

**“DETERMINACIÓN DE VARIABLES QUE PUEDEN AFECTAR EL
RENDIMIENTO DEL TRABAJADOR DE LA CONSTRUCCIÓN
CASO DE ESTUDIO”**

YENNY CARLINA LÓPEZ RENTERÍA

IC-032-2009

DAVID ALEJANDRO URREGO AVILA

IC-033-2009

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ, JULIO DE 2010

**“DETERMINACIÓN DE VARIABLES QUE PUEDEN AFECTAR EL
RENDIMIENTO DEL TRABAJADOR DE LA CONSTRUCCIÓN
CASO DE ESTUDIO”**

YENNY CARLINA LÓPEZ RENTERÍA

DAVID ALEJANDRO URREGO AVILA

**Trabajo de grado presentado como requisito
parcial para optar al título de Ingeniero Civil.**

Modalidad: Auxiliar de Investigación.

Investigadores Principales:

Ing. EDGAR FERNANDO CASTIBLANCO RAMIREZ.

Ing. AURORA VELASCO RIVERA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

BOGOTÁ, JULIO DE 2010

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANDA

MAYOR GENERAL (R) EDUARDO ANTONIO HERRERA BERBEL
Rector

MAYOR GENERAL GABRIEL EDUARDO CONTRERAS OCHOA
Vicerrector General

BRIGADIER GENERAL (R) ALBERTO BRAVO SILVA
Vicerrector Administrativo

Dra. MARTHA LUCÍA BAHAMÓN JARA
Vicerrector Académico

Dr. JORGE ARTURO REY CUBILLOS
Vicerrectora de Investigaciones

ING. RODRIGO LOZANO OSORIO
Decano de la Facultad de Ingeniería

ING. DIEGO CORREAL MEDINA
Director Ingeniería Civil.

**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
APROBACIÓN**

El trabajo de grado en modalidad de auxiliar de investigación titulado **“DETERMINACIÓN DE VARIABLES QUE PUEDEN AFECTAR EL RENDIMIENTO DEL TRABAJADOR DE LA CONSTRUCCIÓN CASO DE ESTUDIO”** presentado por Yenny Carlina López Rentería y David Alejandro Urrego Avila en cumplimiento parcial de los requisitos para optar el título de “Ingeniero civil”, fue aprobado por los investigadores principales.

Ing. EDGAR F. CASTIBLANCO R.

Ing. AURORA VELASCO R.

Directores

Observaciones:

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Bogotá D.C, Julio de 2010

Señores:

COMITÉ OPCIÓN DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
Ciudad

Ref.: Entrega informe final

En cumplimiento de las disposiciones reglamentarias de la Facultad, me permito presentar a su consideración el informe final titulado: **“DETERMINACIÓN DE VARIABLES QUE PUEDEN AFECTAR EL RENDIMIENTO DEL TRABAJADOR DE LA CONSTRUCCIÓN CASO DE ESTUDIO”** Los investigadores principales de la investigación por parte de la Universidad son el Ing. EDGAR FERNANDO CASTIBLANCO RAMIREZ Y la Ing. AURORA VELASCO RIVERA.

Por lo anterior agradezco la atención prestada.

Atentamente,

Yenny Carlina López Rentería
Estudiante de Ingeniería Civil

David Alejandro Urrego Avila
Estudiante de Ingeniería Civil

Ing. Edgar F. Castiblanco R.
Director del proyecto

Ing. Aurora Velasco
Director del proyecto

Bogotá, D.C, Julio de 2010

Señores

**COMITÉ OPCIÓN DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA**

Ciudad.

Ref.: Solicitud de Socialización del informe final.

En cumplimiento del reglamento de la Facultad para el desarrollo de la Opción de Investigación, me permito hacerles la solicitud para socializar el informe final titulado **“DETERMINACIÓN DE VARIABLES QUE PUEDEN AFECTAR EL RENDIMIENTO DEL TRABAJADOR DE LA CONSTRUCCIÓN CASO DE ESTUDIO”**

Por lo anterior agradezco la atención brindada.

Cordialmente,

Yenny Carlina López Rentería
Estudiante de Ingeniería Civil

David Alejandro Urrego Avila
Estudiante de Ingeniería Civil

Ing. Edgar F. Castiblanco R.
Director del proyecto

Ing. Aurora Velasco
Director del proyecto

Este trabajo esta dedicado a:

A mi hijo Juan Camilo, a quien le robé tiempo valioso de acompañamiento en su crecimiento, su niñez e infancia. A mi madre y hermana Diana por su apoyo incondicional, comprensión y amor en este proceso.

Carlina López.

A mi padre y madre motivos de inspiración, a su amor y apoyo incondicional en mi formación, a mis tíos Gonzalo y Paola por sus cuidados amorosos, a mi hermana Andrea y a mi querida ahijada María Fernanda a las cuales amo con todo mi corazón y son mi razón esencial para ser una mejor persona.

David Urrego.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Ingeniero Edgar Fernando Castiblanco Ramírez por su orientación y sapiencia en el proceso de creación de nuestro trabajo de grado, a su equipo de trabajo, en especial a la Ingeniera Diana Espinosa y al Ingeniero Daniel Vargas por su colaboración en todas las etapas de este arduo proceso, a la Ingeniera Aurora Velasco Rivera por su maternal trato, apoyo y orientación durante la carrera, a todos nuestros maestros que participaron en nuestro crecimiento profesional y finalmente a los personajes anónimos por los cuales se desarrolló esta investigación, actores importantes durante nuestra vida profesional.

A todos ellos infinitas gracias.

RESUMEN

Esta investigación se llevó a cabo para identificar las posibles causas que afectan el rendimiento del trabajador en el sector de la construcción, mediante la observación de jornadas laborales y algunas actividades que demandan tiempo en su ejecución, además de contemplar la necesidad de un sinnúmero de tareas que abarca cada una de ellas para entender claramente las circunstancias que llevan a la disminución del rendimiento en obra.

Luego de realizar la investigación en la Facultad de Ciencias Básicas en el campus Nueva Granada de la Universidad Militar en Cajicá, en actividades como mampostería, pisos, enchapes, columnas y zapatas se encontró que de las variables estudiadas en estas actividades el personal de apoyo es de vital importancia para la ejecución de las mismas, que la experiencia facilita y agiliza los procesos, la localización define significativamente el nivel de dificultad de las labores y la exposición a climas inclementes disminuye el rendimiento del obrero, por otro lado las variables como la edad, el nivel de educación y las personas a cargo no influyeron en esta investigación, pero se deben estudiar en circunstancias diferentes teniendo en cuenta que cada proyecto es único.

La productividad de los proyectos está más determinada por causas exógenas al trabajador, que por su propio desempeño. Las causas exógenas tienen que ver con la programación de obra, la disponibilidad de los materiales y equipos, los procesos administrativos y la responsabilidad del grupo de supervisión. Por ello cuando se piense en productividad el equipo técnico y administrativo encargado tiene la mayor parte de la responsabilidad.

ABSTRACT

The purpose of this research is to identify the possible causes that affect the performance of workers in the construction sector, observing the working hours and some activities that consume several times in its execution, in addition to providing the need for a myriad of tasks covering each of them to clearly understand the circumstances leading to decreased work performance.

After conclude the research on the Campus Nueva Granada of Universidad Militar in Cajicá activities like masonry, flooring, veneer, columns and footings was found that the variables studied in these activities support staff is vital for the implementation of these, the experience facilitates and streamlines the process, the location significantly define the level of difficulty of the work and exposure to inclement weather decreases the performance of the worker, on the other variables like age, education level and dependents not influenced this research, but should be studied in different circumstances, taking into account that each project is unique.

The productivity of projects is determined by external factors of the worker, and no by his own performance. The external factors are related to work scheduling, availability of materials and equipment, administrative processes and accountability of the monitoring group. So think about productivity, is more responsibility to the administrative.

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	3
LISTA DE TABLAS	6
INTRODUCCIÓN	7
1. PROBLEMA	9
1.1 ANTECEDENTES	11
1.2 JUSTIFICACIÓN	14
1.3 OBJETIVOS	15
1.4 ALCANCE O DELIMITACIÓN	16
2. MARCO TEÓRICO	17
2.1 PRODUCTIVIDAD	18
2.2 RENDIMIENTO	21
2.3 MANO DE OBRA	22
2.4 CLIMA	24
2.5 MATERIALES Y EQUIPOS	25
2.6 ESTUDIOS Y FORMATOS	26
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	33
3.1 MATERIALES	35
3.1.1 MAMPOSTERÍA, PISOS Y ENCHAPES	35
3.1.2 ESTRUCTURAS	39
4. DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN	41
4.1 DESARROLLO DEL FORMATO DE APLICACIÓN	42
4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES	45
5. RESULTADOS OBTENIDOS	57
CONCLUSIONES	116
RECOMENDACIONES	119
BIBLIOGRAFÍA	120
ANEXOS (FORMATOS DE OBSERVACIÓN)	121

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Facultad de Ciencias Básicas	16
Figura 2.1 Relación entre efectividad, eficacia y productividad	19
Figura 4.1 Centro de acopio de material y mezcla	46
Figura 4.2 Centro de acopio y de corte de bloques y ladrillos	46
Figura 4.3 Marcación de ejes y predisposición de primeros bloques o ladrillos	47
Figura 4.4 Niveles, alturas e inicio de la pega	47
Figura 4.5 Bloque estructural con perforaciones verticales, ladrillera Santafé	48
Figura 4.6 Bloque para viguetas, ladrillera Santafé	48
Figura 4.7 Pegacor en la parte inferior de la tableta	50
Figura 4.8 Pegacor en el piso	50
Figura 4.9 Disposición del sustrato	51
Figura 4.10 Retroexcavadora Caterpillar 428C	52
Figura 4.11 Colocación del refuerzo	53
Figura 4.12 Fundición zapata	53
Figura 4.13 Relleno Zapata	55
Figura 4.14 Amarre estribos	55
Figura 4.15 Formaleta para columna debidamente nivelada	56
Figura 4.16 Fundición columna	56
Figura 5.1 Porcentaje promedio de tiempos, muro en bloque abuzardado	59
Figura 5.2 Influencia de las variables, muro en bloque abuzardado	60
Figura 5.3 Porcentaje promedio de tiempos, muro en bloque N° 5	62
Figura 5.4 Influencia de las variables, muro en bloque N°5	63

Figura 5.5	Porcentaje promedio de tiempos, muro en ladrillo terracota	65
Figura 5.6	Influencia de las variables, muro en ladrillo terracota	66
Figura 5.7	Porcentaje promedio de tiempos en muros	67
Figura 5.8	Porcentaje promedio de tiempos, enchape cerámica ártico	69
Figura 5.9	Influencia de las variables, enchape cerámico ártico	70
Figura 5.10	Porcentaje promedio de tiempos, enchape porcelanato forge rectificado	72
Figura 5.11	Influencia de las variables, enchape porcelanato forge rectificado	73
Figura 5.12	Porcentaje promedio de tiempos en enchapes	74
Figura 5.13	Porcentaje promedio de tiempos, piso en granito blanco	76
Figura 5.14	Influencia de las variables, piso en granito blanco	77
Figura 5.15	Porcentaje promedio de tiempos, piso en porcelanato pizarra negro	79
Figura 5.16	Influencia de las variables, piso en porcelanato pizarra negro	80
Figura 5.17	Porcentaje promedio de tiempos en pisos	81
Figura 5.18	Porcentaje promedio de tiempos, zapatas 2,6 m x 2,6 m	83
Figura 5.19	Influencia de las variables, zapatas 2,6 m x 2,6 m	84
Figura 5.20	Porcentaje promedio de tiempos, zapatas 2,5 m x 2,5 m	86
Figura 5.21	Influencia de las variables, zapatas 2,5 m x 2,5 m	87
Figura 5.22	Porcentaje promedio de tiempos, zapatas 2,4 m x 2,4 m	89
Figura 5.23	Influencia de las variables, zapatas 2,4 m x 2,4 m	90
Figura 5.24	Porcentaje promedio de tiempos, zapatas 1,6 m x 1,6 m	92
Figura 5.25	Influencia de las variables, zapatas 1,6 m x 1,6 m	93
Figura 5.26	Porcentaje promedio de tiempos en zapatas	94
Figura 5.27	Porcentaje promedio de tiempos, columnas 0,35 m x 0,40 m	96
Figura 5.28	Influencia de las variables, columnas 0,35 m x 0,40 m	97

Figura 5.29	Porcentaje promedio de tiempos, columnas 0,45 m x 0,45 m	99
Figura 5.30	Influencia de las variables, columnas 0,45 m x 0,45 m	100
Figura 5.31	Porcentaje promedio de tiempos, columnas 0,50 m x 0,50 m	102
Figura 5.32	Influencia de las variables, columnas 0,50 m x 0,50 m	103
Figura 5.33	Porcentaje promedio de tiempos, columnas diámetro 0,40 m	105
Figura 5.34	Influencia de las variables, columnas diámetro 0,40 m	106
Figura 5.35	Porcentaje promedio de tiempos en columnas	107
Figura 5.36	Frecuencia de las variables en las actividades	109
Figura 5.37	Distribución del Tiempo Laborado en obra en Colombia de acuerdo con estudios realizados	110
Figura 5.38	Comparación entre Tiempos Productivos hallados y Tiempo Productivo según Botero	113
Figura 5.39	Comparación entre Tiempos Contributivos hallados y Tiempo Contributivo según Botero	114
Figura 5.40	Comparación entre Tiempos No Productivos hallados y Tiempo No Productivo según Botero	115

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 3.1	Especificación de materiales	36
Tabla 3.1	Características de las zapatas del edificio 1 de Laboratorios	39
Tabla 3.2	Características de las zapatas del edificio 2 de Laboratorios	40
Tabla 3.3	Dimensiones Columnas edificio 1 Laboratorios	40
Tabla 3.4	Dimensiones Columnas edificio 2 Laboratorios	40

INTRODUCCIÓN

El sector de la construcción representa una de las actividades económicas más productiva en cualquier país, ofreciendo no solo estructuras, también empleos y un incremento en su economía, por tanto el eficaz desarrollo de los proyectos de construcción es de vital importancia en la sociedad. Desde hace algún tiempo se ha visto la necesidad de investigar qué factores reducen la efectividad de un proyecto, haciéndolo más costoso y de mayor duración. El objetivo principal de este trabajo es estudiar ciertas actividades de construcción, para determinar algunas variables que intervienen en el rendimiento de la construcción de los edificios de Ciencias Básicas y Laboratorios del Campus Nueva Granada en Cajicá, mediante el uso de formatos para la observación y medición de tiempos y rendimientos en obra.

El siguiente proyecto va dirigido a determinar las posibles variables que intervienen en el rendimiento del trabajador de la construcción, dada su incidencia en la productividad de las obras, por ello la importancia de indagar las condiciones del obrero, la calidad de los materiales, el entorno, el ambiente laboral, entre otros.

