar muy complicado ya que una actividad puede estar no muy definida, en pasos lógicos, o no ser continua o ser muy compleja en su estructura, lo que dificulta la realización de esta por parte de los trabajadores. Luego el análisis de actividades será el mecanismo que habrá que utilizar para identificarlas dimensiones de la evaluación. El análisis de las actividades, incluye una estructura de desagregación para la actividad, dependiendo su complejidad, esta ayuda a visualizar en acciones específicas las actividades para realizar un análisis más completo. En la sección 1.3.2.4 se profundizara en la identificación de las actividades. Se debe tener en cuenta la dimensión significativa, de lo contrario se entrara en pérdida de tiempo, además de múltiples confusiones en la captación de los datos.

1.2.3 MEDICION DEL RENDIMIENTO⁴

La medición del rendimiento implica asignar una cifra para reflejar el rendimiento de un empleado o cuadrilla al realizar una actividad previamente identificada. Las cifras se podrán presentar en función de la unidad de medida de la actividad a evaluar y el tiempo empleado por los trabajadores en realizar completamente la actividad. Generalmente resulta muy difícil cuantificar las dimensiones del rendimiento debido a la cantidad de variables que se presenta al momento de realizar una actividad, además que este rendimiento puede ser muy inconstante, aun siendo la misma cuadrilla evaluada diferentes ocasiones en condiciones similares. Cuestiones como estas dan a pensar a muchos que estas evaluaciones no tienen éxito, y que los datos obtenidos son simples indicativos que no afectan mucho al momento de realizar la actividad, pero es fundamental que se trabaje para

³ Gómez, Balkin, Cardy. Dirección y gestión de recursos humanos

⁴ Gómez, Balkin, Cardy. Dirección y gestión de recursos humanos



tener el control del tiempo empleado en una actividad, para poder mejorar los procesos de calidad.

1.2.3.1 INSTRUMENTOS DE MEDICION⁵

A lo largo de los años se han desarrollado numerosas técnicas para medir el rendimiento. Actualmente se disponen de una amplia gama de formularios de valoración entre los cuales elegir. Estos formatos pueden, a nivel general, catalogarse de dos formas: 1) el tipo de juicio que se requiere (relativo o absoluto) y 2) en que se centra la medición (características, comportamientos o resultados). Aquí trataremos los instrumentos de valoración de resultados que son los más eficaces al momento de evaluaciones en actividades de construcción.

1.2.3.1.1 LOS INSTRUMENTOS DE VALORACIÓN DE RESULTADOS⁶

Estos instrumentos valoran los resultados obtenidos por los trabajadores. El planteamiento dominante en cuanto a valoración de resultados es el de dirección por objetivos y la medición del resultado normal obtenido.

El planteamiento de los resultados ofrece criterios claros y sin ambigüedad por los que se puede juzgar el rendimiento del trabajador de forma imparcial. También suprime la subjetividad y el potencial de errores y sesgos. Pero aunque objetivas, las medidas de los resultados pueden dar un régimen seriamente deficiente y distorsionado del rendimiento cuando es necesario valorar capacidades propias de cada trabajador en cuanto a las conductas de estos frente a los trabajos. En este sentido las medidas subjetivas tienen un valor más elevado que las objetivas; además este tipo de valoración por resultados, puede crear un ambiente de resultados a toda costa, lo que puede incidir de forma directa en la calidad de los trabajos.

⁵ Gómez, Balkin, Cardy. Dirección y gestión de recursos humanos

⁶ Gómez, Balkin, Cardy. Dirección y gestión de recursos humanos



Aunque sabiendo las ventajas y desventajas de la valoración del rendimiento por resultados, esta es una de las medidas más confiables y utilizadas para valorar el rendimiento, y se podría incluir otros formatos para evaluar comportamientos y así crear un formato mas integral que permita ver más a fondo todo lo concerniente al recuso humano en las construcciones.

1.2.3.2 OBSTÁCULOS PARA MEDIR EFICAZMENTE EL RENDIMIENTO⁷

Se debe garantizar que la medida tomada debe estar lo menos alterada posible para tener unos datos más confiables. El medio más importante consiste en entender los obstáculos que hay que superar. Uno de esos obstáculos son los Errores y Sesgos de la persona que realiza la evaluación. En este sentido los supervisores tienen una gran influencia sobre la calificación. Las características, como la inteligencia de la persona que evalúa, lo familiarizado que esta con el trabajo a evaluar y su capacidad de discernir entre la información que es importante y la que no lo es, influyen sobre la calificación. Estudios revelan que la capacidad y motivación de la persona que realiza la evaluación son factores críticos para poder calificar eficazmente los rendimientos de los trabajadores en las actividades que se realizan.

1.2.3.2.1 ERRORES Y SEGOS DE LA PERSONA QUE REALIZA LA EVALUACIÓN⁸

El error del evaluador es un error en la valoración del rendimiento que refleja sesgos constantes por parte de la persona que realiza la evaluación. Uno de los errores más destacado es el *error de halo*, que es la tendencia a calificar de la misma manera distintas dimensiones. Los evaluadores cometen errores

⁷ Gómez, Balkin, Cardy. Dirección y gestión de recursos humanos

⁸ Gómez, Balkin, Cardy. Dirección y gestión de recursos humanos



de halo cuando miden el rendimiento y permiten que la calificación que dan a una dimensión del rendimiento influya sobre las calificaciones que conceden a las demás dimensiones. Este error de halo puede provocar tanto calificaciones uniformemente negativas como positivas. Existen al menos dos causas en el error de halo. 1) un supervisor puede hacer un juicio general sobre un trabajador y después ajustar las calificaciones de todas las dimensiones a ese juicio y/o 2) un supervisor puede hacer que todas las calificaciones sean coherentes con el nivel de rendimiento del trabajador(es) en una dimensión que es importante para el supervisor.

Otro tipo de error del evaluador es el *error de restricción de la escala*, que se produce cuando se restringen todas las calificaciones solo a una pequeña parte de la escala de calificación. Un supervisor que restringe la escala tiende a calificar de la misma manera a todos los trabajadores. Existen tres tipos de restricción de escala: *errores de indulgencia*, o restricciones de la escala en la parte superior de la misma; *errores de tendencia central*, o utilización de forma exclusiva de los puntos medios de la escala; *errores de severidad*, o utilización exclusivamente de la parte baja de la escala.

El sesgo personal también puede provocar errores en la evaluación. Consciente, o inconscientemente un supervisor puede calificar sistemáticamente a ciertos trabajadores por encima o por debajo de los demás en función de su raza, origen nacional, sexo, edad u otros factores. El sesgo consciente es extremadamente difícil de suprimir. El sesgo inconsciente puede superar cuando se le plantea al evaluador.

El problema del error y del sesgo en las calificaciones tiene, obviamente, algo más que meramente un interés académico. Una gran dificultad al momento de medir los rendimientos es garantizar que las calificaciones de los distintos evaluadores sean comparables. Las comparaciones hacen referencia al grado en que las calificaciones del rendimiento, otorgadas por



los diversos supervisores, son parecidas. En esencia, la cuestión de las comparaciones se ocupa de saber si los supervisores utilizan, o no, las mismas varas de medida.

Una de las formas de resolver las cuestiones relativas a los errores y los sesgos consiste en desarrollar y comunicar estándares de evaluación de marcos de referencias. Que permitan que todos los evaluadores tengan criterios claros y unificados al momento de evaluar situaciones y de igual forma permitirán comparar las calificaciones de los supervisores y obtener unos datos más confiables.

1.2.4 GESTIÓN PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO⁹

La gestión del rendimiento debe llevar siempre como meta la mejoría de los procesos realizados por los trabajadores y el aumento en la calidad de las obras, no simplemente centrarse en un valor estimado de las duraciones de una actividad sino enfocar esfuerzos para que día a día se mantengan o mejoren esos rendimientos. Esto se logra trabajando sobre varias características fundamentales para la realización de la gestión. Algunas de estas características son: el *Análisis de las causas de los problemas del rendimiento* y el *desarrollo de un plan de acción para alcanzar la solución de los problemas*.

1.2.4.1 ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DE LOS PROBLEMAS DEL RENDIMIENTO¹⁰

El rendimiento puede ser el resultado de múltiples factores, algunos de los cuales están más allá del control del trabajador. Sin embargo, casi siempre

⁹ Gómez, Balkin, Cardy. Dirección y gestión de recursos humanos

¹⁰ Gómez, Balkin, Cardy. Dirección y gestión de recursos humanos



los supervisores tienden a atribuir estas causas a los trabajadores. Es decir, los supervisores tienden a culpar al trabajador cuando ven un rendimiento bajo, mientras que los trabajadores tienden a culpar a factores externos.

Es importante que los directivos determinen con precisión cuales son las causas de las deficiencias del rendimiento por tres razones. La primera, porque la determinación de las causas puede influir en las formas de evaluar el rendimiento. Segunda, la determinación de las causas puede ser una fuente de conflicto no explícito entre los supervisores y los trabajadores. Los supervisores pueden trabajar sobre lo que creen que son las causas de los problemas de rendimiento. Esto es del todo racional. Pero cuando la percepción del supervisor es radicalmente distinta de la de los trabajadores estas diferencias pueden crear tensiones. Tercera, la determinación de las causas afecta el tipo de solución que se escoge; lo que se cree que es la causa de un problema de rendimiento determina lo que se va a hacer al respecto.

Una de las formas de mejorar el proceso de determinación de las causas de los problemas de rendimiento, es considerar las posibles causas consientes y sistemáticas. Una versión global de las causas del rendimiento incluye tres factores: capacidad, motivación y factores circunstanciales. El factor *capacidad* refleja el talento y la habilidad del trabajador, por lo que se refiere a características tales como la inteligencia, capacidad de relación personal y conocimiento del trabajo. La *motivación* puede afectar una serie de factores externos, pero es en última instancia, es una decisión interna. Los *factores contextuales* (o factores del sistema) incluye una amplia gama de características externas que puede afectar de forma positiva o negativa al rendimiento, estos factores incluyen la calidad de los materiales, la calidad del supervisor entre otros factores.



Para determinar las causas los problemas de rendimiento, los directivos y supervisores deben analizar cuidadosamente cada uno de estos factores y crear listas propias de amenazas al rendimiento para poder atacar esas causas de forma directa.

TABLA 1. Factores contextuales o del sistema.

FACTORES CONTEXTUALES QUE HAY QUE CONSIDERAR PARA DETERMINAR LAS CAUSAS DE LOS PROBLEMAS DE RENDIMIENTOS	
❖	Mala coordinación de las actividades laborales entre los trabajadores
❖	Información o instrucciones incorrectas, necesarias para realizar el trabajo
❖	Materiales de mala calidad
❖	Falta de equipos necesarios
❖	Incapacidad para encontrar materias primas, componentes o bienes intermedios
❖	Recursos financieros inadecuados
❖	Mala supervisión
❖	Compañeros de trabajo que no cooperan y/o malas relaciones entre trabajadores
❖	Formación inadecuada
❖	Tiempo insuficiente para realizar la cantidad o calidad requerida
❖	Un mal entorno laboral(frio, calor, ruidos, interrupciones frecuentes)
❖	Ruptura de cuadrillas o equipos de trabajo

Fuente: Gómez Mejía, Luis. Balkin, David. Cardy, Robert. Dirección y gestión de recursos humanos. Tercera edición. Prentice hall. 2001



1.2.4.2 DESARROLLO DE UN PLAN DE ACCION PARA FACILITAR QUE LOS TRABAJADORES ALCANCEN UNA SOLUCION¹¹

La gestión eficaz del rendimiento exige que se permita a los trabajadores mejorarlo. El planteamiento directivo tradicional en que los supervisores dan ordenes y los trabajadores las ejecutan no suele dar el máximo rendimiento. El planteamiento más reciente de facilitarles que mejoren y con esto, que mejoren las duraciones garantizando la calidad de las actividades de la obra, exige que el supervisor adopte un papel de entrenador, más que de director o controlador. En este sentido, el supervisor-entrenador debe trabajar para garantizar que los recursos necesarios estén disponibles y ayuda a los empleados a identificar un plan de acción para resolver los problemas. Además de crear un ambiente laboral que apoya y facilita las tareas, los supervisores-entrenadores clarifican las expectativas sobre el rendimiento; ofrecen información de inmediato; e intentan eliminar todas las normativas, procedimientos y otras restricciones innecesarias. Se puede alcanzar un rendimiento más eficaz siendo lo suficientemente específicos sobre los resultados deseados.

¹¹ Gómez, Balkin, Cardy. Dirección y gestión de recursos humanos



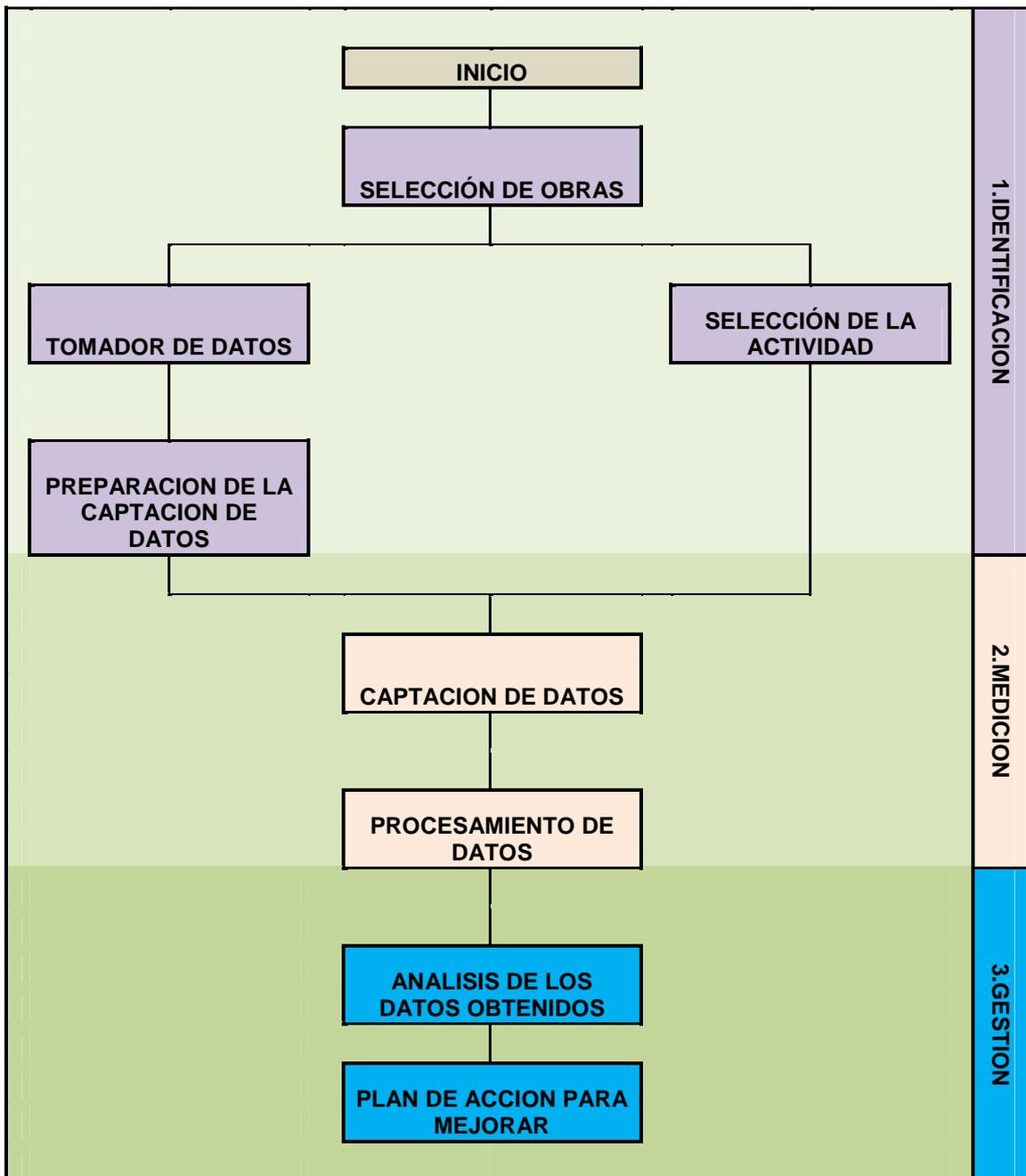
TABLA 2. Como se determina el remedio para carencia de rendimiento

Causa	Preguntas que hay que hacer	Posibles remedios
Capacidad	¿El trabajador ha sido capaz alguna vez de tener un buen rendimiento?	<ul style="list-style-type: none"> • Formación • Transferencia
	¿Pueden otros trabajadores hacer el trabajo adecuadamente, pero este no?	<ul style="list-style-type: none"> • Volver a diseñar el trabajo
Esfuerzo	¿Está disminuyendo el rendimiento del trabajador?	<ul style="list-style-type: none"> • Despedir al trabajador
	¿Es el rendimiento menor en todas las tareas?	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer el buen rendimiento
Situación	¿El rendimiento es errático?	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificar las necesidades a los proveedores
	¿Los problemas de rendimiento afectan a todos los trabajadores, incluso a aquellos que disponen de los suministros y equipos adecuados?	<ul style="list-style-type: none"> • Cambiar de proveedores • Suprimir señales o demandas en conflicto • Proporcionar las herramientas adecuadas

Fuente: Gómez Mejía, Luis. Balkin, David. Cardy, Robert. Dirección y gestión de recursos humanos. Tercera edición. Prentice hall. 2001



Figura 2. DIAGRAMA DEL PROCESO DE EVALUACION DEL RENDIMIENTO





1.3 FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD

1.3.1 teoría del consumo de mano de obra¹²

El rendimiento de la mano de obra, o sea la cantidad de obra que se ejecuta completamente en una unidad de tiempo, puede variar dentro de un rango de 0 a 100%. El primer caso se presenta cuando no se hace nada, y el segundo cuando se presenta la máxima eficiencia teórica posible.

Ninguno de los dos extremos es indicativo de un rendimiento real. Solo son los límites teóricos dentro de los cuales se encuentran los rendimientos obtenibles en cualquier condición. Lo mismo ocurre con su inverso que son los consumos.

Es necesario tener en cuenta cada uno de los factores que generan influencia en la productividad tratando de indicarlos y cuantificarlos para lograr obtener consumos confiables y, si es posible, normalizados.

Los distintos autores que han profundizado en el tema de los consumos y rendimientos, ubican el rendimiento normal de la mano de obra dentro de un rango que varía entre el 55 y el 70% de la productividad dentro de la escala propuesta de 0 a 100.

Los rendimientos en condiciones de trabajo son afectados positiva o negativamente por distintos factores tales como aspectos laborales, clima, actividad entre otros factores. Esto permite establecer una escala de eficiencia en los rendimientos, como lo muestra la siguiente tabla de acuerdo a la propuesta de John S. Page en su libro "*estimator's general construction man - hour manual*".

¹² Botero. Análisis de rendimiento y consumo de mano de obra



TABLA 3. 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: Botero, Luis Fernando. Análisis de rendimientos y consumo de mano de obra en actividades de construcción. Revista Universidad EAFIT No.128. 2002

1.3.2 FACTORES DE AFECTACION DE LOS RENDIMIENTOS Y CONSUMOS DE MANO DE OBRA¹³

Cada proyecto de construcción es diferente y se realiza en diferentes condiciones derivándose así en diferentes factores que pueden afectar el rendimiento o consumo de la mano de obra al ejecutar una actividad de construcción, cualquiera que ella sea. Estos factores los podemos agrupar bajo siete distintas categorías. Estas a su vez se agrupan en tres clases:

- Ambiente en el que se desarrolla la obra: Economía general y Clima.
- Características de la obra: Equipamiento, supervisión y laborales.
- Propias del trabajador: Trabajador.

Es de vital importancia hacer una descripción de estos factores ya que producen variaciones en unos rangos amplios en los porcentajes de

¹³ Cano. Duque, rendimientos y consumos de la mano de obra



productividad al tratar de cuantificarlos podremos acercarnos a un porcentaje de productividad cercano a la verdad.

TABLA 4. Factores que afectan el rendimiento o consumo de mano de obra

1	Economía general	Ambiente en el que se desarrolla la obra
2	Clima	
3	Aspectos laborales	Características de la obra
4	Actividad	
5	Equipamiento	
6	Supervisión	
7	Trabajador	Propias del trabajador

Fuente: Botero, Luis Fernando. Análisis de rendimientos y consumo de mano de obra en actividades de construcción. Revista Universidad EAFIT No.128. 2002

Es de esperar que algunos de los grupos tengan la capacidad de afectar en mayor medida el desempeño que otros, por lo que se hace necesario definir unos rangos de calificación para cada uno de ellos. Con base en estudios realizados sobre el tema y la experiencia en actividades de construcciones, sugieren a continuación estos rangos:



Tabla 5. Porcentaje de afectación de los grupos en la productividad

Grupo	Rango (%)
Economía general	50 a 75
Clima	40 a 75
Aspectos laborales	40 a 80
Actividad	40 a 80
Equipamiento	55 a 75
Supervisión	50 a 75
Trabajador	60 a 75

Fuente: Botero, Luis Fernando. Análisis de rendimientos y consumo de mano de obra en actividades de construcción. Revista Universidad EAFIT No.128. 2002

Con esta tabla de rangos sugeridos, la variación de la evaluación global está entre el 48% y 76%, al tomar las medias aritméticas de los extremos inferiores y superiores de los rangos.

1.3.2.1 Economía general¹⁴

Este grupo de factores dependen del estado económico del país o del área en la cual se desarrollara el proyecto. Los asuntos que deben ser evaluados dentro de este grupo son:

- Tendencia de los negocios en general
- Volumen de la construcción
- La 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

¹⁴ Cano. Duque, rendimientos y consumos de la mano de obra



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 en general en la que se realiza el proyecto, produce una reacción en cadena con las otras seis categorías, por lo tanto este aspecto debe considerarse 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 necesiten personal calificado (oficiales de construcción)
- ❖ Disponibilidad de supervisores (maestros y residentes de obra)
- ❖ Disponibilidad de insumos

1.3.2.2 **Clima**¹⁵

Se deben chequear las condiciones del tiempo en el pasado para el área en el cual se localizara el proyecto, tratando de prever el tiempo durante el periodo de construcción planeado. Los principales asuntos a ser analizados son:

- Los reportes del tiempo en el pasado
- Invierno o verano
- Frio o calor

Este es uno de los peores elementos a ser considerados. Lo mejor que se puede hacer es tratar de adivinar. Sin embargo, considerando cuidadosamente los anteriores asuntos, su adivinanza, al menos estará basada en la realidad ocurrida.

Dentro de este grupo se tienen en cuenta los siguientes factores:

- ❖ **Estado del tiempo:** condiciones favorables del estado del tiempo en el momento de realizar las actividades, influyen positivamente en la obtención de mejores rendimientos.

¹⁵ Cano. Duque, rendimientos y consumos de la mano de obra



- ❖ **Temperatura:** el exceso de calor afecta el rendimiento del obrero
- ❖ **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.
- ❖ **Condiciones del suelo:** las lluvias ocasionan condiciones críticas del estado del suelo donde las cuadrillas realizan las actividades, viéndose afectada su desempeño bajo condiciones críticas.

1.3.2.3 Aspectos laborales¹⁶

Las condiciones laborales en las que se desarrolla la obra son muy importantes en la eficiencia del trabajo. El manejo adecuado de las relaciones laborales es de alta incidencia en el desempeño de la mano de obra. Se debe analizar la disponibilidad de mano de obra bien capacitada en la empresa o en el sitio donde se desarrolla la obra. Los asuntos a tener en cuenta en este grupo son:

- Experiencia
- Disponibilidad
- Contratación
- Salarios

Este grupo también debe ser analizado cuidadosamente. Se debe investigar si en la zona de la obra se consigue personal capacitado, o hay necesidad de desplazar personal de otras partes, y si se pueden pagar salarios o precios de destajo que prevalecen en la zona.

Los factores a tener en cuenta en este grupo son:

- ❖ **Tipo de contrato:** el contrato a destajo influye favorablemente en el rendimiento, comparado con el contrato por día laborado. (Personal de obra por administración)

¹⁶ Cano. Duque, rendimientos y consumos de la mano de obra



- ❖ **Sindicato:** 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 precios por labores de destajo:** la justa remuneración por la labor realizada, motiva al obrero a aumentar la productividad de la mano de obra y a cuidar su puesto.
- ❖ **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 a 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 producción de la mano de obra.

1.3.2.3.1 Incentivos ¹⁷

Convencer a la gente que los incentivos son apropiados es un desafío, pero más lo es, el determinar los incentivos apropiados. Por supuesto, se quiere incentivos que motiven a las personas a actuar en las formas deseadas, pero ¿qué es lo deseado?, en algunas situaciones la respuesta es fácil de contestar, pero no siempre.

¹⁷ Revista de la Universidad de las Américas. Productividad en la construcción.



Los esquemas de incentivos son muy utilizados en la industria de la construcción hasta el punto en que en muchos casos no se puede contratar a trabajadores si no se les ofrece un plan de incentivos. La historia de las remuneraciones incentivadas habla de la problemática y conflictos que existen entre dirección y trabajadores.

En la industria de la construcción la recopilación de datos no es muy confiables debido a que se basa en trabajos sobre proyectos específicos, restringiendo las ventajas que se obtendrían en situaciones más estables. Las metas productiva fijada por la dirección, y sobre las que dependen las primas, suelen ser normalmente imprecisas. Como resultado los trabajadores sufren grandes variaciones en sus ingresos lo que lleva a algunos sindicatos a pedir la sustitución de incentivos económicos por un salario mínimo más elevado, situación que la dirección no ésta dispuesta a llevar a cabo por temor a incrementar el costo del proyecto. La situación que actualmente prevalece consiste en el pago de primas a cambio de incentivar al trabajador para que rindan a un nivel normal.

1.3.2.3.1.1 Sistema de pago, remuneración y rendimientos.¹⁸

Los métodos dentro de la industria de la construcción que consisten en ofrecer incentivos económicos, a trabajadores manuales, e incentivos no económicos o solo parcialmente económicos, a trabajadores administrativos y directivos.

1.3.2.3.1.1.1 Incentivos no económicos¹⁹

este tipo de incentivos son bastante intangibles y son los relacionados con las necesidades superiores de Maslow, que son: las personas esperan sentirse necesitados en el trabajo, ganarse el respeto de la dirección y de sus compañeros e identificarse con una especialidad en particular; en

¹⁸ Revista de la Universidad de las Américas. Productividad en la construcción.