Para lograr cambios y mejoras en la productividad de una obra, se requiere de una metodología de trabajo específica en un rango de tiempo determinado, que permita el diseño de la estrategia, su desarrollo y ejecución de una manera coherente para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Con un mejor control de los factores que afectan el rendimiento en obra, mediante nuevas estrategias, no solo se genera disminución en costo y

tiempo, sino también un mejor ambiente laboral para el trabajador de la construcción, ya que se trata de un elemento imprescindible para el desarrollo de todo proyecto y enfocándose en hacer su estilo de vida más agradable.

1. PROBLEMA

A pesar que la construcción se considera como una industria, la mayoría de sus procesos productivos se llevan a cabo en forma artesanal, lo cual dificulta la medición del rendimiento del trabajador, ya que los procedimientos difieren dependiendo del proyecto que se esté llevando a cabo, la salud y estado de ánimo del trabajador y la disponibilidad de los recursos y programación de la obra.

En obra se detecta que las actividades complementarias son más dispendiosas y que cada proyecto es único, por lo cual se pueden generar factores adicionales que aumenten o disminuyan dichas actividades, debido a su dinámica y se caracterizan por grandes deficiencias y falta de efectividad, que afectan tanto al consumidor final como al cliente interno debido al retardo en procesos que tienen dependencia de otros, generando actividades que no agregan valor pero consumen tiempo, recursos y espacios, para finalmente traducirse en aumento de costos e incumplimiento en las entregas de dichos proyectos.

La existencia de software y bases de datos en el desarrollo de presupuestos de proyectos, tienen incorporados valores preestablecidos de rendimiento y consumo de mano de obra en actividades de construcción, que en muchas ocasiones difieren de la realidad debido a la singularidad de cada uno de los proyectos, características y condiciones, que difícilmente se presentarán de la misma forma en otra obra.

Según el Arquitecto Constructor Luis Fernando Botero Botero, 2002, *“Los rendimientos y consumos utilizados en los presupuestos y programación de obras, deben estar fundamentados en múltiples observaciones y análisis estadísticos, que consideren las condiciones particulares en las cuales se realizan las diferentes actividades de construcción”*, lo que nos indica que un solo factor diferente en una obra puede influir en el valor del rendimiento para una actividad específica. Por ello se deben realizar no sólo un análisis previo para una buena planeación, si no también durante la ejecución de una obra para tener siempre presentes las diferentes causas de la alteración en el rendimiento.

1.1. ANTECEDENTES

Trabajar en productividad es ser conscientes del tiempo, del espacio, de los suministros, del desperdicio, de realizar las actividades de una manera adecuada, de consumir menos y producir más, del cumplimiento del avance en los objetivos, es el deseo de mejorar, es la convicción por superar el desempeño actual. Según Carlos Alberto Mejía C. 1997, los Japoneses nos han enseñado que “*la calidad no tiene límites*”, y es porque la eficiencia y la productividad tampoco. Trabajar con eficiencia y productividad es lo que permite producir con calidad.

La construcción se ha comenzado a industrializar, sin embargo ésta aún conserva ciertos procesos artesanales, lo que exige que el constructor y todo el equipo de trabajo posean amplios y variados conocimientos, reuniendo de un modo lógico todos los elementos necesarios para la planeación y ejecución de una obra civil.

Varios institutos e universidades han realizado estudios relacionados con la productividad y cada uno aporta factores importantes que se deben tener en cuenta, algunos de los más destacados son:

- La Universidad EAFIT a través del Arquitecto Constructor Luis Fernando Botero Botero, docente de la universidad, realizó la investigación acerca del análisis de rendimientos y consumo de mano de obra en actividades de la construcción, que sirvió para conformar una base de datos en la que se establecieron tres rangos entre los límites superior e inferior: el punto máximo, o sea el mayor consumo, cuando el obrero o cuadrilla son menos

eficientes, el punto promedio con obreros cuya eficiencia en la productividad es normal y por último el punto mínimo o sea el menor consumo, cuando el obrero y la cuadrilla son más eficientes.

- Building Research Establishment del Reino Unido (BRE) desarrolló el software CALIBRE 21 para medir la productividad, cuyo objetivo principal es monitorear la eficiencia de los procesos de un proyecto de construcción para evaluar su productividad y eliminar las pérdidas producidas durante el desarrollo del proceso, comparando, además, su avance real con el programado.
- Diego Echeverry, Leonardo Barón y Edgar F. Castiblanco, realizaron una ponencia en el encuentro IV SIBRAGEC agosto 2005, en Brasil, acerca de cómo la situación del obrero en la construcción afecta la productividad. Algunos parámetros generales en los cuales se ha fundamentado su investigación son: inestabilidad laboral, problemas de salud ocupacional y seguridad industrial, ingresos insuficientes y grado de escolaridad. Por otra parte el sector de la construcción se ve afectado por episodios recesivos y por una competencia agresiva, en donde se concluye que la sostenibilidad de la construcción depende de manera importante de la motivación y la calidad de fuerza laboral.
- El Ingeniero Luis Felipe Jiménez Torres con el apoyo del Sistema de Investigación Justo, La Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción Sierra, y la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, mediante una investigación en la que se identificaron y cuantificaron los factores que afectan la productividad de la mano de obra en la construcción de vivienda de interés social, ya sea

propiciándola o interfiriéndola. Así mismo se desarrollaron lineamientos para la administración de modo que se facilite el uso óptimo de los recursos.

- La Organización Internacional del Trabajo, OIT, en octubre de 2003 implementó un programa de capacitación en gestión orientado a satisfacer las necesidades específicas de los contratistas de pequeñas obras llamado “Mensuco” el cual apunta a estimular y fomentar la aplicación de nuevos conocimientos de administración y destrezas adquiridas a través del programa, en cuanto a costear y fijar precios a los contratistas adecuadamente, incrementar las ventas, comprar insumos competitivamente, mejorar el control del inventario, reducir los costos, planificar para el futuro y eventualmente incrementar las utilidades de la obra.

1.2. JUSTIFICACION

La productividad es cada día más estudiada, ya que la construcción esta siempre en crecimiento y necesita ser un sector actualizado y competitivo. El manejo de la productividad será la base de la competitividad y el progreso en las industrias. Al realizar obras con altos porcentajes de eficiencia se garantiza una considerable reducción de tiempo en su ejecución mediante la disminución en las actividades contributivas y no contributivas, que finalmente se traduciría en mayor economía y lo más importante, todos los actores implicados en la construcción ganarían tanto en tiempo como en dinero.

1.3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el rendimiento de las actividades de mampostería, pisos y enchapes en la construcción de la facultad de Ciencias Básicas y columnas y zapatas en la construcción del laboratorio, para establecer los posibles factores que inciden en el aumento de las actividades contributivas y no contributivas que se ejecutan en obra, luego diagnosticar las situaciones e identificar los posibles problemas y realizar recomendaciones sobre cómo mejorar las actividades que agregan valor y minimizar las que generan pérdidas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Indagar e investigar sobre los factores que inciden en el rendimiento de los trabajadores del sector de la construcción.
- Describir de forma detallada el proyecto y las actividades que se realizarán en obra por el personal del trabajo de investigación.
- Realizar observaciones preliminares y establecer los posibles factores que se presenten dentro la construcción de la facultad de ciencias básicas y su laboratorio, diseñar formatos para registrar tiempos y observaciones en obra.
- Realizar tabulación y gráficas de los datos obtenidos para proceder al análisis cualitativo y cuantitativo de resultados para finalmente concluir con base en los datos proporcionados por los diagramas obtenidos y realizar recomendaciones.

1.4. ALCANCE O DELIMITACIÓN

Geográfico

La investigación se llevará a cabo en el Campus Nueva Granada de la Universidad Militar– Cajicá en la construcción de la facultad de Ciencias Básicas. En La figura 1.1 se puede ver una proyección de la Facultad de Ciencias Básicas.



Figura 1.1 Facultad de Ciencias Básicas

Fuente: Diseño Facultad de Ciencias Básicas, Consorcio Consultoría UMNG
Archivo Dirección del Proyecto

2. MARCO TEÓRICO

El desarrollo de un pueblo depende en gran medida de su fuerza laboral, autosostenimiento, nuevas tecnologías, y su crecimiento en la infraestructura, materia en la cual Colombia presenta un gran déficit, de ahí la importancia de retomar el cauce y dirigir la nación en la búsqueda del desarrollo mediante el aumento de obras civiles, que contribuyan en el avance del País. La Ingeniería Civil tiene el compromiso de conducir el futuro al relacionarse unívocamente con la educación, la economía, el crecimiento de la infraestructura y la fuerza laboral, así como al desarrollo del transporte y la creación de nuevas empresas y restauración de las viejas. La industria de la construcción deja huellas permanentes en la evolución de un país y de ahí se deriva la importancia de la ingeniería como forjador del futuro que se desea.

El sector de la construcción en Colombia posee problemas fundamentales para el crecimiento, como son la falta de inversión económica, deficiencias en la estructura de los proyectos además de la mano de obra no comprometida ni calificada, entre otros; por lo tanto la siguiente investigación se enfoca en problemas dentro de la administración de la obra y en las actividades que no generan valor para los procesos productivos y disminuyen los rendimientos en la transformación de los insumos. El rendimiento ha generado diferentes hipótesis sobre la productividad que hasta el momento son contradictorias e incongruentes, de muchas investigaciones se desprenden conclusiones como que la productividad tiene declives a largo plazo, mientras que en otras, hay mejoras consistentes y por último en algunos se habla de que no se puede establecer si se ha incrementado, reducido o permanecido constante, de ahí se puede inferir

una contradicción en cuanto a la conceptualización del tema y no muestra una situación real del sector ni presenta los escenarios que conllevan a esta disminución, ni la importancia del rendimiento, ya que éste normalmente fija el ritmo de trabajo de la construcción.

En las obras civiles el rendimiento es un factor de gran atención, esto no solo se traduce en un menor tiempo de ejecución de una actividad si no que también presenta una mayor economía. Dentro de algunos de los factores que afectan esta variable se pueden incluir la calidad de vida, condiciones ambientales, la educación, el estado de materiales y equipos, el trato entre empleador y empleado, además de los inconvenientes en obra o de la actividad en sí y la remuneración del trabajo realizado.

2.1 Productividad

La definición de productividad relaciona la cantidad de bienes y servicios producidos con la cantidad de tiempo utilizado, de esta forma se puede definir la productividad en la construcción como *“La medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado”* (Serpell, 1999).

Dentro de los objetivos de la productividad en el sector de la construcción se encuentra involucrar la eficiencia y la efectividad con el fin de producir obras de calidad con procesos con alta productividad, en la siguiente figura se puede apreciar la relación entre eficiencia, efectividad y productividad.

UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS		
Pobre	Alta	
EFFECTIVO PERO INEFICIENTE	EFFECTIVO Y EFICIENTE <u>ÁREA DE ALTA PRODUCTIVIDAD</u>	Alto
INEFECTIVO E INEFICIENTE	EFICIENTE PERO INEFECTIVO	Bajo
		OBTENCIÓN DE LAS METAS

Figura 2.1 Relación entre efectividad, eficacia y productividad

Fuente: Guía de mejoramiento continuo para la productividad de la construcción en proyectos de vivienda (Lean Construction como estrategia de mejoramiento)

En la construcción la transformación de insumos y recursos tales como materiales, mano de obra, máquinas, herramientas y equipos en productos deseados genera diferentes tipos de productividad que dependen del recurso utilizado:

Productividad de los materiales, ya que los costos de los mismos son muy altos se aconseja evitar desperdicios en obra.

Productividad de la mano de obra, de esta depende la productividad de otros recursos.

Productividad de la maquinaria, el costo exagerado de la maquinaria propicia un buen uso de los equipos y evita tiempos muertos.

Entre los muchos factores que inciden en la afectación de la productividad se encuentran:

- Errores y falta de especificación en los diseños.

- Modificaciones durante la obra.
- Falta de supervisión de la mano de obra.
- Condiciones laborales deplorables.
- Alta rotación de los trabajadores.
- Falta de seguridad industrial.
- Composición inadecuada de los equipos de trabajo.
- Falta de claridad en las funciones.
- Localización de los materiales en obra.
- Falta de materiales.
- Falta de suministro de equipos y herramientas.
- Condiciones de terrenos.
- Características del proyecto.
- Clima y condiciones adversas en obra.

Teniendo en cuenta las anteriores situaciones que pueden incidir en la productividad de los proyectos, se hace necesario implementar acciones correctivas para mejorar escenarios en las siguientes etapas de la obra como son:

Medición de la productividad, mediante recursos necesarios para su respectivo análisis estadístico.

Evaluación de la productividad, mediante los datos obtenidos se diagnostica la situación y se identifican las dificultades para tomar acción ante los problemas.

Implementación de planes de mejoramiento, luego de obtenerse un diagnóstico se plantean estrategias que deben supervisarse constantemente.

2.2 Rendimiento

El rendimiento es una proporción entre el resultado obtenido y los medios que se utilizaron, se trata del producto o la utilidad que rinde alguien o algo. Aplicado a una persona, el término también hace referencia al cansancio o a la falta de fuerzas.

En el ámbito de la construcción, la noción de rendimiento se refiere al resultado que se obtiene por cada actividad ejecutada, satisfaciendo el tiempo y la calidad.

La manera comúnmente conocida para determinar el rendimiento y el porcentaje de rendimiento, se presentan a continuación mediante fórmulas establecidas.

El rendimiento de la mano de obra es la cantidad unitaria de una actividad realizada por un operario en un tiempo determinado y se ve afectado por una serie de factores a lo largo de su ejecución, algunos de estos pueden preverse desde el mismo momento en que se elabora el presupuesto y la programación de obra, de acuerdo al estudio detallado de los planos de proyecto. Aún así muchos factores solo se aprecian durante el desarrollo del proyecto, por lo cual es importante tomar medidas correctivas al respecto.

Los conceptos de productividad y rendimiento van íntimamente ligados. Para que exista una buena productividad en una actividad determinada es completamente necesario que haya un buen rendimiento en la misma, para el desarrollo de la productividad se deben tener en cuenta parámetros como

eficiencia, efectividad y eficacia, en donde, la eficiencia se define como la capacidad de lograr el efecto en cuestión con el mínimo de recursos posibles viables, la efectividad es la capacidad de lograr un efecto deseado, esperado o anhelado, y la eficacia es la virtud, actividad, fuerza y poder para obrar.

Las principales variables que intervienen en el rendimiento son: Mano de obra, disponibilidad y calidad de materiales y equipos, clima, motivación, idiosincrasia, trato de sus compañeros y jefes, edad, educación, experiencia, tipo de contrato y remuneración.

2.3 Mano de obra

La variable más importante dentro de la construcción es el recurso humano, ya que determina la velocidad de la obra y la transformación de los recursos, además ningún proyecto de construcción podría realizarse sin la presencia de sus obreros, por este motivo el rendimiento de ellos es el de mayor estudio, pero es un factor afectado por múltiples variables. Este factor no se puede predecir fácilmente, pero debe tenerse presente en cualquier actividad que se realice.

Dentro de las incertidumbres de las obras civiles se encuentra el alto porcentaje de rotación de los trabajadores, que minimiza las garantías para los empleadores por la falta de compromiso del obrero y la estabilidad laboral esperadas por el trabajador de la construcción, por lo tanto se hace necesario mejorar las condiciones de contratación, cotizaciones al régimen general de seguridad social, fondo de garantías sociales y sistema de pagos por incentivos por asistencia, puntualidad, horas extras y comisiones o sistemas por rendimiento, entre otras, que contribuyan en el aumento de la productividad del personal de obra.

Las condiciones de edad del personal son un tema que en muchas oportunidades repercute en algunas actividades, cuando un trabajador tiene poca edad, a éste se le considera inexperto y por tanto su rendimiento será más bajo, por otro lado, cuando tiene mucha edad, no rendirá lo mismo por sus condiciones físicas.

Dentro del sector de la construcción el personal de trabajo se caracteriza por pertenecer a los grupos sociales menos favorecidos y por contar con situaciones de salud y seguridad de vida poco estables que influyen de una forma negativa su rendimiento en los procesos productivos.

Otros de los factores que se pueden considerar sería el trato del personal de supervisión, las buenas relaciones y el ambiente de trabajo que de muchas formas es de vital importancia para el rendimiento del obrero, además la claridad de las órdenes, el carisma de los inspectores y maestros, que contribuyen de forma positiva en el ambiente de trabajo y solución de problemas que se presenten en la marcha de las actividades evitando retrasos, que luego se traducen en rendimiento positivo de los obreros y calidad en los productos generados, finalmente esto garantiza el cumplimiento de los objetivos de la productividad en obra.

Por otro lado encontramos el nivel de estudio y experiencia que posea el obrero en una determinada actividad, ya que el conocimiento agiliza procesos y simplifica etapas en procesos con alto grado de dificultad. La industria de la construcción es un gremio en el cual su fuerza laboral se caracteriza por adquirir sus conocimientos empíricamente, y muy pocos poseen entrenamiento técnico lo cual es un obstáculo frecuente a la calidad de los procesos constructivos y minimiza el rendimiento cuando se trata de

construir diseños y detalles arquitectónicos entre otros, de esta forma la educación media o técnica es de vital importancia para la profesionalización en el sector de la construcción.

De otro lado nos encontramos con la conformación de los equipos de trabajo, en los cuales se aprecian tanto cantidades necesarias como innecesarias, además el liderazgo en las cuadrillas no se ve adecuadamente reflejado, generando desorden en el lugar de la actividad.

Otro de los grandes factores a considerar es el hecho de que cada proyecto es único, esto hace que se tenga que considerar nuevamente toda la obra, no se pueden tener presentes las mismas características o soluciones de otros proyectos, ya que los problemas que se generaran serán totalmente diferentes, presentando retrasos y disminuyendo así la productividad y así mismo el rendimiento en la ejecución del proyecto.

Al tener presente el rendimiento en la fase de planeación, tan importante y muchas veces descuidada en la industria de la construcción, los constructores tendrán éxito en sus proyectos y la productividad se convertirá en punto de partida para la medición del desempeño del recurso humano, requisito indispensable para mejorar la competitividad en la industria de la construcción.

2.4 Clima

El clima en el sector de la construcción es una de las variables que más problemas puede causar, si durante el desarrollo de una actividad el clima no es apropiado, se debe dejar de realizar dicha actividad o los trabajadores no podrán ejecutarla adecuadamente, en ambos casos las consecuencias

son las mismas: pérdida de tiempo, riesgos para los trabajadores e incluso la demolición y nueva ejecución de elementos estructurales que hayan sido afectados por el clima o la mala ejecución de los trabajadores por problemas climáticos. Esta variable también afecta de manera directa al obrero, el exceso y exposición constante de calor afecta el desempeño del mismo en el desarrollo de una actividad, disminuyendo su ánimo y disposición en el trabajo.

Para el planeamiento de un proyecto, se deben considerar el clima del lugar y el periodo de tiempo durante el cual se piensa elaborar la construcción, esto se hace con el fin de prever el estado del tiempo para actividades que puedan ser afectadas directamente por fuertes lluvias o altos cambios de temperatura, y que de forma no exista una alteración en la programación de obra ni daños en la misma, sin embargo, no se puede tener un completo control del clima por ser tan variable e impredecible, haciendo de este factor uno de los mas importantes a considerar.

2.5 Materiales y equipos

Los insumos, equipos y herramientas son variables que deben mantener una buena disponibilidad ya que la transformación de estos determina el progreso de las obras, cuando se tiene una buena disponibilidad de materiales en obra, contribuye de forma positiva a los tiempos productivos, ya que por falta de comunicación o por un simple descuido los materiales pueden no estar disponibles para el inicio de una actividad que los requiera, retrasando el trabajo y aumentando los costos. Con la disponibilidad y calidad de equipos sucede algo similar, si el obrero realiza una actividad que requiera de algún equipo y éste se encuentra en mal estado o lejos del lugar, esta actividad presentará aumento de tiempos en la ejecución afectando a

las demás e incluso desmoralizando al mismo obrero, debido a que su labor será más tediosa o no la podrá realizar adecuadamente. El mantenimiento de lo equipos es de vital importancia para evitar imprevistos durante el desarrollo de actividades, ya que esto evita el retraso de las mismas por averías o desgastes.

2.6 Estudio y formatos

La Universidad Militar Nueva Granada mediante el grupo de investigación EIAS, ya ha realizado estudios referentes a la productividad durante el mantenimiento de la sede principal. Mediante el desarrollo de dicho estudio se desarrollaron formatos para la medición de tiempos de ejecución de actividades con otros parámetros que para el momento pensaron, eran de importancia, dichos formatos que se presentan a continuación no han sido modificados ya que su uso no fue constante.

1. *Formato de medición de rendimientos.*

Empresa: _____ Obreros: _____
 No de obreros: _____
 Contratista y/o subcontratista: _____ Actividad: _____
 Obra: _____ Cuadrilla: _____

	SI	NO
Encuesta obreros		
Encuesta empresa		
Encuesta contratista		
Entrevista personal admón de obra		
Formato de observación en obra		
Grabación de actividad		
Fotos de actividad		
Fotos de instalaciones		

FECHA	CANTIDAD INICIAL	CANTIDAD FINAL

2. Formatos de observación en obra.

PLANEACIÓN DE MATERIALES

1. ¿Se cumplen con las especificaciones y manuales de uso de los materiales?

SI NO OBSERVACIONES

--	--	--

CONTROL DE INVENTARIOS

2. ¿Se sigue algún control para los inventarios?

--	--	--

Este control incluye:

a. La salida y entrada de los materiales del almacén

--	--	--

b. La utilización del programa de construcción para la administración de los materiales y su inventario

--	--	--

ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

3. Las instalación y/o procedimientos para el almacenamiento de los materiales incluye:

3.1. El correcto almacenamiento según las características de cada material (físicas, químicas, condiciones especiales para almacenar, etc.)

--	--	--

3.2. Las condiciones de las instalaciones de acuerdo a la cantidad de materiales a almacenar

--	--	--

3.3. Las distancias para minimizar el tiempo de recorrido hasta el sitio de la utilización de los materiales

--	--	--

3.4. Las condiciones de las instalaciones para mantener la calidad y la conservación en buen estado los materiales

--	--	--

3.5. El control para la entrada y salida de materiales

--	--	--

CONTROL DE PERDIDAS DE MATERIALES

4.1. ¿se tienen perdidas completas de materiales ? (por condiciones inadecuadas de almacenamiento y/o manejo de los materiales)

--	--	--

4.2. ¿Se usan materiales con propósitos distintos de aquellos por los que fueron adquiridos?

--	--	--

4.3. ¿Existe un excesivo uso de los materiales en la ejecución de una actividad?

--	--	--

4.4. ¿Se requieren materiales extras debido a desviaciones en el cumplimiento del diseño? (errores del contratista y/o de calculo)

--	--	--

4.5. ¿Se le da un adecuado manejo a los desperdicios que se generan en obra?

--	--	--

OTRAS OBSERVACIONES

4. Formato de encuesta para obreros.

Estimado obrero de la industria de la construcción, la siguiente encuesta es de carácter confidencial, ningún dato personal será solicitado. La información obtenida será utilizada para el desarrollo de un proyecto de investigación, que tiene como objetivo encontrar las causas de algunos de los problemas del sector de la construcción y de esta manera llegar a determinar las posibles soluciones a los mismos. Por tal motivo esperamos que conteste de la manera mas sincera las siguientes preguntas

1. ¿Qué edad tiene?

- A. Menor a 18 años
- B. Entre 19 y 25 años
- C. Entre 26 y 35 años
- D. Entre 36 y 45 años
- E. Mayor a 46 años

2. ¿Su nivel educativo es?

- A. Ningún nivel educativo
- B. Primaria
- C. Secundaria
- D. Técnico y/o tecnológico

3. ¿Cuanto tiempo lleva laborando en el sector de la construcción?

- A. Menos de tres (3) meses
- B. Entre tres (3) meses y un (1) año
- C. Entre un (1) y tres (3) años
- D. Entre tres (3) y ocho (8) años
- E. Mas de ocho (8) años

4. Respuesta "SI" o "NO" según sea su caso

- | | SI | NO |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 4.1. Cuando inicio laborales en la obra ¿Usted recibió capacitación del trabajo que esta realizando? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4.2. Durante el desarrollo de la obra ¿Usted recibe capacitaciones periódicas del trabajo que esta realizando? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4.3. Durante el desarrollo de la obra ¿Se entera del proyecto que esta realizando? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4.4. Durante el desarrollo de la obra ¿Se entera cual es su actividad en el proyecto? | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

5. Su salario promedio es:

- A. Menos de un salario mínimo (<\$461,500)
- B. Entre uno (1) y dos (2) salarios mínimos (\$461,500 - \$923,000)
- C. Entre dos (2) y cuatro (4) salarios mínimos (\$923,000 - \$1,846,000)

6. ¿Recibe alguna clase de auxilio de transporte? (dinero en su salario o transporte desde cercanías de su casa hasta el sitio de trabajo)

SI NO

7. Su trabajo en la construcción es:

- A. Permanente
- B. Por periodos cortos de tiempo, pero siempre con la misma empresa
- C. Por periodos cortos de tiempo, pero con diferentes empresas

8. Actualmente ¿Qué tipo de contrato tiene con la empresa?

- A. Contrato a termino indefinido
- B. Contrato a termino fijo
- C. Contrato por duración de obra
- D. Contrato por duración de actividad
- E. Contrato a destajo por jornales
- F. Contrato a destajo por precios unitarios

9. Respuesta "SI" o "NO" según sea su caso:

	SI	NO	NO SE
9.1. Cuando inicia labores en la obra, ¿le realizan contrato laboral?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9.2. Al finalizar la obra, ¿Le entregan pagos por liquidación?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Según sea su caso responda "SI" "NO" o "NO SE". Actualmente se encuentra afiliado a:

	SI	NO	NO SÉ
10.1. Un EPS	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.2. Una ARP	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.3. A un fondo de pensiones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.4. A una caja de compensación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10.5. Al SISBEN	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Según sea su caso responda "SI" o "NO"

	SI	NO
11.1. ¿Le realizaron examen medico de ingreso?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.2. ¿Le hicieron inducción a programas de seguridad industrial y salud ocupacional?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.3. ¿Le entregaron dotación de seguridad?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.4. ¿La empresa realiza reuniones con el personal de obra, relacionadas con la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.5. ¿Le realizan exámenes médicos periódicos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11.6. ¿Le realizan exámenes médicos por finalización de contrato?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Según sea su caso responda "SI" "NO" o "NO SÉ"

	SI	NO
12.1. ¿La empresa verifica permanentemente sus condiciones laborales?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12.2. ¿La empresa se interesa por los problemas o conflictos que presentan sus obreros tanto a nivel laboral como a nivel familiar y/o social?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

MUCHAS GRACIAS POR SU TIEMPO

OBSERVACIONES:

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El desarrollo del proyecto se lleva a cabo en su totalidad durante la construcción de la facultad de Ciencias Básicas y Laboratorios en el campus de la Universidad Militar Nueva Granada en Cajicá, siguiendo actividades determinadas por su importancia e impacto en los costos y la programación como muros, cimentación, enchapes y pisos.

La construcción de la facultad se realizó en tres frentes de trabajo, el edificio administrativo, el edificio de aulas - auditorio 1 y el edificio de aulas - auditorio 2. En los edificios de laboratorios trabaja una contratista de estructuras, cada frente de trabajo cuenta con inspectores de obra de la firma interventora y un maestro general por parte de la constructora, encargados de vigilar cada actividad y entregar reportes diarios de los procesos realizados durante el transcurso del día, por el personal empleado por los contratistas.

La cadena de mando dentro de la obra de menor a mayor importancia se inicia en el oficial u obrero que le rinde cuentas al contratista de la actividad, luego éste se reporta con el maestro de obra, el cual ofrece cuentas al ingeniero o arquitecto residente, por otro lado el inspector de obra del interventor supervisa las actividades en ejecución y presenta inconformidades tanto con el maestro como con el ingeniero residente del interventor que a su vez concilia con el ingeniero residente del contratista, por otro lado encontramos el personal de seguridad industrial de interventoría y de la constructora encargados de la seguridad del personal.

El proyecto cuenta con zona de mezclado, ésta posee tres trompos, zona de almacenaje, y aproximadamente ocho personas encargadas de mantener de manera constante la producción de pega de cemento o concreto pobre, otra zona importante es la de corte que cuenta con cuatro cortadoras, lugar de bodegaje y cuatro personas encargadas de realizar los cortes a los materiales que lo necesiten. La obra posee un almacén y una persona encargada de su manejo, además de una zona de cafetería y zona de sanitarios para uso de los empleados de la facultad de Ciencia Básicas. En el caso de la construcción de los laboratorios, este cuenta con administración, almacén, container para el personal, zona de cortes y pintura y finalmente con cafetería y sanitarios.

La jornada laboral inicia a las 7:30 a.m. hasta las 5:00 p.m. de lunes a viernes y de 7:30 a.m. a 1:00 p.m. los días sábado, a su entrada y salida cada uno de los empleados debe llenar un registro. En los lugares de trabajo el personal debe contar con sus implementos de seguridad según sea su actividad, los ingenieros residentes, dan instrucciones de trabajo a los maestros de obra según la programación y éstos informan a cada contratista dependiendo de su actividad, el plan de trabajo a seguir, luego ellos indican a cada subcontratista sus tareas del día y de esta forma se inicia la jornada productiva en la obra.

El pago es quincenal, y a destajo, el costo de las actividades varía según la ubicación y experiencia del oficial, los pagos se hacen con toda las reglamentaciones por ley.

Dentro de las actividades de gran volumen que se encuentra en proceso se aprecian mampostería de cuatro tipos en diferentes ubicaciones, enchape de baños y pórticos de entrada a los edificios, pisos para corredores principales

de los bloques y en el interior de las aulas, y para laboratorios construcción de algunas zapatas y columnas, cada una de las actividades anteriores cuenta con diferente obreros que tiene a disposición personal de apoyo contratado por cada uno según su necesidad.