¹⁹ Revista de la Universidad de las Américas. Productividad en la construcción.



especial, suponen el cumplimiento de aquellas necesidades denominadas "motivadoras" por Herzberg, las cuales son: logros, reconocimiento, el trabajo en sí, adquirir responsabilidades y oportunidades de mejorar. Así que los incentivos ofrecidos suponen un reconocimiento de la importancia del individuo y la participación en grupo para lograr una satisfacción social. En la mayoría de los casos es necesario ofrecer incentivos más tangibles. Frecuentemente se trata de incentivos semieconómicos.

1.3.2.2.1.1.2 Incentivos semieconómicos²⁰

Este tipo de incentivos no se basa en el pago de dinero en efectivo, sino que se concentran en ventajas supletorias, como pueden ser vacaciones pagadas, comedores, bonos de restaurantes, instalaciones deportivas, planes de pensiones, entre otros. Este tipo de beneficios suele ofrecerse a personas asalariados cuyos puestos son difíciles de cuantificar en términos productivos puros.

1.3.2.2.1.1.3 Plan de incentivos económicos²¹

Este tipo de incentivos provocan que la gente se encuentre más motivada a la hora de trabajar, en especial si el trabajo se basa en un rendimiento cuantificado. Los objetivos de los planes de incentivos económicos son:

- Mejorar la producción
- Fomentar mejores sistemas de trabajo
- Proporcionar la posibilidad de obtener ingresos superiores, pero sin aumentar los costos unitarios

Los tipos de planes de incentivos económicos, ventajas y desventajas:

²⁰ Revista de la Universidad de las Américas. Productividad en la construcción.

²¹ Revista de la Universidad de las Américas. Productividad en la construcción.



Tabla 6. Planes para incentivos económicos

Esquemas de incentivos	Ventajas	Desventajas
1. Trabajo diario. Al empleado se le paga un sueldo básico por asistir al trabajo	1. Sencillo y fácil de comprender	1. no se recompensa la eficiencia
	2. Sencillo calcular sueldos	2. los trabajadores débiles se benefician con los rápidos
	3. No requiere mucho trabajo administrativo	3. Supervisión estricta
	4. Proporciona flexibilidad laboral	4. es difícil elaborar provisiones presupuestarias
2. trabajo a destajo.- se paga un precio uniforme por trabajo o por unidad ejecutada	1. incentivo directo para aumentar el rendimiento. Fácil de comprender.	1. Cambios en las cuotas salariales conllevan a una modificación de los objetivos
	2. El costo salarial por unidad de producción es constante	2. Puede llevar a una calidad inferior
3. Esquema proporcional directo de horas ahorradas.- el tiempo ahorrado en respecto a los objetivos se da al trabajador	1. El incentivo está relacionado con el esfuerzo	1. Es caro de operar
	2. Hay un sueldo garantizado	2. Favorece a trabajadores rápidos
	3. Facilita datos de control de costos	3. Requiere datos fiables
	4. Mejor control de calidad que con el trabajo a destajo	4. Causa un problema inicialmente cuando la mano de obra no tiene experiencia
4. Esquemas engranados.- como el (3) pero solo una porción del tiempo ahorrado es dado al empleado	1. Son útiles para nuevos trabajos	1. Fomenta la fijación de cuotas bajas
	2. Es un incentivos para trabajadores lentos o con poca experiencia	2. No se recompensa debidamente a los trabajadores rápidos
5. Esquema de grupo.- como (3) y (4) pero se paga a individuos en bases proporcionales	1. Ayuda en la eliminación de trabajadores débiles	1. Aumenta el trabajo administrativo
	2. Adecuados para la industria de la construcción	2. Los trabajadores rápidos sufren a costa de los trabajadores más lentos.

Fuente: La productividad en la construcción. Universidad de las Américas puebla.



1.3.2.3.1.2 Principios de un buen esquema de incentivos.²²

- La prima se pagará a los trabajadores en directa proporción al esfuerzo aplicado
- Los ingresos del trabajador no se limitaran de ninguna forma
- Las metas fijadas serán factibles y se mantendrán inalteradas
- Se deben excluir los inevitables retrasos de las horas pagadas como prima y se pagaran a la cuota base
- El esquema deberá ser totalmente comprensible para el trabajador para que el pueda calcular su prima
- Los esquemas de incentivos pueden provocar trabajos de calidad inferior, así que se deberán incluir y aplicar sanciones
- El esquema deberá cumplir la normativa sindical específica, buena planificación para garantizar que los planos se actualicen, los materiales lleguen a tiempo, etc.
- El esquema deberá estar integrado con el sistema de control de costos.

1.3.2.4 Actividad²³

Las condiciones específicas de las actividades 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 el rendimiento de la mano de obra. Los asuntos más importantes a considerar son:

- Alcance del trabajo o actividad
- Condiciones del sitio
- Suministro de materiales

²² Revista de la Universidad de las Américas. Productividad en la construcción.

²³ Cano. Duque, rendimientos y consumos de la mano de obra



- Operaciones manuales o mecanizadas

Hecha una visita al sitio de la obra y con un cuidadosos estudio y análisis de los planos y las especificaciones, se puede hacer una buena evaluación de del porcentaje de productividad por este grupo de factores. Los principales factores que caben dentro de este grupo son:

- ❖ **Dificultad del trabajo:** el grado de dificultad afecta el rendimiento.
- ❖ **Riesgo:** el peligro al cual se ve sometido el obrero al realizar ciertas actividades, disminuye la productividad de la mano de obra.
- ❖ **Discontinuidad:** las interferencias o 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 trabajos limpios y organizados
- ❖ **Actividades predecesoras:** la calidad de superficie o sitio de trabajo donde se realiza la actividad afecta los rendimientos de la mano de obra y la buena realización de las actividades anteriores a la que se trabaja garantiza un mejor grado de eficiencia.
- ❖ **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 a pequeños espacios, el rendimiento del obrero disminuye.
- ❖ **Urgencia:** el conocimiento por parte del personal obrero de la urgente necesidad de tener cierta labor prontamente terminada mejora la disposición de este personal.

1.3.2.4.1 tipos de actividad

Las distintas actividades presentes en la construcción, se pueden clasificar según diferentes criterios que nos permitan su análisis.



1.3.2.4.1.1 Complejidad

El grado de complejidad de una tarea se puede clasificar así:

- Actividades simples: implican pocas operaciones elementales
- Actividades normales: son las que tienen un grado de complejidad intermedio
- Actividades complejas: se componen de operaciones muy diferentes, que pueden ser simultáneas o realizadas por diferentes personas con distintas especialidades.

1.3.2.4.1.2 Continuidad

Es importante clasificar las actividades según si se realizan en forma continua o no.

- Continuas: son las que cierran el ciclo de principio a fin sin interrupciones o esperas determinadas.
- Discontinuas: son las que presentan interrupciones o esperas indeterminadas. Para medir los rendimientos en estas actividades, evitando tener en cuenta estas interrupciones indefinidas, se hace necesario descomponerlas en actividades continuas. En este caso se debe tener en cuenta si la falta de continuidad es intrínseca a ella o depende de factores externos, situación ésta que se debe tener en cuenta al medir la validez de la observación para la toma de datos de rendimientos.

1.3.2.4.1.2.1 causales de discontinuidad

Es importante estudiar los causales de discontinuidad en la ejecución de las actividades de construcción. Si la discontinuidad es intrínseca o propia del proceso lógico de la actividad se deberá subdividirlas en sub-actividades



continuas que permitan tomar de manera lógica, los datos de rendimiento de la mano de obra.

Si las causas de las fallas de continuidad en la ejecución de la labor determinada son externas a ella, como las producidas por desabastecimientos, fenómenos atmosféricos, accidentes o por la actuación del trabajador, se tendrá una situación imprevisible que hace invalida la observación.

Teniendo en cuenta estas anotaciones, se puede clasificar las causales de discontinuidad así:

❖ **Intrínsecas o propias del proceso**

- esperas propias de la actividad
- deslizamientos
- fraguados
- curados

❖ **Externas o las producidas por otros factores**

- demoras
- descansos
- lentitud
- daños
- instrucción incompleta
- desconocimiento
- fatiga
- ajuste, reparación
- accidentes
- lluvias
- desabastecimiento



1.3.2.4.2 Cuadrillas

La cantidad de personas necesarias para ejecutar la labor debe ser tenida en cuenta. En este sentido se pueden clasificar así:

- individual: son aquellas ejecutadas por un solo operario trabajando independientemente.
- Colectiva: son las que requieren para su ejecución la participación de más de un operario trabajando en la misma actividad.
- Múltiples: son las colectivas donde se complementan distintas cuadrillas de diferentes especialidades.

1.3.2.4.3 Operaciones que conforman una actividad

Cualquier actividad se compone de pasos que conforman el método del proceso involucrado. Estos pueden ser así:

- recibir instrucción
- leer, medir, marcar o acotar
- acopiar material
- desempacar, preparar u ordenar
- revisar, escoger o seleccionar
- plantillar, madrinar o basar
- mezclar, ensamblar, instalar, colocar unir o pegar
- resanar, ranurar o emboquillar
- hilar, aplomar o asentar
- desmoldar o retorar
- examinar, aprobar o visar
- ajustar, corregir o repetir
- limpiar, proteger o cubrir



1.3.2.4.4 Características requeridas para evaluar una actividad

Para poder adelantar el trabajo de medir los consumos de mano de obra en las diferentes actividades de la construcción, se hace indispensable que la actividad a medir tenga las siguientes características:

- **Definida:** el desarrollo de la actividad debe estar claramente definido en su procedimiento y en el ámbito de ejecución. Debe tenerse en cuenta que para ejecutar una actividad pueden existir varios procedimientos apropiados que tienen, por sí, diferentes rendimientos. La actividad se mide siguiendo un procedimiento de ejecución definido.
- **Continua:** aquí se tiene en cuenta la influencia de las discontinuidades intrínsecas o propias de la actividad, lo que hace necesario partir la actividad en sub-actividades continuas para hacerla medible en su duración
- **Típica:** para hacer observaciones validas con el fin de formar una base de datos de rendimientos, y que esta no se haga muy extensa, debe preferirse la selección de las actividades comunes en el sector de la construcción.
- **Cerrada:** el alcance del proceso que se mide debe ser completo, o sea que la actividad en consideración se inicie desde su principio y culmine con su terminación, dejando acabada la obra, o permitiendo la iniciación de una nueva actividad sobre ella.
- **Representativa:** al definir la actividad que será objeto de la medición, se debe tener en cuenta que estar libre de pasos que varíen de obra en obra. Solo se deben incluir los pasos que son comunes independientemente de las condiciones circunstanciales de la obra donde se tomen. Es el caso de los transporte interno de los materiales que son con seguridad diferentes de una obra a otra, o aun dentro de una misma obra. Esto para poder hacer comparables los datos obtenidos en distintas fuentes.



- **Normal:** se refiere a que las condiciones en que se realiza la actividad que va a hacer medida debe ser lo más cercana al punto de afectación neutro por todos los factores que pueden afectar el rendimiento. Teniendo en cuenta el método de evaluación para cada grupo de factores ya definidos, ninguno de ellos deberá tener una influencia fuerte en la productividad. La evaluación global de los siete grupos de factores que pueden estar afectando, debe estar entre el 61 y el 80%.

1.3.2.5 Equipamiento²⁴

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. En este punto se deben estudiar elementos como:

- Disponibilidad: este favorece la acción en la obra
- Condición: el estado general del equipo afecta su desempeño
- Mantenimiento y reparación: la agilidad con que se resuelvan los problemas que pueda presentar el equipo es de gran importancia en la productividad

Este debe ser el más simple de analizar entre todos los grupos de factores. Se debe conocer el tipo y clase de equipo disponible, y su estado mecánico. Si se espera disponer del equipo por medio del arriendo, se debe tener en cuenta el arrendador, su equipo y el mantenimiento. Los factores incluidos en este grupo son:

- ❖ **Herramienta:** la calidad, suficiencia y grado de adecuación de la herramienta afecta la labor de la mano de obra.
- ❖ **Equipo:** su estado y disponibilidad son de importancia capital en la ejecución de muchas actividades.

²⁴ Cano. Duque, rendimientos y consumos de la mano de obra



- ❖ **Mantenimiento:** su bondad y oportunidad en las reparaciones afectan la productividad.
- ❖ **Suministro:** disponer oportunamente del equipo y herramienta adecuada favorecen un alto desempeño del usuario.
- ❖ **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.

1.3.2.6 Supervisión ²⁵

La calidad y experiencia del personal utilizado en la supervisión de las operaciones en la obra, influye considerablemente en la productividad esperada. Los asuntos a evaluar son:

- Experiencia
- Disponibilidad
- Sueldos

Es de vital importancia tener supervisores muy capacitados lo que genere una confiabilidad en los procesos y las actividades llevadas a cabo en la obra y disminuyendo los problemas en la ejecución del trabajo. Los factores a analizar en este grupo son:

- ❖ **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.
- ❖ **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.

²⁵ Cano. Duque, rendimientos y consumos de la mano de obra



- ❖ **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.

1.3.2.7 Trabajador ²⁶

Los aspectos personales del operario deben considerarse, ya que afectan su desempeño. Se deben tener en cuenta los siguientes asuntos:

- Estado de ánimo
- Situación familiar
- Habilidad
- Conocimientos
- Condición física

Al evaluar este grupo de factores se debe tener cuidado en investigar, posiblemente con la colaboración de un trabajador social, el estado físico y mental del operario y su predisposición hacia el trabajo. Los factores a tener en cuenta 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

²⁶ Cano. Duque, rendimientos y consumos de la mano de obra



descansos que garanticen un normal rendimiento del trabajador en sus actividades.

- ❖ **Habilidad:** algunos obreros poseen o desarrollan habilidades independientes 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.

1.3.2.8 Representación de la construcción como proceso de conversión abierto

Teniendo en cuenta la teoría del consumo de la mano de obra, y con estas, los factores que afectan la productividad, se puede mostrar conceptualmente la construcción como un ciclo de producción mediante un sistema de conversión abierto.

Este arreglo contempla que en la industria de la construcción la producción se ve afectada, durante el proceso de conversión tecnológica por ciertas influencias internas y externas, así como perturbaciones no definidas. Se puede clasificar esos factores en dos categorías: el ambiente de trabajo, relacionado con el contexto interno y externo; así como el contenido de



trabajo, referido al proyecto y especificaciones del diseño, que determinan el grado de complejidad del proceso constructivo²⁷.

Lo podemos ver en el siguiente esquema:

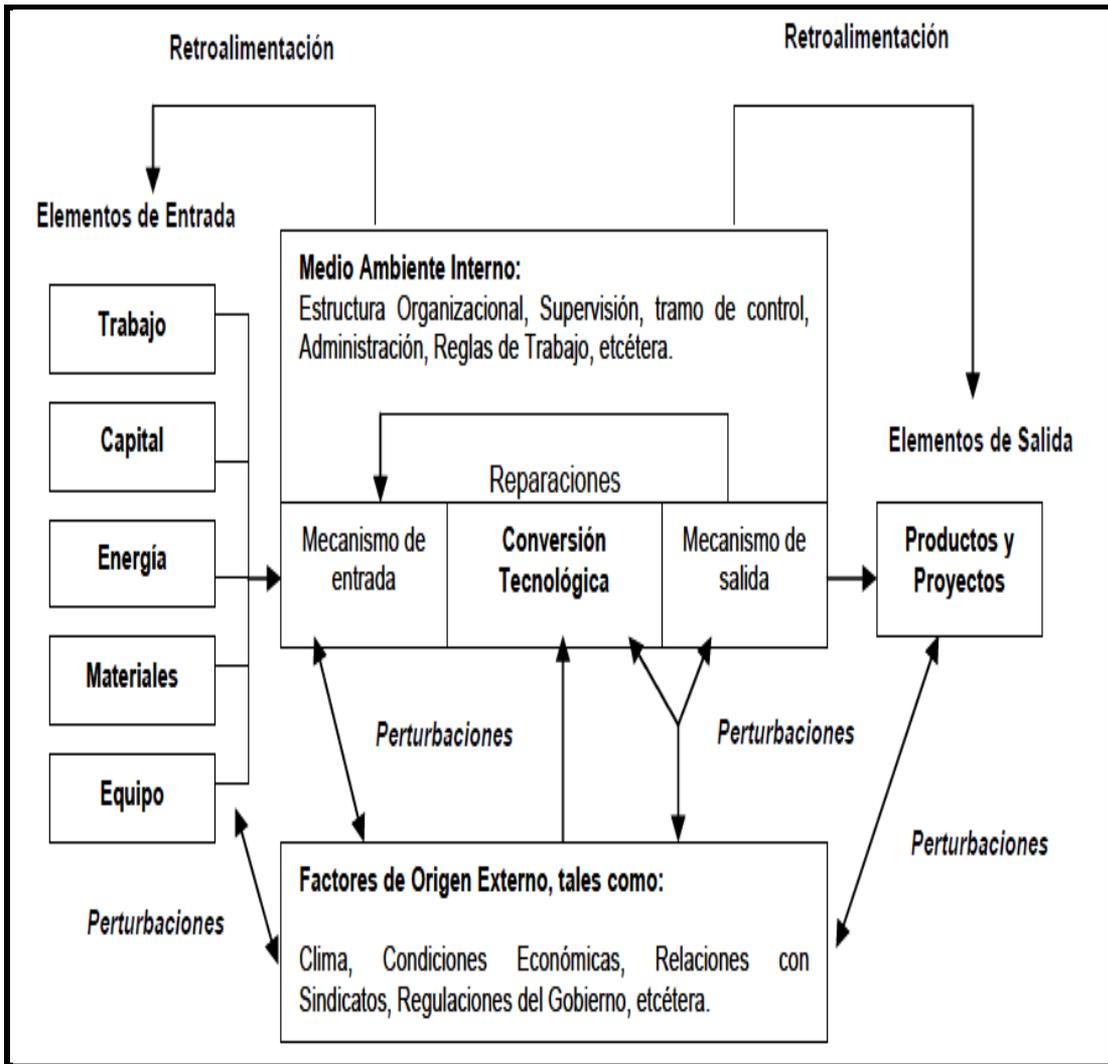


Figura 3. La construcción como un proceso de conversión abierto.

Fuente: la productividad en la construcción. Universidad de las Américas puebla.

²⁷ Revista de la universidad de las Américas. Productividad en la construcción.



Aplicado al análisis de mano de obra el proceso puede verse así:

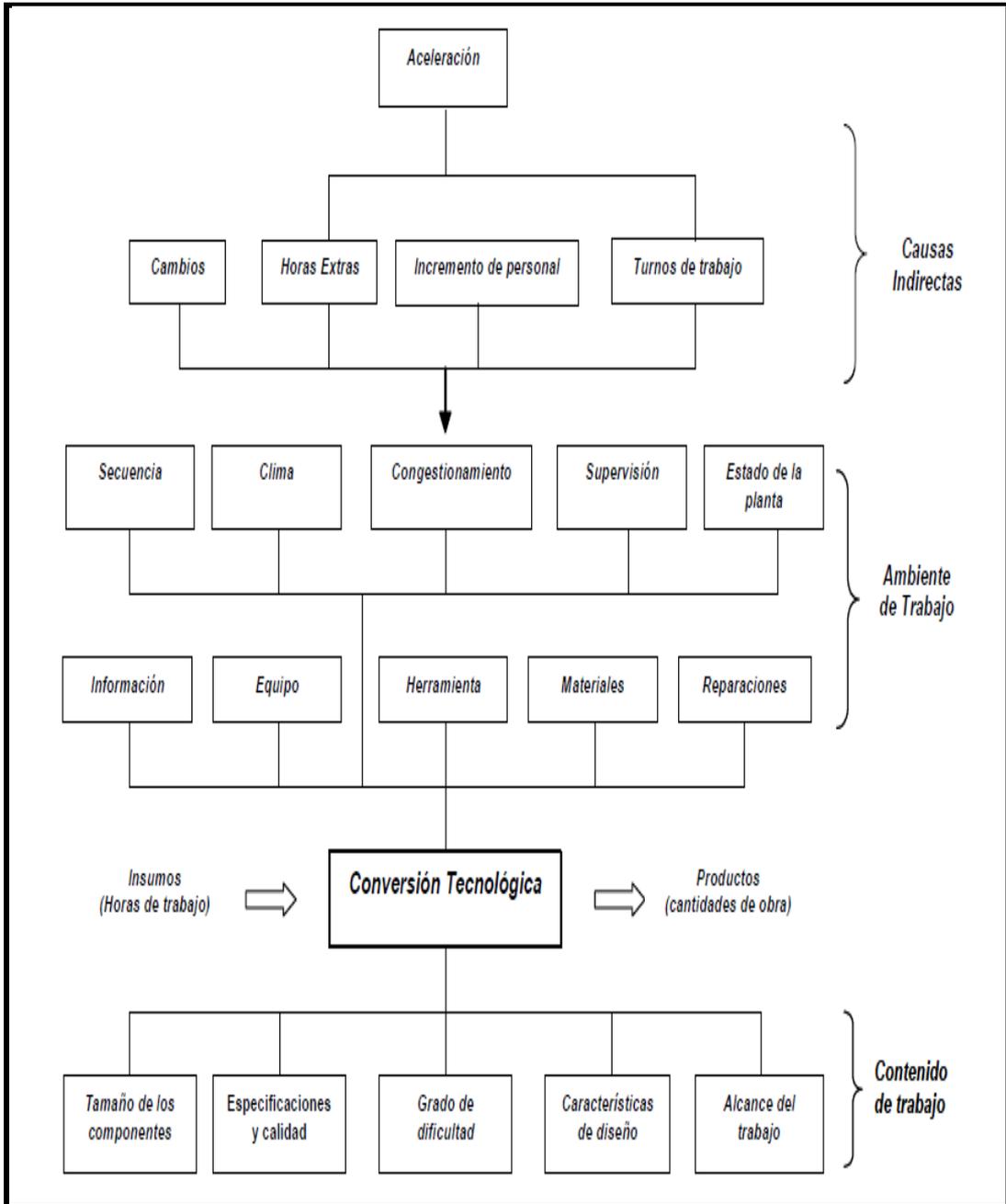


Figura 4. Representación detallada del modelo de factores

Fuente: la productividad en la construcción. Universidad de las Américas puebla.



En forma detallada, los factores que influyen en el ambiente de trabajo son: falta de herramientas y equipos, suministro irregular de materiales, supervisión deficiente, clima adverso, problemas de ingeniería, espera por secuencias de actividades, etcétera. De igual forma, el ambiente de trabajo puede verse afectado por causas indirectas como resultados del incremento o aceleración del ritmo del trabajo; principalmente, la programación de horas extras, cuyo empleo en lugar de propiciar un aumento en la productividad de la mano de obra, puede causar un efecto en sentido inverso. Por su parte, el contenido de trabajo afecta la productividad debido a los cambios relacionados con las especificaciones y calidad, grado de dificultad, alcances y características del diseño, que frecuentemente se presentan durante el desarrollo de una misma obra, según la parte específica del proyecto que se ejecuta cada día.²⁸

1.3.3 FORMULARIOS PARA LA CAPTACION DE DATOS²⁹

En las mediciones de rendimiento es indispensable diseñar un formato para tomar datos reales teniendo en cuenta la información precisa para el análisis posterior. También se debe definir un instructivo para la captación de datos en obra para trabajar con criterios unificados.

1.3.3.1 Datos indispensables

- **Actividad:** se debe describir claramente la actividad que se está midiendo y su unidad de medida.
- **Descripción:** para mayor claridad sobre la actividad que se investiga, y para poder estudiar en detalle su desarrollo, en el futuro, con el fin de optimizarlo, se debe hacer una descripción detallada paso a paso, dejando espacios para clasificar y medir las duraciones de cada uno de estos pasos.

²⁸ Revista de la universidad de las Américas. Productividad en la construcción.

²⁹ Cano. Duque. rendimientos y consumos de mano de obra.



- **Obra:** se debe identificar claramente la obra donde se realiza la observación, incluyendo datos sobre ella, como ubicación, constructor, tipo de obra y breve descripción.
- **Cuadrilla:** se debe registrar con precisión la cuadrilla que realiza la actividad, definiendo el numero de operarios de diferentes especialidades y las personas que desempeñan cada una de las funciones en la cuadrilla, con el fin de verificar la influencia del operario con sus características y condiciones propias, en el consumo obtenido.
- **Tiempo consumido:** el formulario debe permitir el registro del tiempo trabajado en el desarrollo de la actividad. Este dato se puede obtener registrando los tiempos consumidos, o las horas de entrada y salida con los tiempos de interrupciones que se pueden presentar en la jornada de trabajo. Se debe tener en cuenta que estos tiempos pueden ser diferentes para cada uno de los miembros de la misma cuadrilla.
- **Cantidad de obra:** debe quedar registrada la cantidad de obra ejecutada. Esto se puede hacer tomando el dato en cada uno de los ambientes de trabajo, o haciendo repetir ambientes iguales varias veces.
- **Grado de influencia:** se debe medir la influencia positiva o negativa de cada uno de los factores que pueden afectar el rendimiento o consumo de la mano de obra, clasificados en los siete grupos mencionados.

1.3.4 CAPTACION DE DATOS EN OBRA³⁰

El proceso de medición en la evaluación del rendimiento, es uno de los pasos más importantes y en el cual se debe tener mucho cuidado al momento de plasmar los datos de cada una de las actividades. Es

³⁰ Cano. Duque, rendimientos y consumos de la mano de obra



indispensables tener detallado cada paso de esta parte del proceso y de igual forma manejar los instructivos que se utilizan para la valoración de los factores de afectación.

Para la captación de datos se deben seleccionar proyectos de construcción teniendo como base estos parámetros:

- Obras con un alto número de repeticiones
- Obras en las cuales se tengan continuidad en las cuadrillas que ejecutan las actividades
- Obras altamente organizadas

Esto con el fin de disminuir las incertidumbres en cuanto a los factores de afectación en la parte de las actividades, supervisión entre otras y además tener suficientes datos para ser analizados estadísticamente.

1.3.4.1 Toma de datos

Para hacer la captación de datos en obra, y teniendo en cuenta que se hace indispensable instruir y entrenar a las personas que se encargaran de esta labor, se hace necesario crear cuadros y guías para orientar la evaluación de los diferente factores que intervienen en el rendimiento.

1.3.4.2 Levantamiento y descripción de la actividad a medir

Antes de proceder a hacer cualquier captación de datos en una obra para evaluar los rendimientos, es necesario hacer una detallada descripción de lo que se está midiendo. Es recomendable obtener unos planos o realizar un levantamiento del frente del frente de trabajo que se mide. Tener una descripción detallada de las especificaciones y condiciones de ejecución de la actividad, que sirvan para futuras comparaciones con otras mediciones. Esta información también debe servir para revisar y evaluar el desempeño del tomador de datos en obra.