3.1 Materiales

Los materiales utilizados en cada una de las actividades observadas en la construcción de la facultad de Ciencias Básicas y Laboratorios del Campus Nueva Granda de la Universidad Militar en Cajicá, con los cuales se realiza el análisis de rendimiento, son los siguientes:

3.1.1 Mampostería, pisos y enchapes

La mampostería utilizada en la construcción es de tipo convencional de doble muro, según su función se usan bloques o ladrillos específicos. Para fachadas exteriores se usa ladrillo gran formato terracota Santafé y para las fachadas interiores bloques arquitectónico abuzardados, para los muros internos bloque Santafé N° 5.

El piso en Terrazo granito de mármol se usa en el interior de las aulas y salones de estudio, para corredores de aulas y auditorios se utiliza porcelanato pizarra negro, en el enchape de los baños Cerámica importada ártico, y en pórticos de entrada a los edificios de aulas se usa porcelanato Forge rectificado.

A continuación se presentan las especificaciones de los materiales en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Especificación de materiales.

MAMPOSTERIA Ref.Ladrillera Santafé	
BLOQUE N°5 SANTAFE	
<p>Especificaciones: Referencia: BL5 Medidas: 33cm largo x11.5cm ancho x23cm alto Peso: 6.00 Kg/Und, Rendimiento: 12.3 Und/m²</p>	
LADRILLO CON PERFORACION VERTIVAL SANTAFE	
<p>Especificaciones: Referencia:LEPV Medidas: 33cm largo x11.5 cm ancho x23 cm alto Peso: 7.80 Kg/Und, Rendimiento: 12.3 Und/m²</p>	
LADRILLO GRAN FORMATO TERRACOTA SANTAFÉ	
<p>Especificaciones: Referencia: LTGF11.E IS Medidas: 39 cm largo x11.5 cm ancho x5 cm alto Peso: 2.90 Kg/Und, Rendimiento: 41.7 Und/m²</p>	

BLOQUE ARQUITECTONICO ABUZARDADO	
<p>Especificaciones: Referencia: BEAB-15 Medidas: 39 cm largo x14cm ancho x19 cm alto Peso:15.0 Kg/Und, Rendimiento: 12.5 Und/m²</p>	 
ENCHAPE ABUZARDADO	
<p>Especificaciones: Referencia: EABU-4 Medidas: 39cm largo x5cm ancho x19 cm alto Peso:7.5 Kg/Und, Rendimiento: 12.5 Und/m²</p>	 

PISOS	
Porcelanato Pizarra Negro	
<p>Especificaciones Referencia: Corona NP4086 Tono: Shade 50 Medidas: 30 x 60 cm Contiene: 1.44 m² Unidades: 8</p>	

Terrazo Granito de Mármol

Especificaciones
Referencia: Alfa, N°5
Tono: Blanco
Medidas: 33.3 x 33.3 cm
Contiene: Por unidad
Unidades:1



ENCHAPES

Porcelanato Forge Rectificado

Especificaciones
Referencia: Corona
Tono:
Medidas: 45.1 x 45.1 cm
Contiene: 1.42 m²
Unidades: 7



Cerámica Importada Ártico.

Especificaciones
Referencia:
Tono: Ártico
Medidas: 30 x 60 cm
Contiene: 1.44 m²
Unidades: 8



3.1.2 Estructuras

El seguimiento de la cimentación se realizó durante la ejecución de los laboratorios de la Facultad de Ciencias Básicas, debido a que éstos fueron los últimos en iniciar su construcción, el tipo de cimentación escogida para el proyecto son zapatas aisladas que cuentan con las siguientes especificaciones¹. Concreto de $f'_c = 21.0 \text{ MPa} - 3000 \text{ PSi}$ con un acero de refuerzo $\varnothing = 3/8" f_y = 420 \text{ MPa} - 60000 \text{ PSi}$. Se debe proveer un recubrimiento mínimo de 3 cm en vigas y columnas, y 7.5 cm en vigas de cimentación y zapatas, el primer estribo en vigas debe estar ubicado a no más de 5 cm de la cara del nudo en ambos extremos del elemento, las zapatas de cimentación deben ser fundidas sobre un solado de limpieza o concreto pobre de mínimo 5 cm de espesor y los ganchos y traslapos, deben ejecutarse de acuerdo a los requisitos aquí consignados.

Zapatas

A continuación se muestran en las tablas 3.2 y 3.3 las características principales de cada una de las zapatas de los edificios de Laboratorio de Ciencias Básicas.

Tabla 3.2. Características de las zapatas del edificio 1 de Laboratorios.

CUADRO DE ZAPATAS EDIFICIO 1 LABORATORIOS CIENCIAS BASICAS							
ZAPATA	CANT	L1(m)	L2(m)	H(m)	h(m)	REF Long.	REF Trans.
ZAP 1	6	1,45	1,45	0,30	0,25	9 # 4 L=1,75	9 # 4 L=1,75
ZAP 2	10	1,85	1,85	0,35	0,25	12 # 4 L=2,10	12 # 4 L=2,10
ZAP 3	17	2,20	2,20	0,35	0,25	14 # 4 L=2,45	14 # 4 L=2,45
ZAP 4	2	2,40	2,40	0,40	0,30	15 # 4 L=2,65	15 # 4 L=2,65
ZAP 5	10	2,50	2,50	0,40	0,30	16 # 4 L=2,75	16 # 4 L=2,75
ZAP 6	12	2,60	2,60	0,40	0,30	17 # 4 L=2,85	17 # 4 L=2,85

¹ Datos proporcionados por los constructores de la Facultad de Ciencias Básica.

Tabla 3.3. Características de las zapatas del edificio 2 de Laboratorios.

CUADRO DE ZAPATAS EDIFICIO 2 LABORATORIOS CIENCIAS BASICAS							
ZAPATA	CANT	L1(m)	L2(m)	H(m)	h(m)	REF Long.	REF Trans.
ZAP 1	8	1,30	1,30	0,30	0,25	8#4 L=1,60	8#4 L=1,60
ZAP 2	5	1,60	1,60	0,30	0,25	10#4 L=1,90	10#4 L=1,90
ZAP 3	5	2,70	2,70	0,30	0,25	11#4 L=2,00	11#4 L=2,00
ZAP 4	2	1,95	1,95	0,30	0,25	13#4 L=2,25	12#4 L=2,25

Columnas

En los edificios de laboratorios de Ciencias Básicas se usaron columnas rectangulares y circulares cuyas dimensiones² se observan en las tablas 3.4 y 3.5:

Tabla 3.4. Dimensiones Columnas edificio 1 Laboratorios

CUADRO. COLUMNAS EDIFICIO 1 LAB. CIENCIAS BASICAS		
COLUMNA	L1 (m)	L2 (m)
COLUMNA 1	0,45	0,45
COLUMNA 2	0,50	0,50

Tabla 3.5. Dimensiones Columnas edificio 2 Laboratorios.

CUADRO. COLUMNAS EDIFICIO 2 LAB. CIENCIAS BASICAS		
COLUMNA	L1 (m)	L2 (m)
COLUMNA 1	0,35	0,40
COLUMNA 2	Diámetro: 0,4	

² Tablas proporcionada por los Constructores de la Facultad de Ciencias Básicas.

4. DESCRIPCIÓN DE LA OBSERVACIÓN

Una vez determinados los factores que posiblemente inciden en el rendimiento, las actividades en ejecución y el tiempo de observación, se procede a realizar los formatos de tiempos y observaciones que simplifican el control, facilitan su registro, y proporcionan apoyo en la toma de decisiones, los formatos se centrarán en tres aspectos: *control de tiempos, control de cantidad y calidad de trabajo (productividad)*.

Los tiempos se dividen en tres, el tiempo en que el obrero se encuentra en su lugar de trabajo u horario laboral denominado tiempo de presencia (T), el tiempo de trabajo (t) es el que ejecuta en la actividad laborada y los tiempos muertos ($T-t$) que son la diferencia entre tiempo de presencia menos el tiempo laborado, que a su vez están ligados a causas fundamentales que se deben considerar, como los tipos de contratiempos que se enfrentan en obra, los cuales se presentan por *causas endógenas* que se relacionan con factores vinculados al proceso de la actividad tales como reparaciones, averías, mantenimiento, accidentes, etc. y las *causas exógenas* que se presentan por factores ajenos a las actividades como pueden ser los factores climáticos, los pagos, desastres naturales o incumplimientos de terceros o ajenos a la obra etc.

Por otro lado se cuenta con el control de mano de obra que registrará el operador de los formatos y persigue medir el tiempo del trabajador, para ver si se cumple la jornada laboral y analizar los rendimientos de trabajo.

4.1 Desarrollo del formato de aplicación

Para el buen desarrollo del proyecto y una adecuada toma de datos se implemento un nuevo formato, el cual a consideración de los investigadores mediante un estudio previo de campo, contiene las principales variables a tener presentes en la ejecución de cada actividad, dichas variables son las siguientes:

- *Número de formato, Fecha y Hora*, son elementos esenciales de cualquier formato, con el fin de tener un buen control de las actividades.
- *Actividad en desarrollo y Descripción de la actividad*, especifican el tipo de labor que se está llevando a cabo y con qué materiales o características propias de la misma, para que en el momento de analizar los resultados de rendimientos, se pueda realizar una comparación razonable entre actividades.
- *La localización de la actividad*, da un punto de referencia para posteriores análisis de la influencia de cómo el campo de trabajo puede afectar el desarrollo de una labor.
- *La Cuadrilla*, indica qué conformación y especialidad tiene el equipo de trabajo.
- *La Cantidad de Oficiales*, afecta directamente al rendimiento, ya que cuando mayor sea la cantidad de personas ejecutando una misma labor mas rápidamente se hará, sin embargo si es un número de trabajadores excesivo con relación al área de trabajo se pueden presentar inconvenientes durante la ejecución de la actividad, por ello es de gran importancia este parámetro para la determinación del rendimiento y la productividad.
- El *Número de Ayudantes* es de vital importancia para la medición de rendimientos, ya que si un trabajador debe suspender su actividad para

hacer o ir en busca de materiales y equipos indispensables para la ejecución de su labor, produce pérdida de tiempo en trabajos secundarios, limitando el tiempo de producción diaria.

- El *Nivel de educación*, la *edad*, la *experiencia* y las *personas a cargo* son parámetros que afectan de manera motivacional al trabajador, esto se debe a que el tipo de responsabilidades y capacidades que tenga, hacen que el mismo desee laborar con diferente ánimo y calidad.
- En la casilla *Actividad* se encuentran tres opciones que determinan el tipo de actividad de la siguiente manera: *Tipo Productiva (TP)* indica si lo que se realizó en un determinado tiempo hizo que la actividad avanzara, *Tipo Contributiva (TC)* se presenta cuando lo que se está realizando contribuye indirectamente a la actividad y es necesario que se realice para continuar con la misma, y por último la *Tipo No Productiva (TNP)* indica que en ese momento los trabajadores están realizando otras actividades que no contribuyen de ninguna manera a la actividad en observación.
- El Estado del *Clima* presenta un cambio en su impacto dependiendo de si la actividad en desarrollo se encuentra a la intemperie, haciendo de su ejecución algo más complejo e incómodo para el trabajador, esta variable no sólo afecta el rendimiento del trabajador, sino también la calidad de la actividad, así que se tienen presentes tres tipos de clima, *Soleado*, *Nublado* y *Lluvioso*.
- En el caso particular del *Estado de los equipos*, la capacidad de realizar la actividad por parte del trabajador se ve afectada si los equipos usados en esta son de mala calidad, aumentando el tiempo de ejecución para obtener un buen resultado, o de buena calidad, disminuyendo el tiempo y mejorando la calidad del trabajo.
- Las *Unidades de medida* y la *Cantidad realizada* son parámetros de control durante el desarrollo de la actividad y su posterior medida total, de

esta forma se establecen las condiciones de las mediciones para su análisis.

- *Rendimiento y Total Realizado* son parámetros que establecen tanto los tiempos parciales en los cuales se desarrollaron las observaciones, como el total en el cual se indica la duración de la actividad completa.
- Las casillas de *Observaciones* son las más importantes para el desarrollo de este proyecto, esto se debe a que durante el desarrollo de la actividad el investigador hará las respectivas observaciones de la ejecución de la misma con énfasis en factores que alteren el rendimiento del trabajador, la calidad de la actividad o el retraso de la misma.
- Por último en la casilla “*Durante el desarrollo de la actividad el estado de ánimo de los trabajadores fue*”, se realiza una conclusión por parte del investigador del tipo de ánimo con el que el trabajador completó la actividad, con esta variable se puede tener presente si los problemas personales del trabajador tanto familiares como laborales, alteran el rendimiento y la calidad de su trabajo, para ello tenemos cuatro tipos de ánimos a tener presentes, *Activo, Normal, Distraído y Decaído*.

En el Anexo 1 se presenta el formato desarrollado durante el transcurso de las observaciones diligenciado con la toma de datos relacionados con el rendimiento del trabajador en una actividad específica, se espera que sirva como base para nuevas investigaciones sobre el rendimiento en el sector de la construcción. Este formato es una adaptación de los mostrados anteriormente, del grupo de investigación, Ingeniería, Ambiente y Salud de la Universidad Militar Nueva Granada.

4.2 Descripción de las actividades

Determinadas las actividades a observar, se inicia la toma de tiempos mediante la observación constante durante la ejecución de las actividades, tomando los tiempos nombrados y registrando en los respectivos formatos, evitando abrumar al obrero para minimizar impactos en el rendimiento, a continuación se describirá los procesos observados.

Mampostería

En el proceso de construcción de los muros trabajan en general un oficial y un ayudante, este último es quien se encarga de la mayoría de las actividades contributivas. Para el desarrollo de los muros ejecutados en obra se inicia con una limpieza en la zona de trabajo, luego se realiza el cimbrado que se compone de la marcación de ejes y la distribución de los ladrillos, se instalan las guías de los niveles, y en paralelo el ayudante trae el material y el mortero para el inicio de la actividad, se extiende la primera capa de mortero para pega y la correspondiente colocación de los ladrillos o bloques, después se prosigue con este mismo procedimiento hasta alcanzar alturas prudentes para el trabajador, luego se procede a instalar el andamio de base o colgantes dependiendo del caso, dentro de esto cabe anotar que no todos los muros necesitan andamios y otros elementos de ayuda, al alcanzar una altura determinada se funden las viguetas y dovelas, de esta manera se inicia otro tipo de actividad que también realiza el oficial y su ayudante, después se continúa con la instalación de los ladrillos hasta alcanzar la altura especificada y se finaliza.

Para algunos casos los materiales se encuentran lejos del sitio de trabajo por lo tanto se dificulta su transporte y la actividad demora, además se tienen

diferentes complicaciones mientras se ejecuta la actividad como pueden ser la configuración de los ladrillos o bloques, detalles de los mismos y la falta de material o equipo de trabajo que ofrece la constructora. En las Figuras 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 se pueden apreciar los procesos constructivos de los muros convencionales.