1.3.4.3 Instructivo para evaluar los factores de afectación

Una propuesta muy viable para evaluar los factores de afectación es un cuadro en el cual se definen criterios para la calificación, aquí se presenta las siete categorías estudiadas en el numeral 2.4.2. Para cada uno de estos factores se han definido una escala de calificación de 1 a 5, siendo 1 la condición más desfavorable, y 5 la más favorable. Se estima que 3 es la condición normal.

Cada categoría se evalúa promediando la calificación de sus factores. Esta calificación promedio para cada grupo se asocia con la tabla contenida en el numeral 2.4.2 (Tabla 4. Porcentaje de afectación de los grupos en la productividad).

Se deben hacer las interpolaciones respectivas para calificaciones con decimales. Se recuerda que la afectación global será la media aritmética de las siete categorías.

TABLA 7. Cuadro para la calificación de los factores de afectación en campo

Grupo	Rango (%)	0	1	2	3	4	5
Economía general	50 a 75	50	55	60	65	70	75
Clima	40 a 75	40	47	54	61	68	75
Laborales	40 a 80	40	48	56	64	72	80
Actividades	40 a 80	40	48	56	64	72	80
Equipamiento	55 a 75	55	59	63	67	71	75
Supervisión	50 a 75	50	55	60	65	70	75
Trabajadores	60 a 75	60	63	66	69	72	75

Fuente: Cano, Antonio. Duque, Gustavo. Rendimientos y consumo de mano de obra. Medellín: SENA-CAMACOL. 2000



1.3.5 PROCESAMIENTO DE DATOS³¹

Con suficientes datos obtenidos de la captación en obra, en diferentes actividades, se procede al análisis estadístico, cuyo principal objetivo es el obtener consumos estándar en las actividades evaluadas y determinar la influencia de los factores de afectación en los consumos de mano de obra.

En esta parte es de vital importancia la utilización de herramientas estadísticas y programas como Microsoft Excel, tanto para la ordenación como clasificación de las actividades y la obtención de los datos y Statgraphics para un adecuado proceso de análisis estadístico.

El proceso para el análisis estadístico es:

- **Exportación de datos desde Microsoft Excel hacia Statgraphics.** Incluyendo todos los datos de identificación de las actividades, cuadrillas, obras, tiempos observados, consumos, rendimientos y calificación de las variables independientes (factores de afectación del consumo).
- **Obtención de estadísticas básicas sobre el consumo de mano de obra.** Procesando todos los datos hallados del consumo de mano de obra en las múltiples observaciones, organizados por actividad de construcción, se determina para cada muestra promedio, mediana, moda, desviación estándar, varianza, rango, kurtosis, sesgo.
- **Determinación si la muestra seleccionada se distribuye normalmente.** Utilizando el criterios de que muestras en las cuales la kurtosis y el sesgo estándar tengan valores por fuera del rango de -2 y 2 pueden alejarse de la normalidad y tiende a invalidar cualquier prueba estadística con relación a la desviación estándar, se decide si es o no necesario la eliminación de datos extremos.

³¹ Botero. Análisis de rendimientos y consumos de la mano de obra en actividades de construcción



- **Eliminación de datos extremos.** Si el primer análisis estadístico arroja que los datos del consumo se apartan de una distribución normal, se procede a eliminar datos extremos, utilizando el siguiente criterio:

Límite superior= Cuartil superior + 1.5 desviación estándar

Límite inferior = Cuartil inferior – 1.5 desviación estándar

Se eliminan los datos por encima del dato superior y bajo el límite inferior. Nuevamente y con los datos extremos se procede a verificar que el consumo obtenido corresponda a una distribución normal.

- **Prueba de bondad de ajuste.** Utilizada si las observaciones realizadas son familiares a lo esperado dentro de una distribución normal.

Una vez comprobado que los datos de consumo obtenidos dentro de un grupo de observaciones de una actividad de construcción, se ajusta a la distribución Gaussiana o normal, se procede con la segunda parte del análisis estadístico, en la cual se estudia la influencia de los factores de afectación (variables independientes) en el consumo de mano de obra de las actividades de construcción estudiadas.

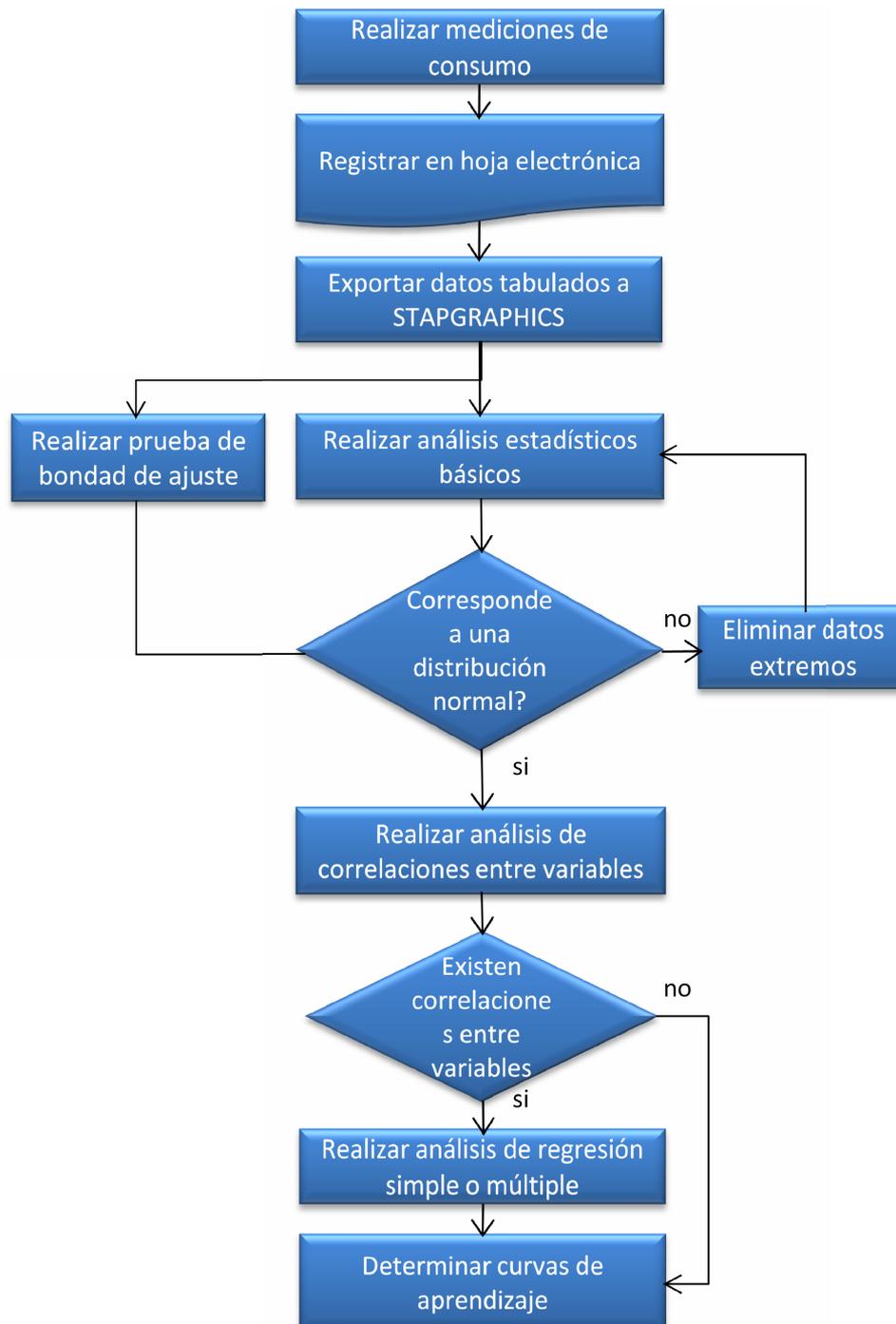
- **Determinación de las correlaciones entre las variables dependientes y las variables independientes.** Determinando el coeficiente de correlación y el valor de la prueba (probabilidad de que se cumpla la hipótesis nula), se establece si estadísticamente existe correlación entre el consumo y las variables independientes (factores de afectación)
- **Análisis de regresión.** Dependiendo si estadísticamente es influido por una o varias variables independientes (factores de afectación), resultantes de la determinación de correlaciones, se realiza una



regresión lineal simple o múltiple, respectivamente. El objetivo principal en este análisis es hacer predicciones, con bases en las ecuaciones matemáticas del consumo de mano de obra de una actividad, teniendo en cuenta las calificaciones de las variables independientes que lo afectan. En los casos en que sea posible, se establecen modelos matemáticos de cada integrante de la cuadrilla (oficial y ayudante), para una actividad determinada. Igualmente se establece la ecuación para predecir el consumo de la cuadrilla.



Figura 5. Descripción del proceso de análisis estadístico



Fuente: Botero, Luis Fernando. Análisis de rendimientos y consumo de mano de obra en actividades de construcción. Revista Universidad EAFIT No.128. 2002



1.3.6 ANALISIS DE DATOS OBTENIDOS

Luego del extenso trabajo de recolección y procesamiento de datos de consumo, se da paso al análisis de cada uno de los datos obtenidos y comparados. Generalmente, en los estudios realizados previamente en la parte de los rendimientos de la mano de obra se ha encontrado un alto grado de dispersión en relación a los datos obtenidos para las mismas actividades, lo que puede ser producto de las diferentes condiciones como habilidad de la cuadrilla y/o áreas de trabajo que se dan al momento de ejecutar una actividad.

Es importante al momento del procesamiento como del análisis, tener en cuenta los resultados de consumo en ambientes semejantes, ya que la dispersión de datos para esas actividades con esas características disminuye significativamente. Por ejemplo, los consumos de la cuadrilla A en la actividad de enchapes de cocinas, tienen una alta dispersión aun en diferentes repeticiones. Pero luego de revisar y ordenar los consumos para enchapes en los pisos de las cocinas, que es una superficie horizontal, y los consumos registrados en los enchapes de las paredes de la cocina, que es una superficie vertical, la dispersión de los datos para esta actividad en cada ambiente disminuye. Por esta razón al registrar datos se debe separar en cada ambiente los registros de trabajo. Además, si dentro de cada tipo de ambiente se filtran áreas iguales, se podrá encontrar una dispersión cada vez menor. Entonces lo ideal para la medición, en este sentido, sería repetir un número suficiente de observaciones con la misma cuadrilla en el mismo ambiente con la misma área.

Al momento de determinar que cuadrilla es más eficiente, sería necesario analizar sus consumos en un mismo ambiente, con el mismo número de operarios y en similares condiciones. Luego de los análisis de datos es posible realizar un análisis de rendimientos mucho más centrado y con



variables más identificadas con el fin de mejorar los tiempos empleados por los trabajadores para ejecutar las diferentes actividades.

En la parte de los análisis de rendimientos, es de vital importancia el entendimiento de los plazos reportados, en estos consumos se muestra no solo la duración de la actividad, sino que también incluyen tiempos donde surgen imprevistos y otros en los cuales el trabajador toma descanso dentro de la ejecución de la actividad, este lapso de tiempo es necesario para el trabajador e ignorado al momento de la planeación por los gerentes. Estudios realizados muestran que los descansos en actividades de largas horas de duración son importantes para el buen desempeño de la mano de obra. De aquí la importancia de entender que los datos reportados son más que las duraciones en una actividad, y que se pueden representar de la siguiente forma:

Plazo Reportado de la Actividad		
Duración de actividad	Imprevistos	Periodos de descansos

Es posible que dentro de los formatos para mediciones se tengan en cuenta los periodos de descansos en las actividades para también poder hacer una estimación y establecer periodos admisibles de descansos para cada actividad. Además sería de gran utilidad al momento de trabajar con datos de consumos normalizados ya estos datos cuentan con los lapsos de duración de la actividad y estimaciones de los factores de afectación en estas, luego al momento la utilización el gerente encargado de planeación podrá aplicar a los datos de duración, los de descanso para tener un margen real, además de considerar los imprevistos en cada caso.

En los datos de imprevistos se pueden considerar algunos de contingencias, como:

- Ajuste y mantenimiento de herramientas



- Tiempos de esperas, debido a subcontratistas, averías en las maquinas, falta de material, etc.
- Condiciones de obra inesperadas
- Plazos de aprendizaje
- Tareas únicas
- Cambios en el proyecto

De igual forma después de realizar un análisis del procesamiento de los datos de consumo de la mano de obra, es posible determinar los costos de las actividades de construcción estudiadas. Por ejemplo, en actividades de excavación en material común de la zona, con un grado de humedad bajo y a una profundidad de 1 hasta 1,5 m, los contratantes pagan por unidad de excavación (m³) alrededor de \$12.000/m³.

Con las condiciones actuales (año 2009), y con un promedio de los consumos registrados para esta actividad en diferentes tablas de rendimientos y consumos, podremos determinar el precio estimado que debería ser pagado atendiendo los datos analizados.

Tabla 8. Costo Mano de Obra a partir de consumo Estándar

PORCENTAJE COSTO PAGADO/COSTO ESTUDIO EN ACTIVIDAD DE EXCAVACION EN MATERIAL COMUN DE LA ZONA	
S.M.L.M.V.	\$ 497.000
Valor Hora trabajador (Incluye prestaciones 75%)	\$ 3.624
Consumo Mano de Obra, hora/m ³ . (Promedio)	3,38
Precio Según Estudio	\$ 12.249
Precio Pagado (Promedio)	\$ 12.000
% Precio pagado/Precio estudio	0,980

Con la situación mostrada, se puede tener una idea lo amplio e importante que es el estudio de los rendimientos de los trabajadores. Con esto podríamos realizar estudios sobre la justa remuneración económica de los



trabajadores teniendo en cuenta sus capacidades ayudando a formar un sistema equilibrado favoreciendo el normal desarrollo de los proyectos, además se podrían implementar gestiones de rendimientos donde la supervisión de los trabajadores tenga un papel importante, para no patrocinar la improductividad de algunos trabajadores y mejorar el desempeño general.



2 CAPITULO 2

2.1 VISITA TECNICA A EMPRESAS CONSTRUCTORAS LOCALES

Con el fin de contextualizar la teoría revisada del consumo de la mano de obra y del manejo administrativo de los consumos del recurso humano en las empresas, se realizan visitas de consulta a empresas locales de construcción. En estas visitas se indaga cómo las empresas realizan los estudios de los rendimientos de los trabajadores, como identifican las actividades a medir, como es el proceso de captación de los datos y quien lo realiza, y según su experiencia que factores de afectación influyen más en la zona y recomendaciones para mantener o mejorar los rendimientos o consumos. Las empresas visitadas fueron: ALVAHEL Ltda. , ARISTA Arquitectura & Ingeniería, Constructora Martínez & Giraldo asociados S.A y H & G construcciones Ltda.

2.1.1 SELECCIÓN DE ACTIVIDADES

Generalmente esta parte no tiene un proceso riguroso de selección, simplemente las empresas miran la conveniencia de medir las actividades en las cuales se están trabajando, que generalmente son típicas y repetitivas, con niveles de complejidad entre simples y medios, y son representativas para la obra. Estas actividades se miden o evalúan con el fin de controlar las duraciones de la obra y de llevar un registro para los pagos de la mano de obra.

2.1.2 CAPTACION DE DATOS

La captación de datos de consumo de la mano de obra no se realiza bajo un estricto formato diseñado que encierre y relacione factores de afectación, esta captación se realiza por día laborado, es decir, se anota los avances realizados, desde el momento de la entrada hasta la salida, por la cuadrilla



en una actividad que se realiza. Los datos se registran día a día en las bitácoras de la obra y los registros son llevados a cabo por los residentes de obra que tienen la información detallada de las actividades a realizar y conocen en general al personal de la obra y controlan los manejos de los materiales y las herramientas.

2.1.3 PROCESAMIENTO DE DATOS

Generalmente las empresas no realizan un procesamiento estadístico estricto de todos los datos registrado en la bitácora ni mucho menos cuantifican los factores que interfieren en los consumos de la mano de obra simplemente son llevados como un registro del avance. Y al momento de seleccionar un dato para la realización de presupuestos y programaciones, se seleccionan los datos más generales y si la obra que se presupuesta contiene actividades no típicas o con características diferentes a las trabajadas por las empresas simplemente se realiza una relación entre la actividad a presupuestar y condiciones semejantes registradas anteriormente para una aproximación probable a la duración de la actividad.

2.2 ANALISIS DEL PROCEDIMIENTO DE CAPTACION DE DATOS EN CAMPO

Los métodos utilizados por las empresas, como tal, para la evaluación del rendimiento y en esta la captación de los datos de consumo, no son métodos establecidos sino aplicados como producto de la experiencia de cada una de las constructoras, de igual forma el proceso adelantado por los residentes para la captación de los datos de consumo no completan un estricto régimen que tenga en cuenta posibles errores, generalmente para las captación de datos se utiliza el método de valoración de resultados, que contempla medir el consumo por medio de los objetivos alcanzados por las cuadrillas en un tiempo específico.



Posiblemente en las mediciones se presentan una cantidad de sesgos y errores, mencionados en la parte 1.2.3.2.1. En donde afecta de forma directa los resultados, esto puede producirse por el desconocimiento de un proceso establecido para la captación de datos. Pero también es muy posible que por el método utilizado para la medición del rendimiento, método de valoración de los resultados, los posibles errores y sesgos sean compensados con una muy buena medición.

Es de mucha importancia definir la actividad que se mide o que se controlan, ya que favorece y agiliza mucho las mediciones y los controles de las actividades además se pueden mejorar los procesos de realización de la actividad. Aquí cabe resaltar la importancia de una estructura de desagregación al momento de la evaluación de las actividades.

2.3 FACTORES QUE MAS AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD

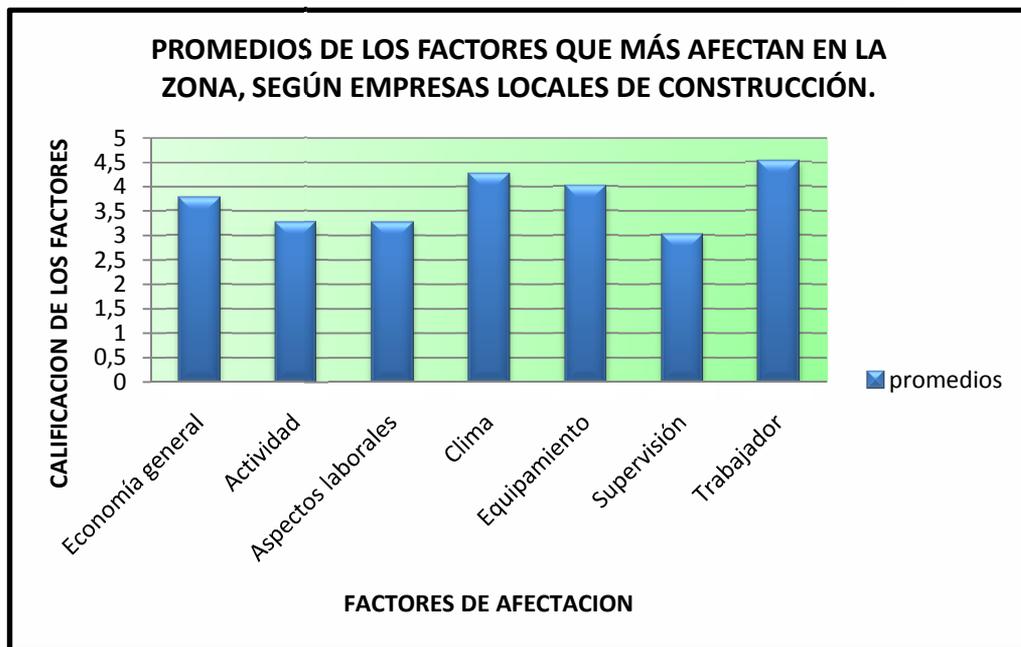
Las diferentes empresas consultadas miran y evalúan de forma distinta los factores que afectan la productividad del recurso humano en la zona. Estas calificaciones de afectación se basan en las experiencias ganadas en el campo de la construcción por cada empresa. Las calificaciones se dan en un rango de apreciación de 1 a 5, siendo 5 la calificación más alta o grado de afectación máximo y 1 el más bajo, se pueden repetir calificaciones entre factores si las personas consultadas así lo precisan.



TABLA 9. Calificación de los factores de afectación según su influencia localmente según las empresas

CALIFICACION DE LOS FACTORES DE AFECTACION SEGÚN EMPRESAS LOCALES					
Factores de afectación	ALVAHEL Ltda.	ARISTA Arquitectura & Ingeniería	Martínez & Giraldo asociados	H & G construcciones Ltda.	%
Economía general	4	2	5	4	3,75
Clima	5	4	3	5	4,25
Aspectos laborales	2	3	5	3	3,25
Actividad	2	5	4	2	3,25
Equipamiento	3	5	3	5	4
Supervisión	3	4	4	1	3
Trabajador	5	5	5	3	4,5

Figura 6. Promedios de los factores que más afectan en la zona, según empresas locales de construcción.





Según las empresas consultadas, los factores que afectan el rendimiento en la zona son, en promedio, las condiciones del trabajador, el clima presentado en la región y los equipamientos utilizados.

Las duraciones de las actividades son directamente afectadas por el rendimiento del trabajador o cuadrilla por esta razón es importante tener trabajadores que tengan un amplio conocimiento de los trabajos, mantengan un buen ritmo de trabajo, que tengan habilidad tanto al momento de ejecutar las actividades como al manejar las herramientas utilizadas, que tengan siempre buena actitud ante el trabajo y las recomendaciones y/o indicaciones de los superiores y presenten una buena motivación por el trabajo. El clima como factor externo también influye sobre el trabajador y sobre el ambiente donde se realiza la actividad, cuando se presentan jornadas de intenso calor sería conveniente para el rendimiento de los trabajadores contemplar el uso de cubiertas y cuando se presente temporadas de lluvias se deben apoyar en los pronósticos del tiempo en la zona para controlar la planeación de actividades. Además del trabajador y del clima son importantes los equipamientos necesarios para la realización de las actividades, no es igual realizar un corte de alguna madera u otro material con serrucho que con una cortadora, o la excavación o nivelación de un área considerable con palas y picos que con un niveladora, o la demolición de paredes sin lentes de protección y guantes; las herramientas facilitan y mejoran las duraciones de los trabajos, por eso es importante tener un mantenimiento preventivo anualmente y suministrarles elementos de protección con fin de garantizar su seguridad y aumentar el rendimiento.

2.4 COMPORTAMIENTO DE LOS RENDIMIENTOS A LO LARGO DE UN DIA LABORAL

Es posible estudiar el comportamiento de los rendimientos de los trabajadores en una actividad específica, en lapsos de tiempos del horario



laboral. Esto ayudara para tener una idea global de la secuencia en las cantidades ejecutadas de la actividad y servirá para determinar los periodos en los cuales se obtiene un rendimiento efectivo y en cuales lapsos los trabajadores podrían optimizar sus procesos. De igual forma ayudara a detallar y a detectar que factores interfieren en la mano de obra teniendo en cuenta el periodo específico del día.

Para mostrar en detalle esta situación, se tomaron datos de las cantidades de obras en actividades de excavación para la instalación de tuberías de $\phi 14$ Plg. de conducción de agua. Las condiciones dadas para esta actividad son las generales en la zona. El volumen de las actividades de la construcción está en buen nivel en el momento, la situación del empleo formal es de término medio, la actividad a ser estudiada es típica y tiene un alto número de repeticiones en los mismos ambientes o módulos, las herramientas utilizadas son de fácil manejo, los trabajadores cuenta con elementos de protección personal, la temperatura es alta en el momento, entre otras condiciones generales.

TABLA 10. Datos de rendimiento por hora en actividades de excavación.

ACTIVIDAD: EXCAVACION EN MATERIAL COMUN HASTA 1,00 m DE PROFUNDIDAD
UNIDAD DE MEDIDA: M3

COMPORTAMINETO DEL RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA EN DIFERENTES PERIODOS DEL DIA LABORAL			
HORAS	PERIODOS	RENDIMIENTO (M3/h-H)	
		VOL. EXCAVADO	VOL. EXCAVADO ACUM.
-	0	-	0
7:00-8:00	1	0,42	0,42
8:00-9:00	2	0,47	0,89
9:00-10:00	3	0,45	1,34
10:00-11:00	4	0,43	1,77
11:00-12:00	5	0,32	2,09
12:00-13:00	6	0,13	2,22
13:00-14:00	7	0,27	2,49
14:00-15:00	8	0,28	2,77
15:00-16:00	9	0,25	3,02
PROMEDIO	-	0,34	-

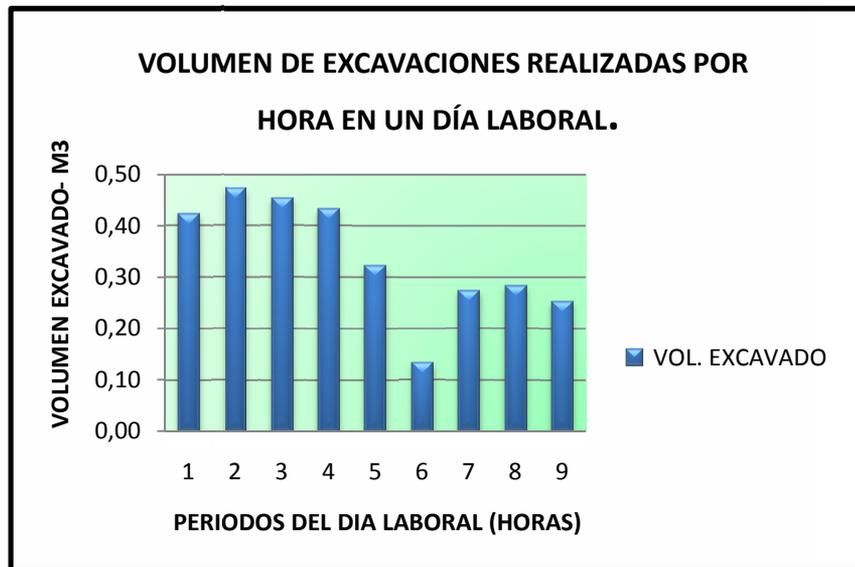


Figura 7. Volumen de excavaciones realizadas por hora en un día laboral.