Figura 4.1. Centro de acopio de material y mezcla



Figura 4.2. Centro de acopio y de corte de bloques y ladrillos.



Figura 4.3. Marcación de ejes y predisposición de primeros bloques o ladrillos.



Figura 4.4. Niveles, alturas e inicio de la pega

En la construcción de la facultad de Ciencias Básicas los muros constan de dovelas ubicadas de forma vertical, y de viguetas cada octava hilada. Para las dovelas se usaron bloques No 5 (ver Figura 4.5) y para las viguetas la

ladrillera realizó un bloque especial experimental para la universidad (Figura 4.6).



Figura 4.5. Bloque estructural con perforaciones verticales, ladrillera Santafé.



Figura 4.6. Bloque para viguetas, ladrillera Santafé.

Enchape

En esta actividad solo trabaja una persona generalmente y en pocas ocasiones se emplea un ayudante, la actividad comienza con la colocación del equipo de trabajo, luego viene la limpieza del área, después el oficial trae los materiales, cerámicas, bultos de Pegacor para realizar la mezcla en el sitio y esparcirla en la parte trasera de las baldosas, después mide y coloca la guía para luego humedecer e iniciar con la pega de las baldosas, se le dan unos pequeños golpes para asegurar la pieza y se instalan los separadores y se prosigue, en el caso de detalles constructivos el oficial debe diseñar la pieza y luego instalarla, al finalizar la pega de las baldosas, se emboquilla cuidadosamente, luego se limpian los enchapes y se sellan con polietileno negro para conservar su aspecto.

Enchapes y pisos como los porcelanatos utilizan Pegacor tanto en la superficie inferior (Figura 4.7) como en el suelo o pared (Figura 4.8) para su instalación, y otros como la cerámica en granito en lugar de usar Pegacor usan sustratos, estos son morteros secos con composición de 5 a 8 partes de arena por una de cemento y poca cantidad de agua (Figura 4.9).



Figura 4.7. Pegacor en la parte inferior de la tableta.



Figura 4.8. Pegacor en el piso.



Figura 4.9. Disposición del sustrato.

Zapatas

En la primera etapa para el proceso de construcción de zapatas se marcan los ejes y dimensiones de las zapatas para generar las excavaciones, para estas se hace uso de una retroexcavadora (Figura 4.10) para realizar la excavación con mayor rapidez, luego entran obreros y refinan las medidas manualmente, se continua con el vaciado de un mortero de limpieza se deja que solidifique la mezcla al secar el material se plasman los ejes y el contorno de la columna, luego entran dos obreros que se encargan de colocar las mallas y los refuerzos para las columnas siguiendo las guías, nivelan y estabilizan con dos estribos, se aseguran con párales de madera a la altura del nivel del piso (Figura 4.11).

Antes de iniciar el vaciado del concreto para la zapata, se deben realizar ensayos al concreto para confirmar que cumpla con las respectivas especificaciones, luego se procede a vaciar la mezcla en la excavación mientras una persona guía el embudo de la Míxer otro esparce la mezcla uniformemente dentro de la excavación, seguido de un trabajador que vibra cuidadosamente para homogenizar el concreto (Figura 4.12), después se nivela y verifica la altura de la zapata y se dejan guías para las columnas y así se termina esta actividad.



Figura 4.10. Retroexcavadora Caterpillar 428C.



Figura 4.11. Colocación del refuerzo.



Figura 4.12. Fundición zapata.

Columnas

Para el desarrollo de esta actividad se debe esperar a que se rellenen y compacten los espacios que sobran de las zapatas (Figura 4.13), y se funda la placa, al terminar estas actividades, se procede a marcar la altura de los flejes en los refuerzos principales de antemano instalados y luego se comienza con el amarre de estos de abajo hacia arriba, esta labor necesita de andamios por la altura de las columnas por lo tanto las personas que realizan esta labor deben instalar los equipos (Figura 4.14), luego se inicia con el transporte de las formaletas, se limpian y se les aplica un desmoldante para luego instalarse, al terminar esta labor se aseguran las formaletas con mordazas, abrazaderas de abajo hacia arriba y puntales, por último se nivelan (Figura 4.15), terminada esta tarea se procede a vaciar la mezcla, como no se contaba con lanzadoras de hormigón la Míxer vacía el concreto en un centro de acopio cercano a las columnas, luego se llenan las carretillas para transportarlas hasta las columnas, dos obreros más se encargan del vibrado manual en la base de la columna y otro utiliza un vibrador eléctrico para concreto desde la parte de arriba mientras otro vacía la mezcla manualmente (Figura 4.16), al finalizar el vaciado se verifica que se encuentre debidamente nivelada.

Cada detalle anteriormente descrito de las actividades se registro el su respectivo formato por el personal de la investigación, incluyendo observaciones basadas en los conocimientos adquiridos en la formación profesional y criterio.



Figura 4.13. Relleno Zapata.



Figura 4.14. Amarre estribos.



Figura 4.15. Formaleta para columna debidamente nivelada.



Figura 4.16. Fundición columna.

5. RESULTADOS OBTENIDOS

A partir de las observaciones proporcionadas en el Anexo 1, se realizó una tabulación para cada actividad y cada tipo de material, dichos formatos cuentan con los principales datos de cada observación: Número de Formato, Rendimiento, Porcentajes de Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Productivo (TNP) y un puntaje de incidencia para las variables consideradas en este proyecto (Cantidad de trabajadores, Edad, Experiencia, Nivel de educación, Personas a cargo, Clima, Localización y Estado de ánimo).

Estos puntajes dependen del tipo de afectación sobre cada variable y están clasificados de la siguiente manera, (N) cuando la variable afecto de forma negativa en el desarrollo de la actividad, (O) si la variable no tuvo incidencia alguna en la actividad y (P) si durante la ejecución de la actividad la variable considerada presentó un efecto positivo. Luego se obtienen los porcentajes de influencia tanto negativa como positiva y de no incidencia para cada una de las variables, para así poder realizar una adecuada comparación de resultados.

A continuación se presentan las tabulaciones y análisis respectivas a cada una de las actividades, y seguido a cada formato se muestran la figura de los porcentajes de tiempos promedio de TP, TC y TNP y la figura de los porcentajes de incidencia de cada una de las variables en las actividades, por último una figura comparativa entre el promedio de tiempos TP, TC y TNP de cada actividad.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS Muro en bloque abuzardado



Figura 5.1. Porcentaje promedio de tiempos, muro en bloque abuzardado.

La actividad de muros en bloque abuzardado presentan un adecuado porcentaje en las actividades productivas con un valor del 77% y una importante disminución en las actividades tanto no contributivas con 7% como contributivas de 16% (Figura 5.1), dentro de los factores en investigación (Figura 5.2) se encontró que la cantidad de trabajadores, la experiencia, el nivel de educación y el estado de ánimo contribuyeron al alza del porcentaje en las actividades productivas ya que predomina la incidencia positiva con 57,1%, 57,1% 57,1% y 42,9% respectivamente para la ejecución de la actividad, por otro lado factores como la edad con un 85,7%, las personas a cargo con 100% y el clima con 100% no generaron ninguna influencia para el trabajador de la actividad y el factor de la localización tuvo una incidencia negativa del 57,1%, ya que aumentó el tiempo de trasporte de material por el ayudante de obra y los tiempos de espera del trabajador de la actividad.

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES Muro en bloque abuzardado

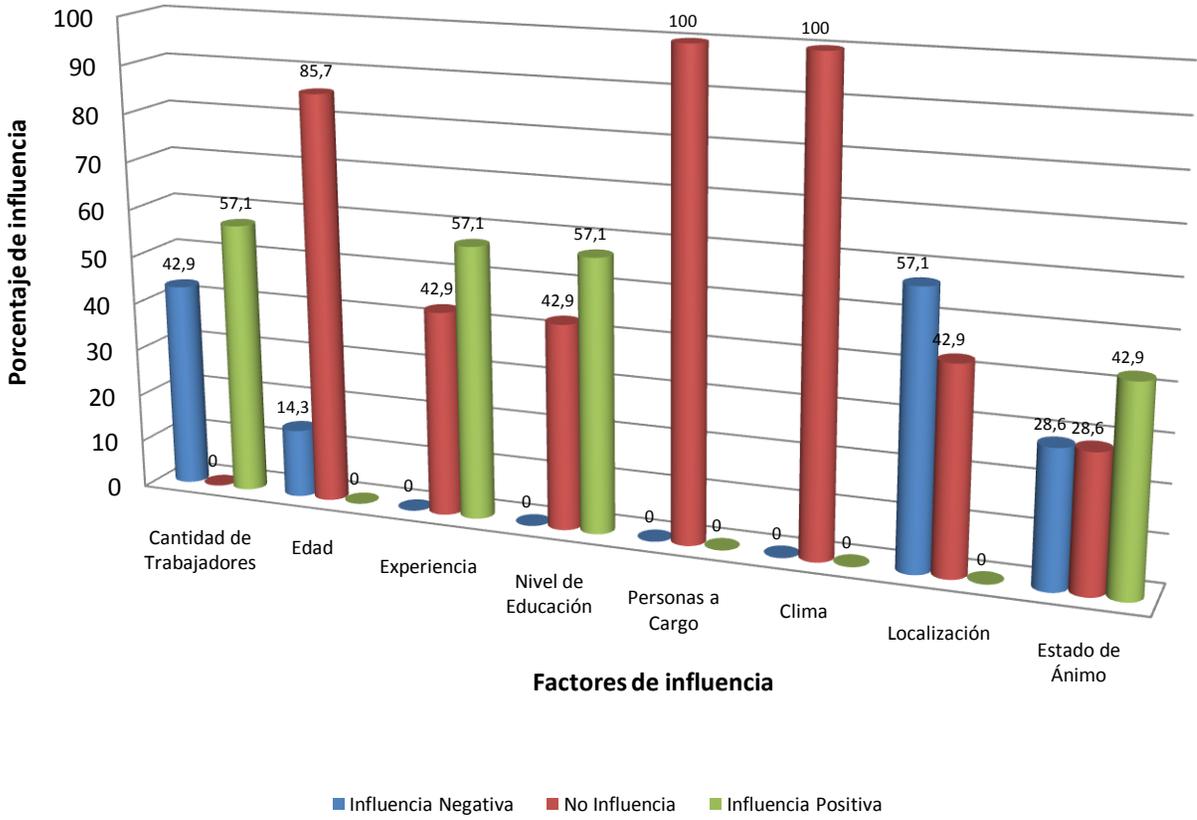


Figura 5.2. Influencia de las variables, muro en bloque abuzardado.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS
Muro en bloque N°5

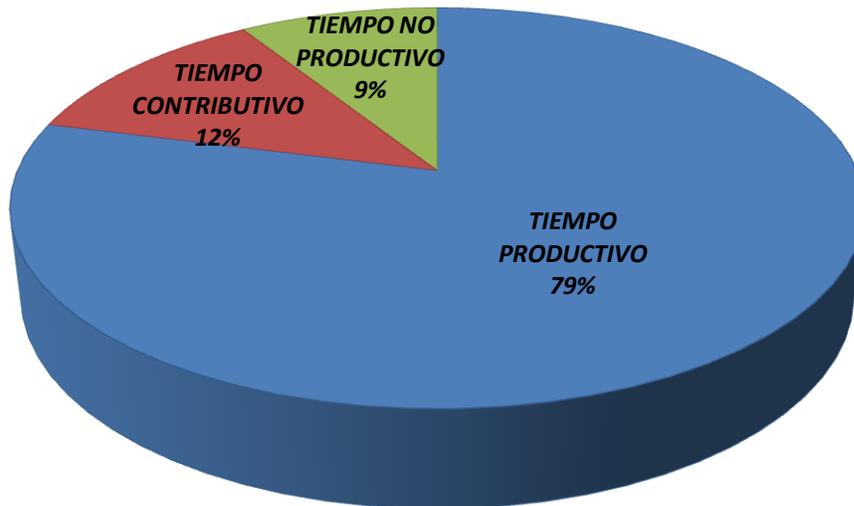


Figura 5.3. Porcentaje promedio de tiempos, muro en bloque N° 5.

Las actividades de muros en bloque N° 5 obtuvieron un porcentaje para los tiempos productivos del 79%, en las actividades no contributivas 9% y las contributivas 12% (Figura 5.3), en las cuales el factor cantidad de trabajadores fue el de mayor incidencia positiva con un 60% (Figura 5.4), la experiencia con un 60% y las personas a cargo con 100% no comprometieron la ejecución de la actividad de ninguna forma y los factores como la edad, el nivel de educación, el clima y la localización cada una de ellas con un 60% y el estado de ánimo con 50% de incidencia negativa para el trabajador implicado con la etapa productiva.

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES Muro en bloque N°5

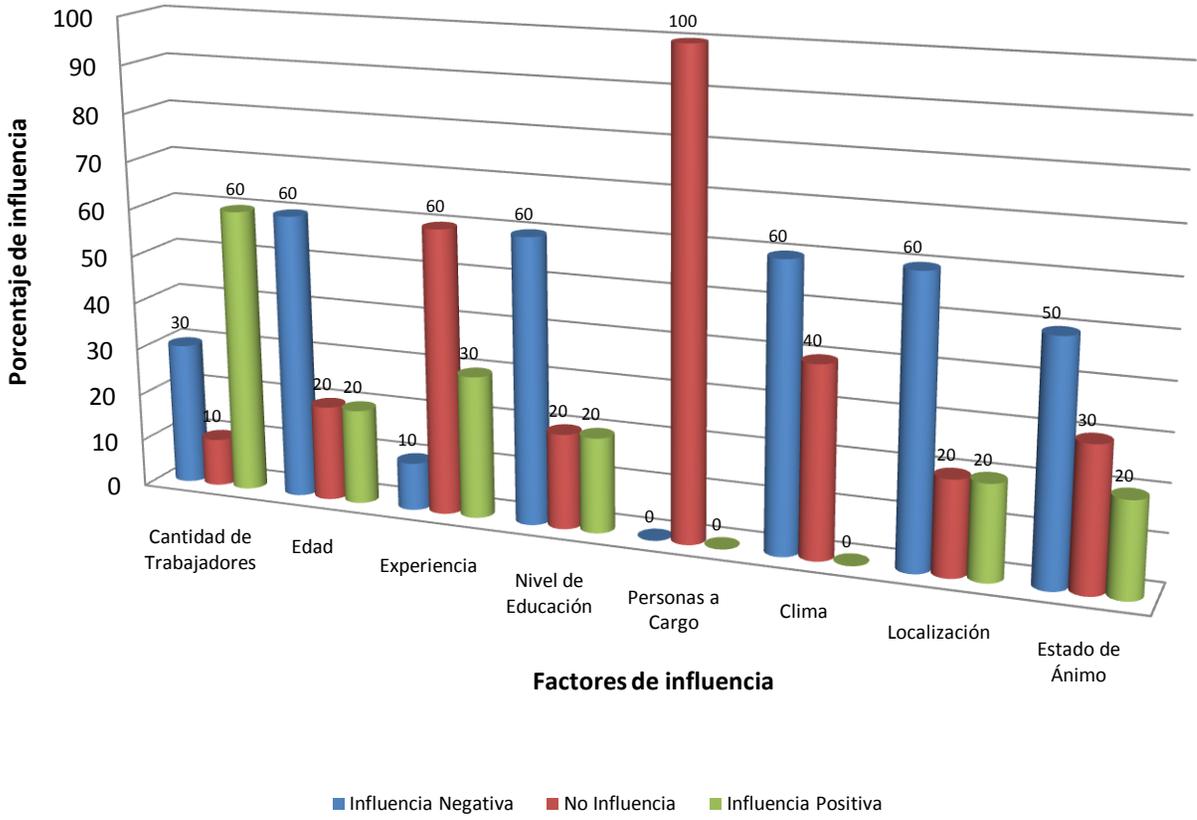


Figura 5.4. Influencia de las variables, muro en bloque N°5.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS
Muro en ladrillo terracota