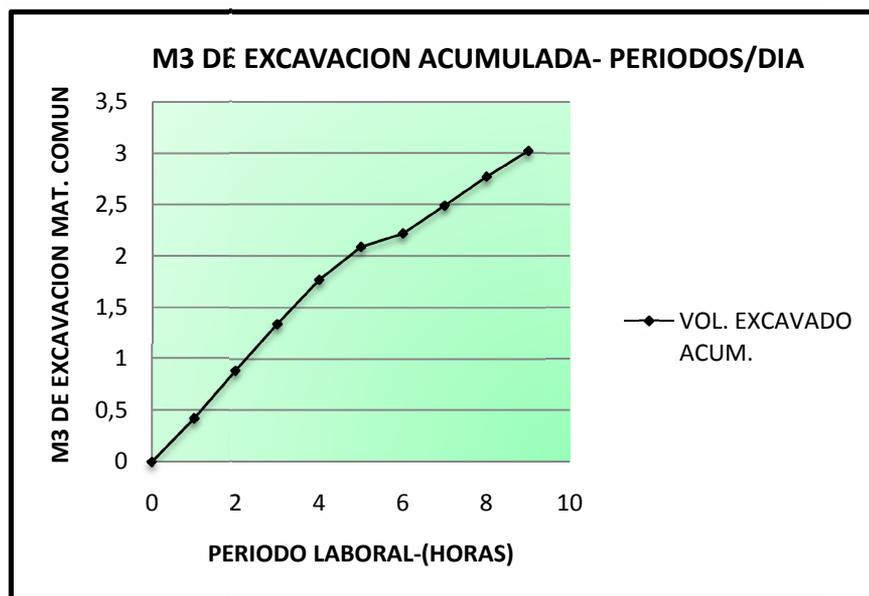


Figura 8. Volumen de excavaciones acumuladas realizadas por hora en un día laboral.



Podemos notar en los datos tabulados la variación de los rendimientos en los diferentes periodos determinados, esto es debido a las influencia de diversos factores que intervienen en momentos específicos o lo largo del día, como las condiciones físicas del trabajador (agotamiento), este se refleja en los datos registrados en las horas comprendidas entre 13.00 y 16:00 que muestran cierta disminución en la cantidad de obra ejecutada respecto a los demás datos. La variación del clima que afecta la ejecución de la actividad en las horas comprendidas entre los periodos 4 y 6, y los periodos de descanso prolongados.

Entre el periodo 5 y 6 se comprende el horario de receso por tal razón el dato registrado en este punto es bajo.

Los datos fueron tomados en un solo día por tal razón no es determinante al momento de tomar decisiones, pero da una gran muestra del comportamiento y variabilidad de los rendimientos de la actividad, en determinadas horas.

Es de vital importancia interpretar de buena forma estos datos para entender el comportamiento de los rendimientos a lo largo del día laboral, de aquí podemos tener una idea más generalizada de la complejidad de los datos de rendimiento en diversas circunstancias y en diferentes momentos del proyecto y la trascendencia de entenderlos para lograr un mejor proyección los presupuestos de obras.

Es importante realizar estudios más detallados los cuales ayuden en cada momento a comprender y a manejar de modo más confiable estos datos. Se recomienda identificar claramente cada una de las variables que intervienen en las actividades para dar adecuado tratamiento en los momentos donde se requiera optimizar los tiempos.



2.5 RECOMENDACIONES DE EMPRESAS LOCALES PARA MANTENER EL RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES.

En cuanto a las recomendaciones realizadas por las empresas para mantener y mejorar el rendimiento de los trabajadores están:

- Dar a conocer las responsabilidades en cuanto al cumplimiento de las actividades y los objetivos que se quieren alcanzar y respetar el horario del trabajo
- Incentivar al trabajador agradeciéndole y reconociendo su trabajo y si es oportuno dándole bonificación
- Darles charlas de salud ocupacional, y el manejo de los EPP (Elementos de Protección Personal)
- Mantener supervisión constante, y en caso de no ser posible la supervisión asignarles tareas diarias según los rendimientos evaluados con anterioridad
- Mejorar las relaciones personales entre los trabajadores de las cuadrillas y entre trabajadores y supervisores para tener un ambiente de trabajo agradable y de mucha colaboración
- Brindar buenos equipos y herramientas de calidad para que se realicen mejores trabajos
- Pagos puntuales y justos mejoran y aumentan la motivación del trabajador por sus labores

Se anexan algunas tablas para facilitar el trabajo en la determinación de los consumos de mano de obra por actividades.

Es importante aclarar que estos datos no son infalibles, pero son extraídos de tablas muy serias y reconocidas a nivel de la construcción.

Es necesario tener en cuenta que hay circunstancias especiales que requieren de ciertas consideraciones y estudios más profundos, y es en esta parte que se recomienda que en otros estudios acerca del tema, se tenga



mucha consideraciones con los factores influyentes y se realicen mediciones que actualicen datos y evalúen actividades con condiciones propias de la zona y actividades que no estén presentes en las tablas

Tabla 11. Consumos de mano de obra utilizada por las constructoras locales para la realización de una vivienda promedio, de un nivel. Entre 200 m² y 150 m².

ACTIVIDADES	CARACTERISTICAS	UND	OBREROS	REND. (unid /h-H)	CONS. (h-H/unid)
Trazado y replanteo	sin topógrafo	m2	oficial; ayudante	17,5	0,057
Excavación	material común homogéneo	m3	oficial; 2 ayudante	0,75	1,333
Fundición zapatas	concreto preparado	m3	oficial; ayudante	0,25	4
Fundición vigas cimient	concreto preparado	ml	oficial; 3 ayudante	3,2	0,313
Sobre nivel	2 hiladas de bloque 0,15m	ml	oficial; ayudante	3,03	0,33
Plantilla de nivelación	espesor=0,08 m	m2	oficial; 2 ayudante	3,33	0,3
Levante de muros	bloque 0,09 m	m2	oficial; ayudante	2	0,5
Pañetes	espesor=1,5 cm	m2	oficial; ayudante	1,8	0,556
Colocación cerámicas	30*30 cm	m2	oficial; ayudante	2,8	0,357
Pinturas	pinturas tipo 1	m2	2 pintores	10	0,1

Tabla 12. Resultados consumos estándar en actividades de construcción en viviendas en mampostería estructural. Intervalo de confianza del 90%

ACTIVIDAD	UD	OBRERO	RANGO CONSUMO (h-H/UD)					
			CONSUMO INDIVIDUAL			CONSUMO CUADRILLA		
			ALTO	PROM.	BAJO	ALTO	PROM.	BAJO
Excavación de material homogéneo	m3	oficial						
		ayudante	2,969	2,9325	2,896			
Excavación de material heterogéneo	m3	oficial						
		ayudante	3,359	3,15	2,941			
vaciado vigas de fundación	m3	oficial	0,3298	0,3217	0,3136			
		ayudante						



Sobre cimiento bloque concreto	ml	oficial	0,052	0,05085	0,0497	0,1058	0,1032	0,1006
		ayudante	0,0538	0,05235	0,0509			
impermeabilización sobre cimiento	ml	oficial						
		ayudante	0,0273	0,02565	0,024			
impermeabilización muro de contención	m2	oficial						
		ayudante	0,0771	0,07285	0,0686			
armado de filtro	ml	oficial	0,1231	0,11785	0,1126	0,2453	0,2349	0,2244
		ayudante	0,1222	0,117	0,1118			
mampostería en bloque de concreto	m2	oficial	0,21381	0,20984	0,2059	0,412	0,4036	0,395062
		ayudante	0,19823	0,19371	0,1892			
mampostería en ladrillo cerámico	m2	oficial	0,2743	0,26353	0,2528	0,4317	0,4161	0,400537
		ayudante	0,15745	0,15262	0,1478			
mampostería en bloque Split	m2	oficial	0,39363	0,35918	0,3247	0,727	0,6755	0,624026
		ayudante	0,33334	0,31631	0,2993			
vaciado de grouting piso 1	ml	oficial	0,0228	0,0217	0,0206			
		ayudante						
armado de losa en formaleta metálica	m2	oficial	0,2438	0,2314	0,219	0,6596	0,6175	0,57536
		ayudante	0,41583	0,3861	0,3564			
vaciado de losa formaleta metálica	m2	oficial	0,07657	0,07174	0,0669	0,1538	0,1447	0,13557
		ayudante	0,07726	0,07297	0,0687			
enchape en cerámica	m2	oficial	0,61766	0,59163	0,5656	0,9652	0,9175	0,869726
		ayudante	0,34758	0,32585	0,3041			
baldosa de cemento biselada	m2	oficial	0,28631	0,28024	0,2742	0,504	0,4902	0,476512
		ayudante	0,21766	0,21	0,2023			
cal en muros y cielos	m2	oficial	0,07365	0,04713	0,0206			
		ayudante						
cubierta en teja barro (tablilla)	m2	oficial	0,0567	0,05571	0,054	0,0843	0,0827	0,081127
		ayudante	0,0275	0,02699	0,026			
cubierta en teja barro (fieltro)	m2	oficial	0,0048	0,00469	0,004	0,0084	0,0081	0,007864
		ayudante	0,0035	0,00345	0,003			
cubierta en teja barro (teja)	m2	oficial	0,0488	0,04739	0,045	0,0624	0,0605	0,058588
		ayudante	0,0135	0,0131	0,012			

Fuente: Botero, Luis Fernando. Análisis de rendimientos y consumo de mano de obra en actividades de construcción. Revista Universidad EAFIT No.128. 2002



Tabla 13. RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA

(Tomado el valor de h/H. con prestaciones)

ACTIVIDADES	Unid	Oficial	ayudante
		hora	hora
PRELIMINARES			
levantamiento de terrenos o áreas menores de 300 m ²	m ²	0,05	0,05
limpieza y descapote a mano; e= 0,10 m	m ²	-	0,2
desalojo de material	m ³	-	3,25
limpieza y descapote a maquina	m ³	-	1,5
localización y replanteo	m ²	0,06	0,12
localización y replanteo (más de 1000 m ²)	m ²	0,06	0,1
CAMPAMENTOS			
campamentos de 9 m ² en guadua, esterilla y cartón	Gl	12,3	25
campamentos de 18 m ² en guadua, esterilla y cartón	Gl	24	28
campamentos de más de 30 m ² en guadua, esterilla y tejalit	Gl	42	84
CERRAMIENTOS PARA OBRAS EN CONSTRCCION			
cerramiento en madera (poste y tabla)	m ²	0,25	0,5
cerramientos en esterillas (poste y esterilla)	m ²	0,25	0,7
EXCAVACIONES			
en tierra, a mano, hasta 1 m. de profundidad	m ³	-	2,7
en tierra, a mano, hasta 2 m. de profundidad	m ³	-	3,6
en conglomerado, a mano, hasta 2 m de profundidad	m ³	-	4
en piedra, a mano, hasta 2 m de profundidad	m ³	-	7
en roca, hasta 2m de profundidad	m ³	-	23
en tierra, a mano bajo agua hasta 2 m de profundidad (incluye bombeo)	m ³	-	5
en conglomerado, a mano bajo agua hasta 2 m de profundidad (incluye bombeo)	m ³	-	7
en conglomerado, a mano bajo agua entre 2 y 3 m de profundidad (incluye bombeo)	m ³	-	9
en piedra, a mano bajo agua hasta 2 m de profundidad (incluye bombeo)	m ³	-	7
en roca, bajo agua hasta 2m de profundidad (incluye bombeo)	m ³	-	29
en roca, bajo agua entre 2 y 3 m de profundidad (incluye bombeo)	m ³	-	34
en tierra, a mano entre 2 y 3 m de profundidad (incluye entibado)	m ³	6	8
en tierra, a mano entre 2 y 3 m de profundidad (incluye entibado y bombeo)	m ³	6	10
en tierra, a mano entre 3 y 4 m de profundidad (incluye entibado y bombeo)	m ³	8	12
DERRUMBES			
sacada de derrumbes hasta 2 m de profundidad	m ³	-	3
sacada de derrumbes entre 2 y 3 de profundidad	m ³	-	4
sacada de derrumbes entre 3 y 4 m de profundidad	m ³	-	5,3
PREPARACION DE MAZCLA			
mezcla de concreto a mano	m ³	1	8
mezcla de concreto a maquina	m ³	0,5	2
CIMENTACION (concreto a mano)			
concreto ciclópeo hasta 1 m de profundidad	m ³	2	11
concreto ciclópeo hasta 1,5 m de profundidad	m ³	2	15
concreto ciclópeo hasta 1 m de profundidad (concreto preparado a máquina)	m ³	1,3	7,3



ACTIVIDADES	UNID	Oficial	Ayudante
		Hora	Hora
SOBRECIMENTOS			
Sobre cimientos en concreto	m2	2	3
Sobre cimientos en ladrillo recocido	m2	1,3	1,3
ESTRUCTURAS DE MADERA			
formaletas para zapatas	m2	0,75	0,75
formaletas para pedestales	m3	12	12
formaletas para placas aligeradas	m2	1	1
formaletas para placas macizas	m2	1	1
formaletas para escaleras rampa	m2	4	4
Formaletas para columnas (Sección menor 0,30*0,30 m.)	m3	21	18,5
formaletas para vigas de carga	m3	20	20
formaletas para vigas corridas en T	m3	16	16
formaletas para vigas de amarre sobre muros en sogá	M	0,54	0,54
formaletas para muros de contención	m2	1	1
formaletas para vigas canales	m3	20	20
formaletas para dinteles	M	0,6	0,6
CONCRETOS (incluye preparación a máquina)			
concreto para zapatas	m3	2,3	10
concreto para bases y pedestales	m3	3	12
concreto para placas aligeradas 1° y 2° nivel (incluye vigas de carga)	m2		
concreto para escaleras (rampa)	m3	4	16
concreto para columnas (sección menor 0,30*0,30)	m3	4	8
concretos para columnas (sección mayor 0,30*0,30)	m3	3,5	7
concretos para vigas de carga	m3	5	14
concreto para vigas corridas en T	m3	4	12
concreto para vigas de amarre sobre muros (soga)	M	0,2	1,1
concreto para dinteles	M	0,25	1,2
concreto para muros	m3	3	10
concreto para vigas canales	m3	6	16
concreto para placas macizas	m3	3	16,7
refuerzo figurado y colocado	Ton	50	50
colocación de losas prefabricadas e=0,20 con recubrimiento	m2	1,8	6
colocación de losas prefabricadas e=0,25 con recubrimiento	m2	1,9	6,2
colocación de losas prefabricadas e=0,30 con recubrimiento	m2	2	6,3
colocación de losas prefabricadas e=0,37 con recubrimiento	m2	2,1	6,4
MUROS			
ladrillo prensado 0,23 (tizón)	m2	1,6	1,6
ladrillo prensado 0,11 (tizón)	m2	1,3	1,3
ladrillo común 0,24 (tizón)	m2	0,9	0,9
ladrillo común 0,11 (soga)	m2	0,62	0,62
ladrillo común 0,07 (papelillo)	m2	0,7	0,7
muro de bloque hueco N° 3 de canto	m2	0,5	0,5
muro de bloque hueco N° 4 de canto	m2	0,6	0,6
muro de bloque hueco N° 5 de canto	m2	0,7	0,7
muro bloque de concreto estructural	m2	0,25	0,25
muro bloque de concreto	m2	0,7	0,7
PISOS			
en triturado; e=0,10 alistando la base	m2	0,05	0,2
en recebo; e=0,10 alistando la base	m2	0,05	0,06



ACTIVIDADES	Unid	Oficial	Ayudante
		Hora	Hora
en concreto; e=0,10	m2	0,2	1,5
en concreto ;e=0,15 (pavimento)	m2	0,25	2,2
en concreto; e=0,05 afinado y coloreado con mineral	m2	0,35	1,5
en cerámica Decorpiso	m2	1,5	1,5
en gravilla lavada	m2	1,8	1,8
en granito lavado	m2	1,8	1,8
en granito pulido, incluye máquina	m2	3,5	3,5
en baldosín de cemento	m2	0,6	0,6
fundición de andenes terminados con alistado	m2	0,25	2
ENCHAPES			
enchape en madera (machihembrado)	m2	0,9	0,9
enchape en granito pulido, ancho grada =1,0 m; incluye repello escalón	esc.	2,5	2,5
enchapes en granito pulido, ancho grada=1,50 m; incluye repello	esc.	3,5	3,5
CUBIERTAS			
cubierta en tejas de asbesto-cemento sobre estructura metálicas	m2	0,2	0,2
cubiertas en tejas de asbesto-cemento sobre cerchas de madera	m2	0,1	0,1
cubierta en teja de asbesto-cemento sobre estructura de maderas en muros	m2	0,45	0,45
cubierta en canaleta, de 3,50 hasta 5,50 m. de longitud (0,44m)	m2	0,35	0,8
REPELLOS			
muros interiores (liso), sin incluir estrías y filos	m2	0,5	0,5
muros interiores (liso), con estrías y filos	m2	0,6	0,6
muros exteriores (lisos)	m2	0,6	0,6
cielo raso (liso)	m2	0,75	0,75
pañetes rústicos	m2	0,8	0,8
PINTURAS Y ESTUCOS			
pintura de muros y cielos repellados, con dos manos de carburo o masillas y dos capas de vinilo	m2	0,4	-
pintura de muros y cielos estucados, con resane en superficies ya pintadas a dos manos	m2	0,25	-
pintura de muros y cielos repellados en carburo a tres manos	m2	0,3	-
bases estucos para pinturas finas (yeso, talco, cemento gris)	m2	0,4	-
estuco (yeso, caolín, cemento)	m2	0,4	-
estuco (cola para construcción, yeso)	m2	0,4	-
estuco (yeso, cemento, masilla)	m2	0,35	-
aplicación de graniplast	m2	0,6	-
DESAGUES COLOCACION DE TUBERIAS (incluye solado en arena y roca muerta)			
tubería 4"	m	0,25	0,5
tubería 6"	m	0,3	0,7
tubería 8"	m	0,4	1
tubería 10"	m	0,5	1,2
tubería 12"	m	0,6	1,3
tubería 14"	m	0,7	1,5
CAJAS DE INSPECCION CON SOLADO, TAPA Y REPELLO			
0,30*0,30	Unid.	2,4	2,4
0,50*0,50	Unid.	3,2	3,2
0,70*0,70	Unid.	5	5
1,0*1,0	Unid.	8	8



ACTIVIDAD	UNID	Oficial	Ayudante
		Hora	Hora
VARIOS DE MANO DE OBRA			
punto sanitario	Unid.	2	0,2
punto hidráulico (tubería galvanizada)	Unid.	2,3	0,2
punto eléctrico	Unid.	2,3	0,2
punto hidráulico (tubería P.V.C.)	Unid.	2	0,2
colocación de aparatos sanitarios	Unid.	2,66	-
colocación de rejillas, grifos, llaves de paso	Unid.	1	-

Fuente: manual de construcción. Tercera edición. Grama editores. 2005



TABLA 14. RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN

ACTIVIDAD	CARACTERISTICA	REND. M2/ h. H
Replanteo	Con topógrafo	0,47
Descapote a mano	No requiere personal especializado	2,07
Descapote a maquina	Buldozer D-6-B	11,11
Sobre-cimientos bloque n° 5	No usar ladrillo quebrado	1,28
Relleno compactado para base	Material seleccionado	1,97
Impermeabilización piso	Rollos de polietileno	9,35
Fundida de placa 1° piso	Concreto mezclado en planta	2,78
Muros tolete 0,15 a la vista una cara	Incluye colocación de andamios	0,53
Muros tolete 0,25 a la vista una cara	Incluye colocación de andamios	0,35
Enmaderado de cubierta	Material localizado	1,11
Colocación de esterilla y alambrón	Guadua en rollo	2,33
Placa de mortero en cubierta	Concreto mezclado en planta	2,45
Afinado de cubierta	Material mezclado en obra	2,77
Impermeabilización de cubierta	Incluye colocación de tela y asfalto	2,47
Colocación de teja de barro	Mortero mezclado en sitio	0,6
Colocación de teja asbesto-cemento	La teja esta en el sitio	3,11
Cubierta en pizarra	Incluye colocación de planchones	2,11
Enmaderado fino	Materiales en el sitio	0,38
Colocación techo de madera	Trabajo personal especializado	0,92
Afinado de pisos	Capa de 3 cm	0,82
Colocación pisos de vinisol	Baldosas de 20 *20 cm	6,62
Colocación pisos baldosín de cemento	Baldosín 25 *25 cm	0,68
Colocación pisos de mosaico	Mosaico 11*11 cm	0,6
Colocación pisos en Mayólica	Incluye emboquillado	0,84
Emboquillado	Incluye preparación del mortero	7,52
Colocación pisos en listón	Listón machihembrado	1,32
Colocación pisos en Parket	Madera de 4*20 cm	2,18
Pulida pisos de madera	Maquina de rodillo horizontal	2,82
Guarda- escoba en cemento	Incluye preparación del mortero	2,37
Pañetes muros 1° piso	Incluye colocación de andamios	1,02
Pañetes muros 2° piso	Incluye colocación de andamios	1,03
Pañetes muros de cerramiento	Incluye colocación de andamios	1,38
Colocación de cielo-raso sobre placa	Mezcla preparación en obra	0,92
Cielo-raso sobre malla	Incluye colocación de malla	0,36
Enchape en porcelana	Se considera la emboquillada	0,5
Formaleta de fondos	Incluye viga, losa y voladizos	1,77
Entramado placa de entrepiso		0,62
Formaleta placa entre piso	Arriostro-miento	2,16



ACTIVIDAD	CARACTERISTICA	REND. M2/ h. H
Formaleta para placa	Reforzada horizontal y diagonalmente	0,5
Fundida de entrepiso	Incluye viga, losa y voladizo	3,15
Fundición de entrepiso aligerado	Concreto mezclado en planta	0,21
Fundida de placa maciza	Concreto mezclado e planta	0,26
Cielo-raso en madera	Incluye colocación andamios	2,11
Aplicación carburo	No se usa andamio sino escalera	21,74
Aplicación marmolina	Incluye colocación andamios	1,94
Aplicación estuco	Incluye colocación andamios	4,29
Pintura muros interiores	Aplicación con brocha	7,14
Pintura cielo-raso	Incluye colocación andamios	6,06
Colocación kanguroid	Incluye uso base	5,181
Colocación prados	Incluye nivelación tierra	6,45
Labor jardinería		4,95
Construcción andenes	Mezcla en obra	0,99
Excavación suelo suelto seco	Pica, pala barra y pita	0,35
Excavación suelo suelto húmedo	Pica, pala barra y pita	0,2
Excavación suelo blando seco	Pica, pala barra y pita	0,26
Excavación suelo blando húmedo	Pica, pala barra y pita	0,2
Excavación suelo duro seco	Pica, pala barra y pita	0,1
Excavación suelo duro húmedo	Pica, pala barra y pita	0,1
Retiros sobrantes de excavación	Acarreo 10 m de distancia	1,88
Cimientos en arena-cemento	Transporte mezcla a 15 m	0,24
Cimiento en concreto ciclópeo	Mínimo 2 oficiales	0,37
Mezcla concreto en obra	Cualquier tipo de personal	0,14
Construcción vigas de amarre	Acarreo en carretilla	0,22
Desagües en tuberías de gres	Incluye excavación y cajas de inspección	0,73
Prefabricación de alfajías	Incluye colocación de formaletas	1,14
Guarda escoba en mayólica	Tabletas de 15*7,5 cm	6,58
Enchape en ladrillo	Materiales a 20 m de distancia	0,83
Descimbrado de formaletas	Incluye personal especializado	4,93
Prefabricación de pasos de escalera	Incluye colocación de formaletas	0,54
Instalación de tuberías de aguas lluvias	Incluye excavación (interior de vivienda)	0,47
Instalación de tuberías aguas residuales	Incluye excavación (interior de vivienda)	0,47
Figurada de hierro	Incluye tiempo en corte y doblaje	47,62 kg/ h. H
Colocación de refuerzo	Incluye amarrada en hierro	20,83 kg/ h. H
Construcción de muros pasamanos	Incluye colocación de andamios	0,23 u/ h. H
Colocación mangueras ventilación	Materiales en el sitio	2,0 u/ h. H
Colocación tanque agua	Materiales en el sitio	0,11 u/ h. H
Colocación vidrios	No incluye tiempo de transporte	1,42 u/ h. H



ACTIVIDAD	CARACTERISTICA	REND. M2/ h. H
colocación marcos de puertas	No incluye transporte	0,41 u/ h. H
Colocación hojas de puertas	No incluye transporte	2,79 u/ h. H
Colocación marcos metálicos ventanas	Incluye transporte almacén sitio obra	0,509 u/ h. H
Colocación puertas en acrílico	No incluye uso de taladro eléctrico	0,94 u/ h. H
Colocación puerta garaje	Incluye colocación anclajes metálicos	0,125 u/ h. H
Colocación de cerradura	Carpintero especializado	1,28 u/ h. H
Instalación de aparatos sanitarios	Materiales en el sitio	0,34 u/ h. H
Colocación de chazos	No importa el tipo de personal	11,49 ch/ h. H
Obras de carpintería	Materiales en el sitio	0,026 C/ h. H
Instalación bajantes aguas residuales	Materiales puestos en el sitio	0,026 C/ h. H
Instalación tuberías acueducto	Comprende duchas y griferías	0,01 C/ h. H
Eléctricos de entre pisos	Material puesto en el sitio	0,058 C/ h. H
Eléctricos bajo placa	Materiales puestos en el sitio	0,058 C/ h. H
Prolongación de eléctricos	Incluye canalización y conducción	0,029 C/ h. H
Colocación de aparatos de cocina	Incluye conexiones para corriente	0,111 C/ h. H
Aparatos eléctricos y redes	No incluye instalación tubería conduit	0,02 C/ h. H

Fuente: manual de construcción. Tercera edición. Grama editores. 2005



BIBLIOGRAFIA

- Botero, Luis Fernando. Análisis de rendimientos y consumo de mano de obra en actividades de construcción. Revista Universidad EAFIT No.128. 2002
- Cano, Antonio. Duque, Gustavo. Rendimientos y consumo de mano de obra. Medellín: SENA-CAMACOL. 2000
- Gómez Mejía, Luis. Balkin, David. Cardy, Robert. Dirección y gestión de recursos humanos. Tercera edición. Prentice hall. 2001
- Noriega santos, Jorge. Obra: administración y gerencia. Cuarta edición. Bhandar editores.2002
- Manual de construcción. Tercera edición. Grama editores. 2005
- Revista técnica de escuela de ingeniería de la universidad de las Américas, Puebla; departamento de ingeniería civil. Productividad en la construcción.