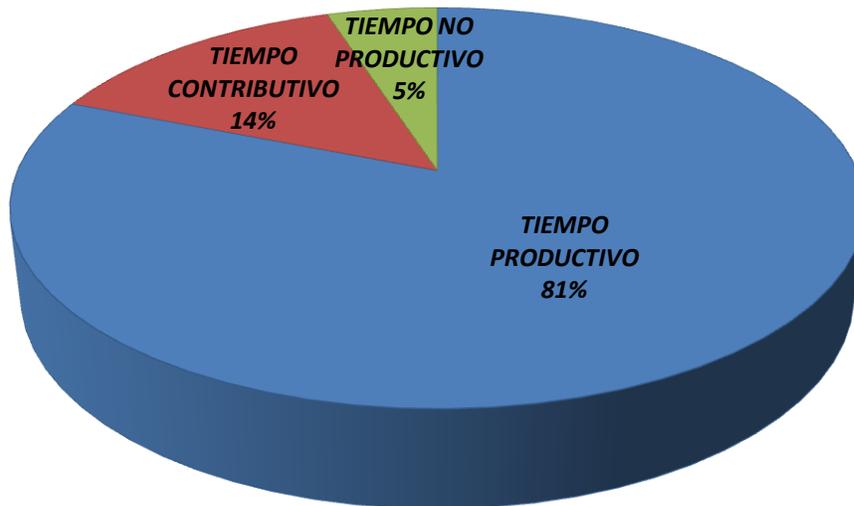


Figura 5.5. Porcentaje promedio de tiempos, muro en ladrillo terracota.

En muros de ladrillo terracota el tiempo productivo presento un 81%, el tiempo contributivo obtuvo 14% y finalmente el tiempo no productivo un 5% (Figura 5.1), los factores con influencia positiva para la construcción de este tipo de material fueron la cantidad de trabajadores con 43,8%, la localización con 56,3% y el estado de ánimo con 37,5%, para la no influencia, la edad con 62,5%, la experiencia y el nivel de educación con un 50% cada uno y un 100% de las personas a cargo, y en el caso de la influencia negativa para la actividad se encontró como único factor de influencia al clima con un 43,8% (Figura 5.2).

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES Muro en ladrillo terracota

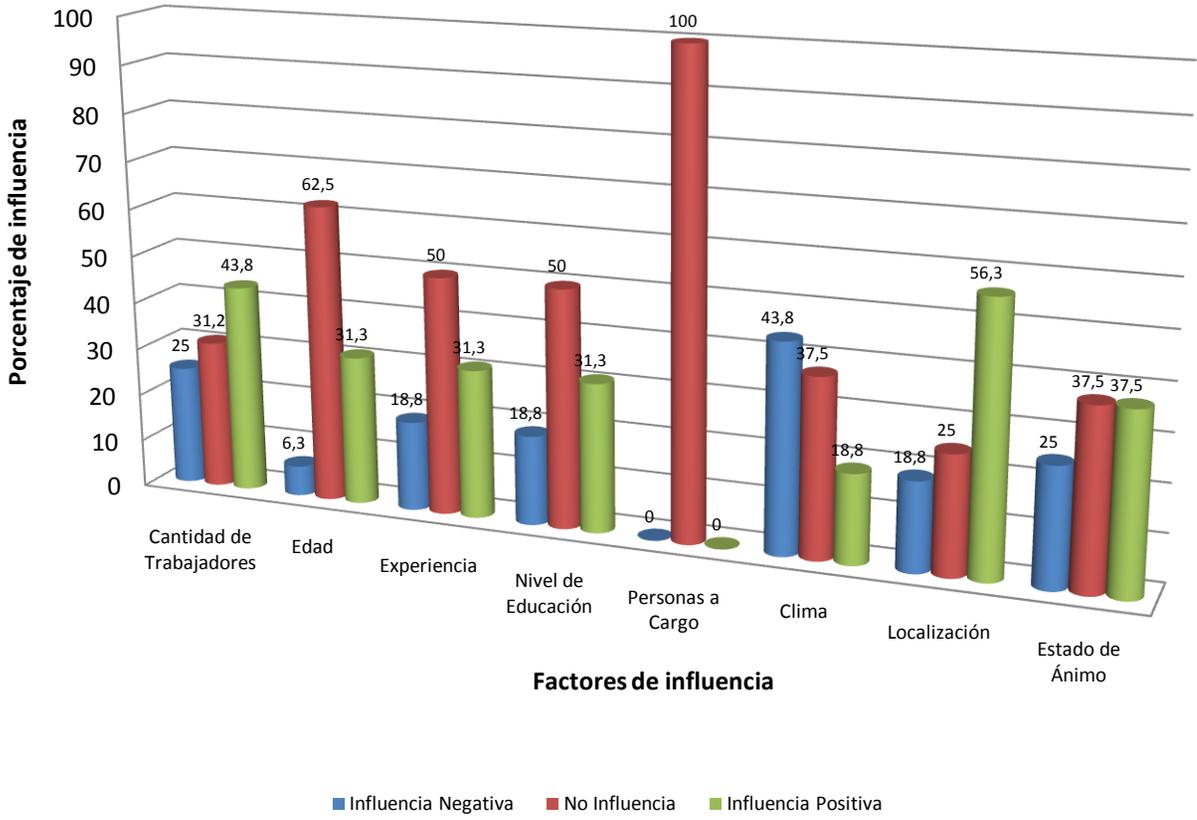


Figura 5.6. Influencia de las variables, muro en ladrillo terracota.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS DE LOS MUROS

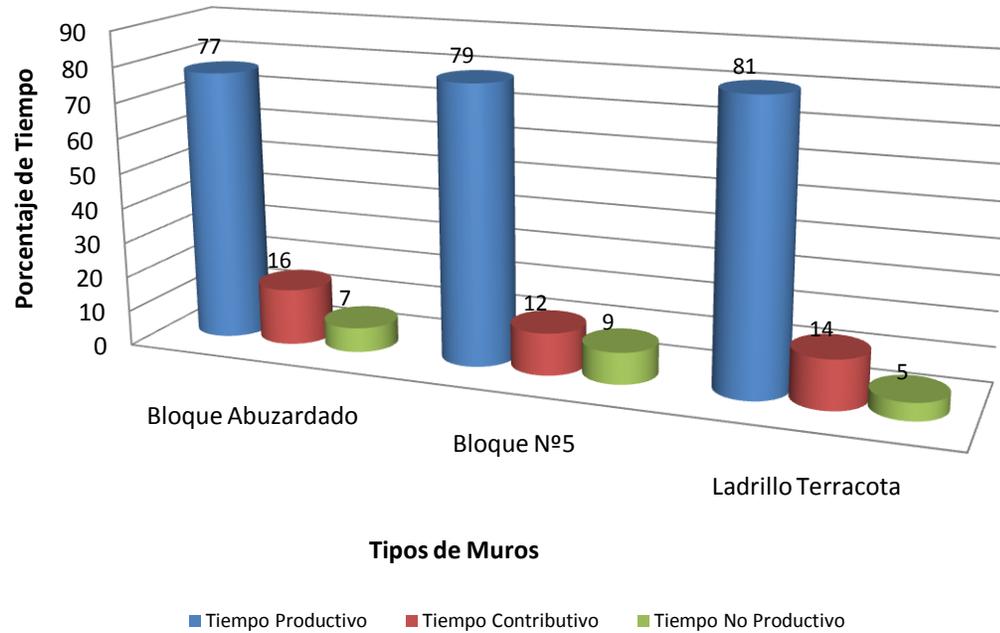


Figura 5.7. Porcentaje promedio de tiempos en muros.

Variables como la cantidad de trabajadores, la localización, la experiencia y el estado de ánimo fueron las de mayor incidencia en la ejecución de muros, esto porque la forma en que se desarrollaron estas actividades fue muy similar y con el mismo tipo de características. En la Figura 5.7 se aprecia que la variación entre la distribución porcentual de tiempos no varía de manera considerable entre los diferentes tipos de muros.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS

Enchape cerámica ártico



Figura 5.8. Porcentaje promedio de tiempos, enchape cerámica ártico.

La actividad de enchapes en cerámica ártico presenta un excelente porcentaje en las actividades productivas con un valor del 91% y una importante disminución en las actividades tanto no contributivas con 1% como contributivas de 8% (Figura 5.8), dentro de los factores en investigación (Figura 5.9) se encontró que la cantidad de trabajadores con un 100% y la experiencia con un 60% contribuyeron al alza del porcentaje en las actividades productivas para la ejecución de la actividad, por otro lado factores como la edad con un 80%, el nivel de educación con 80%, las personas a cargo con 100%, el clima con 80% y la localización con 100% no generaron ninguna influencia para el trabajador de la actividad y el factor de el estado de ánimo tuvo una incidencia negativa del 40%, ya que los trabajadores estuvieron decaídos durante el desarrollo de algunas de las actividades.

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES

Enchape cerámico ártico

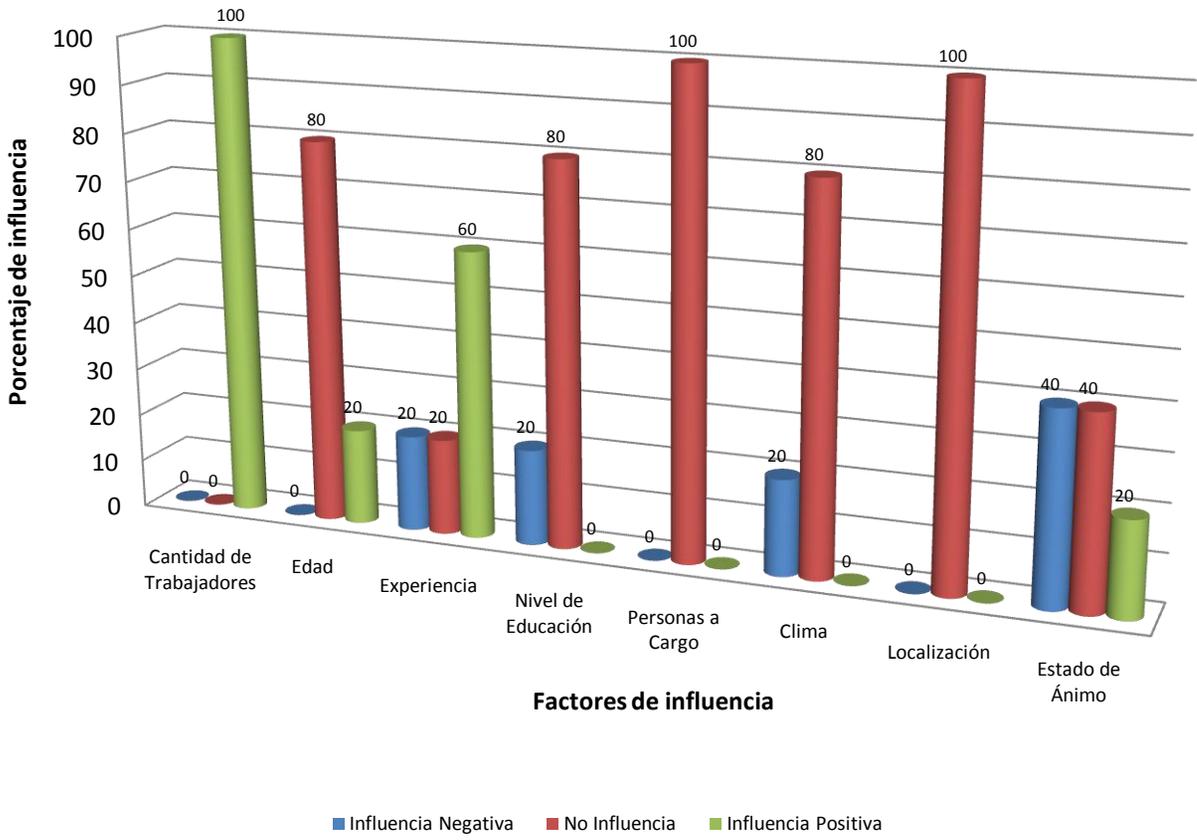


Figura 5.9. Influencia de las variables, enchape cerámico ártico.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS
Enchape porcelanato Forge rectificado

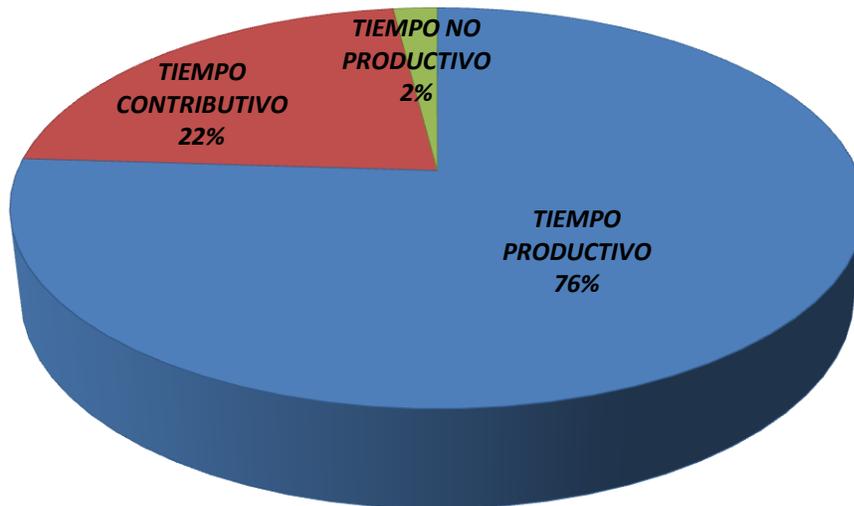


Figura 5.10. Porcentaje promedio de tiempos, enchape porcelanato forge rectificado.

Las actividades de enchapes en porcelanato Forge rectificado obtuvieron un porcentaje para los tiempos productivos del 76%, en las actividades no productivas 2% y las contributivas 22% (Figura 5.10), en las cuales el factor cantidad de localización fue el de mayor incidencia positiva con un 40% (Figura 5.10), la edad con un 100%, el nivel de educación y las personas a cargo ambas con 100% no comprometieron la ejecución de la actividad de ninguna forma y los factores como la cantidad, la experiencia, el clima y el estado de ánimo cada una de ellas con un 40% de incidencia negativa para el trabajador implicado con la etapa productiva.

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES
Enchape porcelanato Forge rectificado

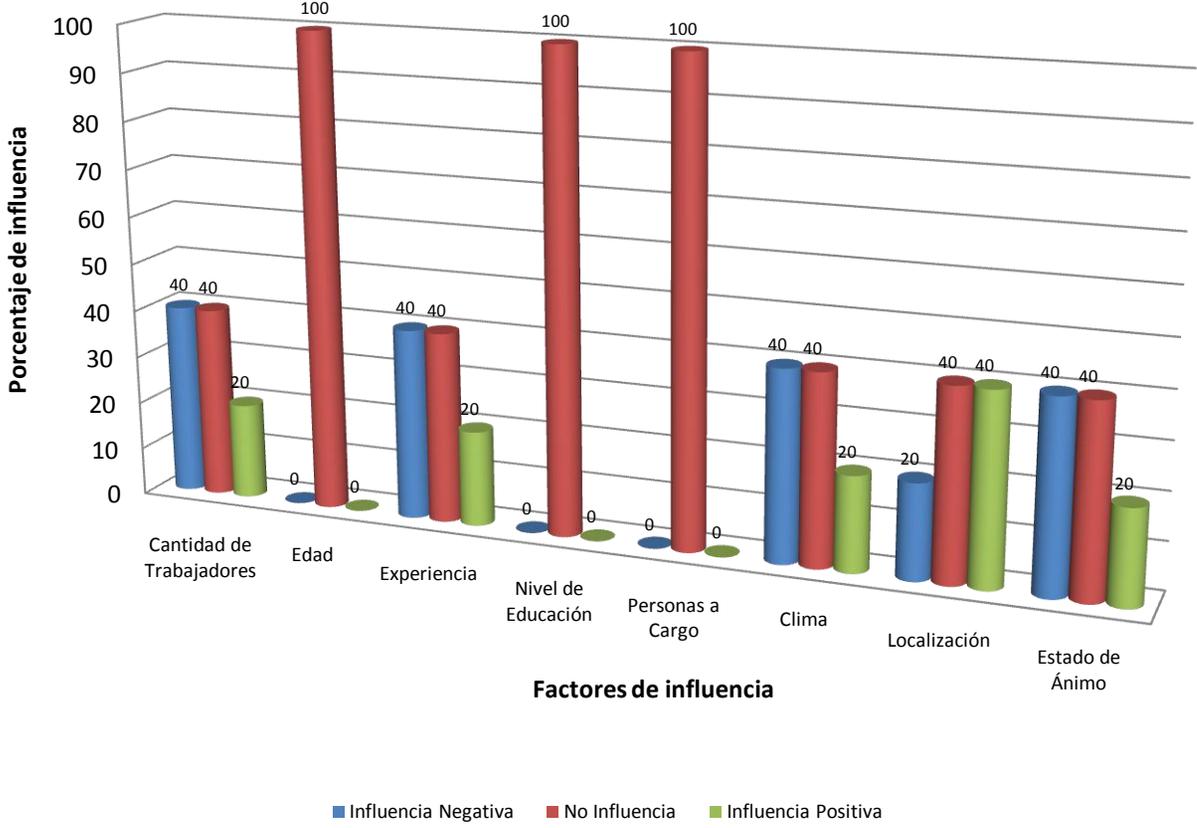


Figura 5.11. Influencia de las variables, enchape porcelanato forge rectificado.

PORCENTAJES PROMEDIOS DE TIEMPOS DE LOS ENCHAPES

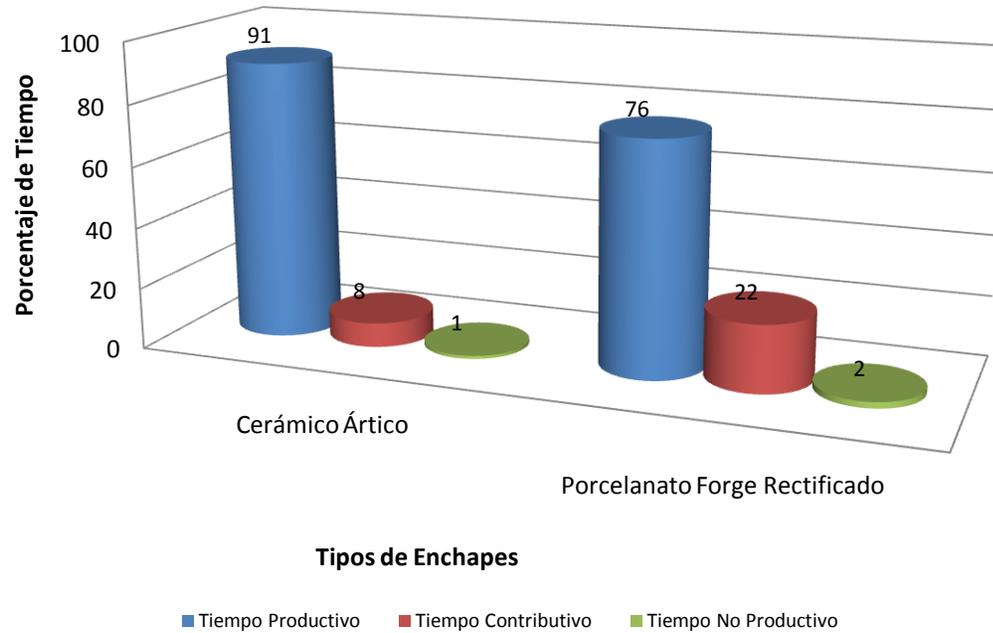


Figura 5.12. Porcentaje promedio de tiempos en enchapes.

Para el desarrollo de la actividad de enchapes, las variables que demostraron ser más influyentes durante su ejecución fueron la cantidad de trabajadores, la experiencia y el estado de ánimo ya que durante su desarrollo presentaron más inconvenientes, en la Figura 5.12 se puede ver que la distribución de tiempos en obra fue muy similar y adecuada, mostrando pocas falencias.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS
Piso en granito blanco

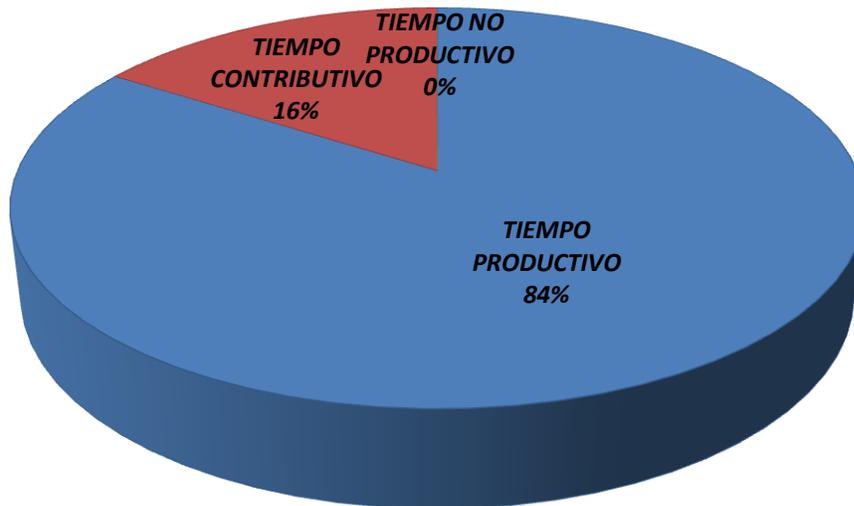


Figura 5.13. Porcentaje promedio de tiempos, piso en granito blanco.

En piso en granito blanco el tiempo productivo presento un 84%, el tiempo contributivo obtuvo 16% y finalmente no hubo presencia de tiempo no contributivo (Figura 5.13), presentando de esta forma una excelente distribución del tiempo en obra, los factores con influencia positiva para la ejecución de esta actividad fueron la cantidad de trabajadores con un 60%, la edad, la experiencia y el nivel de educación con 80, para la no influencia las personas a cargo y el clima con 100% , y en el caso de la influencia negativa para la actividad se encontró como único factor de influencia la localización con un 40% (Figura 5.14).

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES

Piso en granito blanco

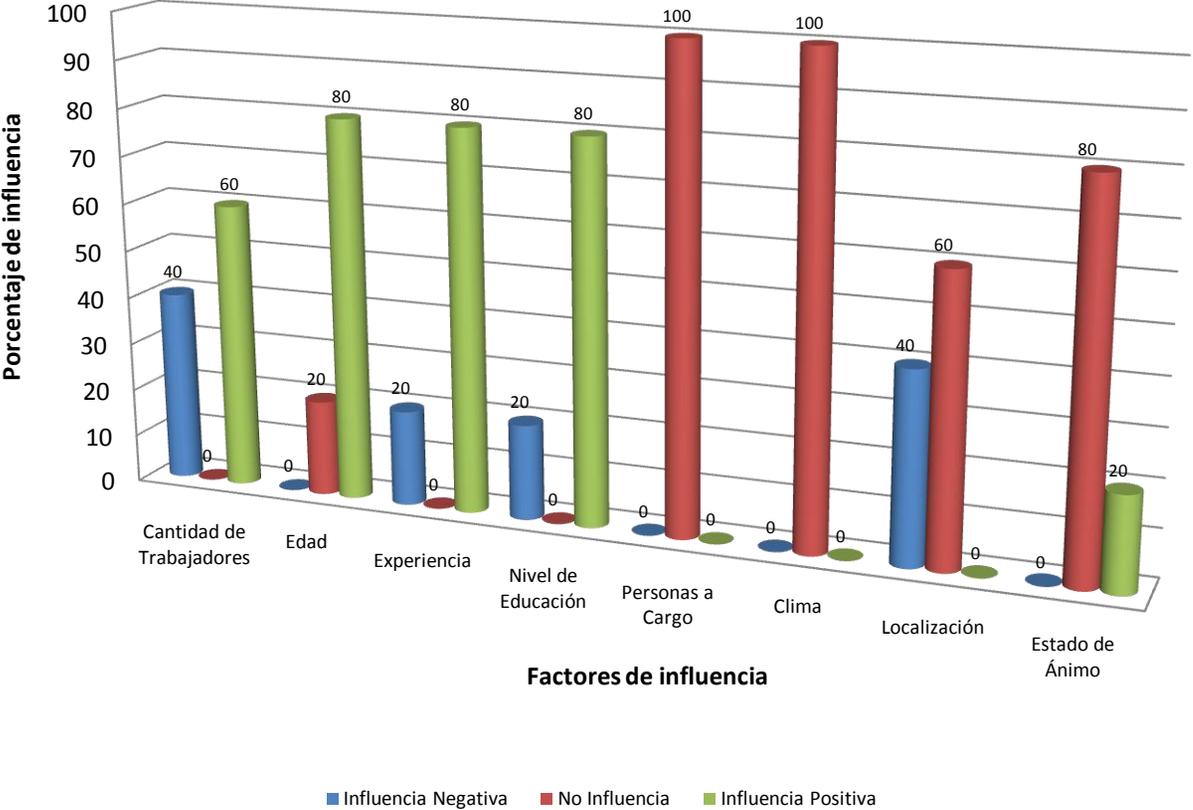


Figura 5.14. Influencia de las variables, piso en granito blanco.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS
Piso en porcelanato pizarra negro

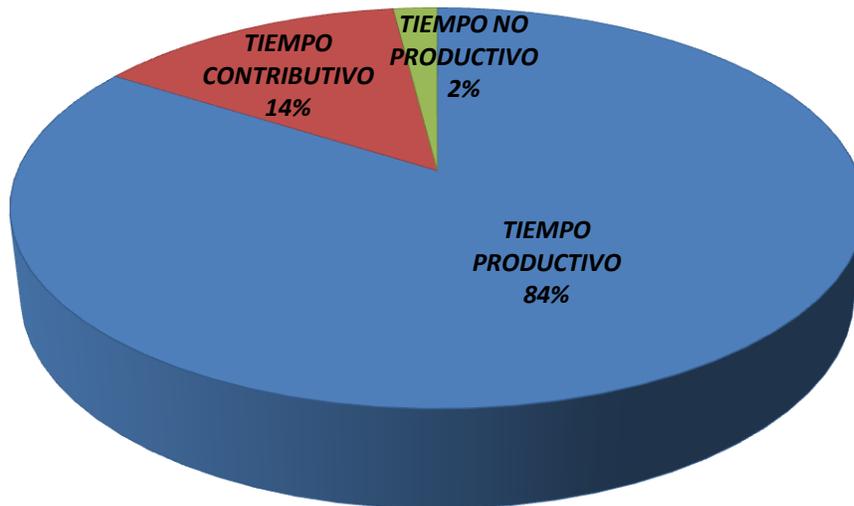


Figura 5.15. Porcentaje promedio de tiempos, piso en porcelanato pizarra negro.

La actividad de pisos en porcelanato pizarra negro presenta un adecuado porcentaje en las actividades productivas con un valor del 84% y una importante disminución en las actividades tanto no productivas con 2% como contributivas de 14% (Figura 5.15), dentro de los factores en investigación (Figura 5.16) se encontró que la cantidad de trabajadores, la edad, la experiencia, el nivel de educación y el estado de ánimo contribuyeron al alza del porcentaje en las actividades productivas ya que predomina la incidencia positiva con 33,3%, 83,3%, 83,3% 83,3% y 33,3% respectivamente para la ejecución de la actividad, por otro lado factores como las personas a cargo con 100% y el clima con 66,7% no generaron ninguna influencia para el trabajador de la actividad y el factor de la localización tuvo un 50% de incidencia negativa y un 50% de positiva siendo así el factor más variable a considerar.

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES

Piso en porcelanato pizarra negro

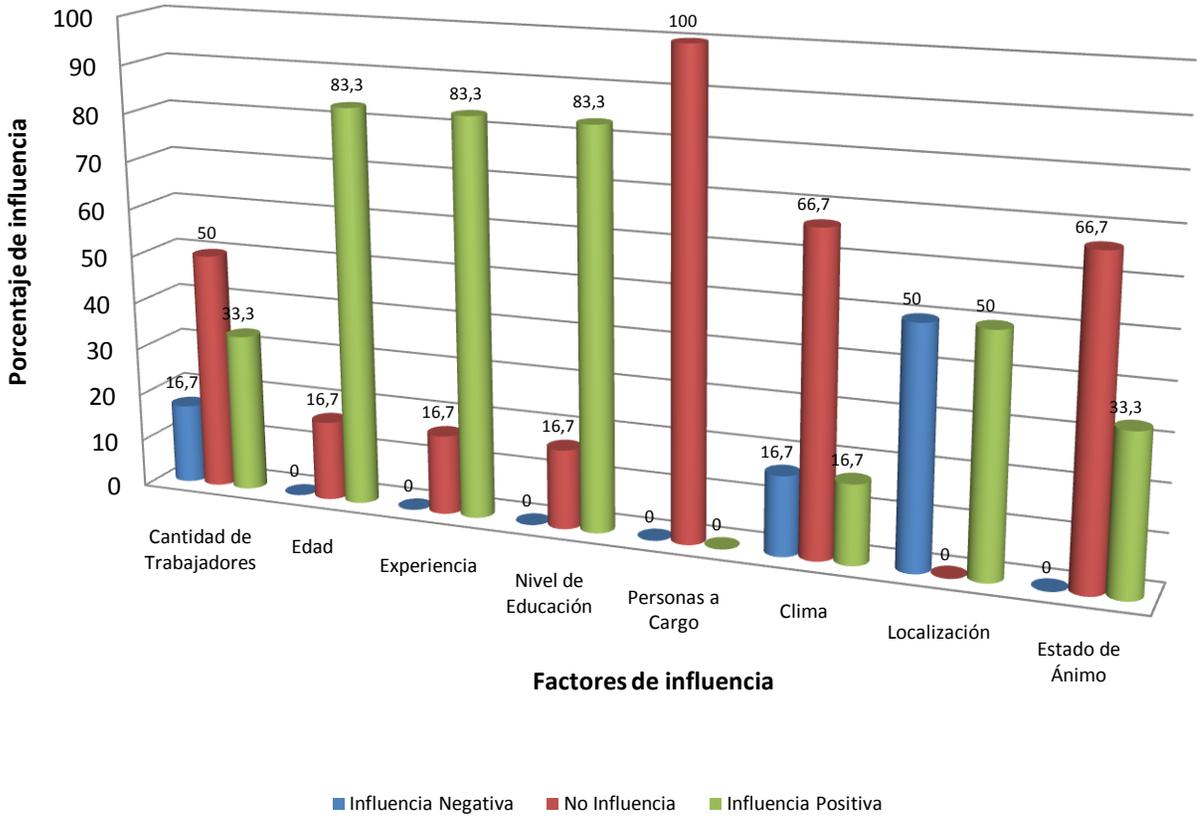


Figura 5.16. Influencia de las variables, piso en porcelanato pizarra negro.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS DE LOS PISOS

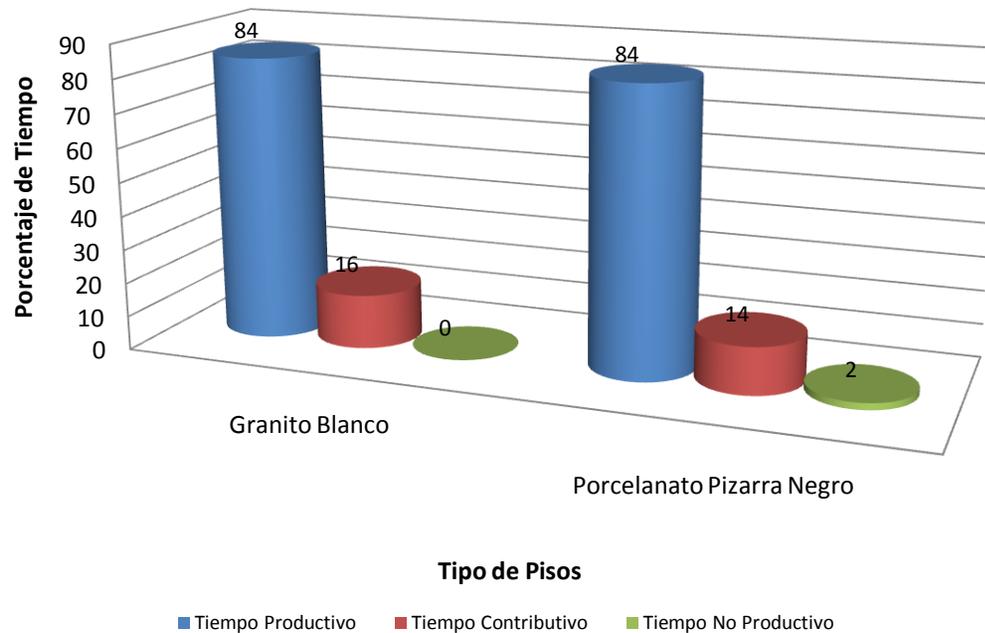


Figura 5.17. Porcentaje promedio de tiempos en pisos.

Al igual que en la actividad de enchapes, los pisos muestran una buena distribución del tiempo en obra (Figura 5.17), con pocas o nada de pérdidas que es ideal para el desarrollo de cualquier actividad, y un aceptable uso del tiempo en actividades contributivas, dando así más tiempo a las productivas. Factores como la cantidad de trabajadores, la edad, la experiencia, el nivel de educación y la localización fueron los de mayor influencia durante el desarrollo de la actividad.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS
Zapatas 2,6m x 2,6m

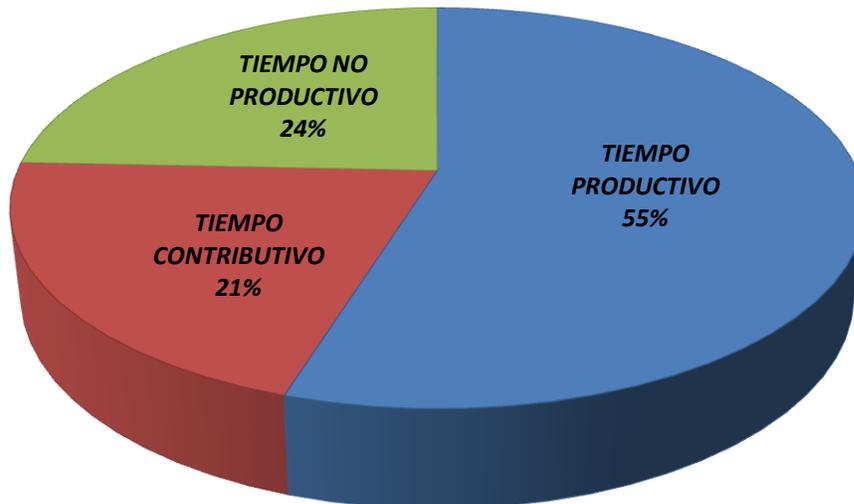


Figura 5.18. Porcentaje promedio de tiempos, zapatitas 2,6m x 2,6m.

Las actividades de zapatitas de 2,6m x 2,6m obtuvieron un porcentaje para los tiempos productivos del 55%, en las actividades no productivas 24% y las contributivas 21% (Figura 5.18), en las cuales los factores cantidad de trabajadores, la experiencia ambas con 100% y la localización con 62,5% fueron las de mayor incidencia positiva (Figura 5.19), la edad, el nivel de educación y las personas a cargo con 100% no comprometieron la ejecución de la actividad de forma apreciable y los factores como el clima con 75% y el estado de ánimo con 37,5% de incidencia negativa para el trabajador implicado con la etapa productiva.

**INFLUENCIA DE LAS VARIABLES
ZAPATAS 2,6m x 2,6m**

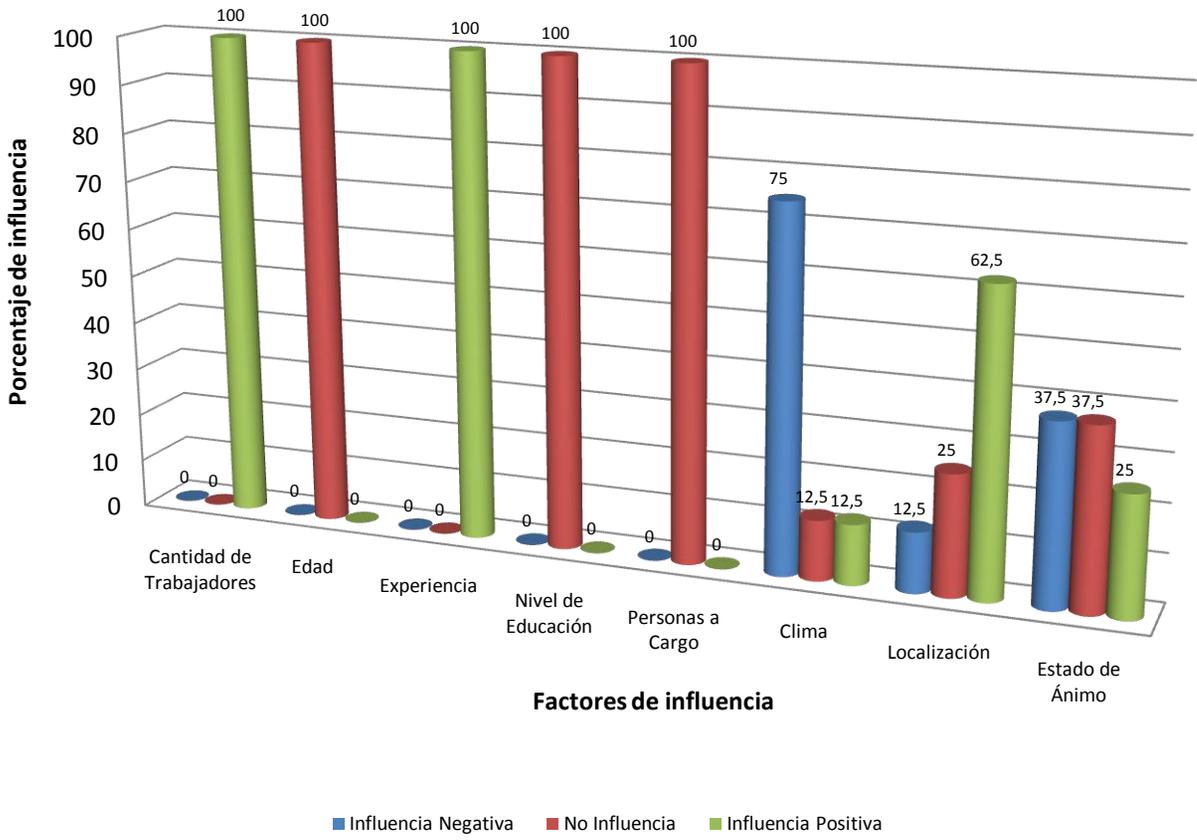


Figura 5.19. Influencia de las variables, zapatas 2,6m x 2,6m.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS
Zapatas 2,5m x 2,5m



Figura 5.20. Porcentaje promedio de tiempos, zapatas 2,5m x 2,5m.

En zapatas 2,5m x 2,5m el tiempo productivo presento un 27%, el tiempo contributivo obtuvo 48% y finalmente el tiempo no productivo un muy inconveniente 25% (Figura 5.20), los factores con influencia positiva para la ejecución de esta actividad fueron la cantidad de trabajadores y la experiencia ambas con 100%, para la no influencia, la edad , el nivel de educación y las personas a cargo con 100%, y en el caso de la influencia negativa para la actividad no se encontró ningún factor de influencia, sin embargo el clima, la localización y el estado de ánimo presentan un 66,7% de no influencia y un 33,3% de influencia positiva, haciendo de estos ultimo factores los más importantes con el fin de mejorar la productividad de la actividad (Figura 5.21).

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES ZAPATAS 2,5m x 2,5m

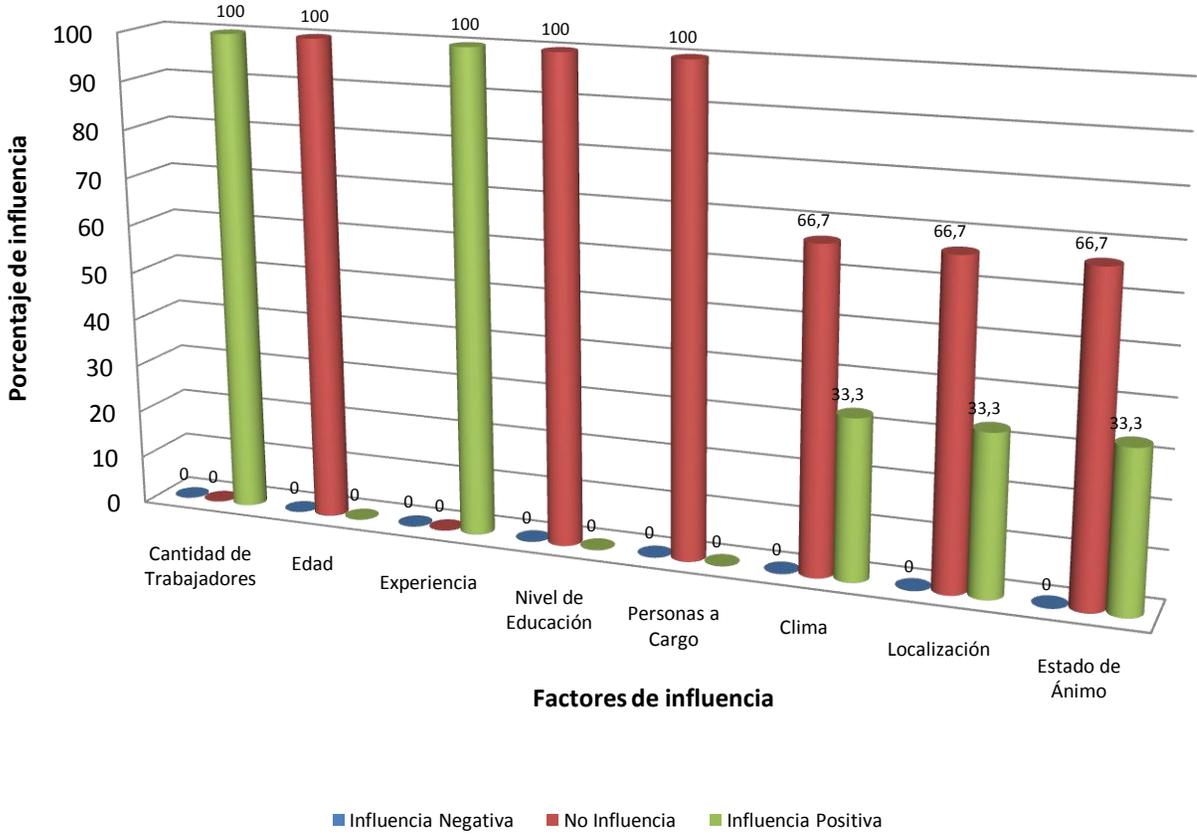


Figura 5.21. Influencia de las variables, zapatas 2,5m x 2,5m.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS
Zapatas 2,4m x 2,4m



Figura 5.22. Porcentaje promedio de tiempos, zapatas 2,4m x 2,4m.

La actividad de zapatas de 2,4m x 2,4m presenta un adecuado porcentaje en las actividades productivas con un valor del 64% y una importante disminución en las actividades tanto no productivas con 7% como contributivas de 29% (Figura 5.22), dentro de los factores en investigación (Figura 5.23) se encontró que la cantidad de trabajadores, la experiencia y la localización con un 100% y el estado de ánimo con 66,7% contribuyeron al alza del porcentaje en las actividades productivas, por otro lado factores como la edad con un 100%, el nivel de educación con 100% y las personas a cargo con 100% no generaron ninguna influencia para el trabajador de la actividad y el factor de la localización tuvo una incidencia tanto negativa como positiva del 33,3%, siendo así el factor más variable en la ejecución de la actividad.

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES

ZAPATAS 2,4m x 2,4m

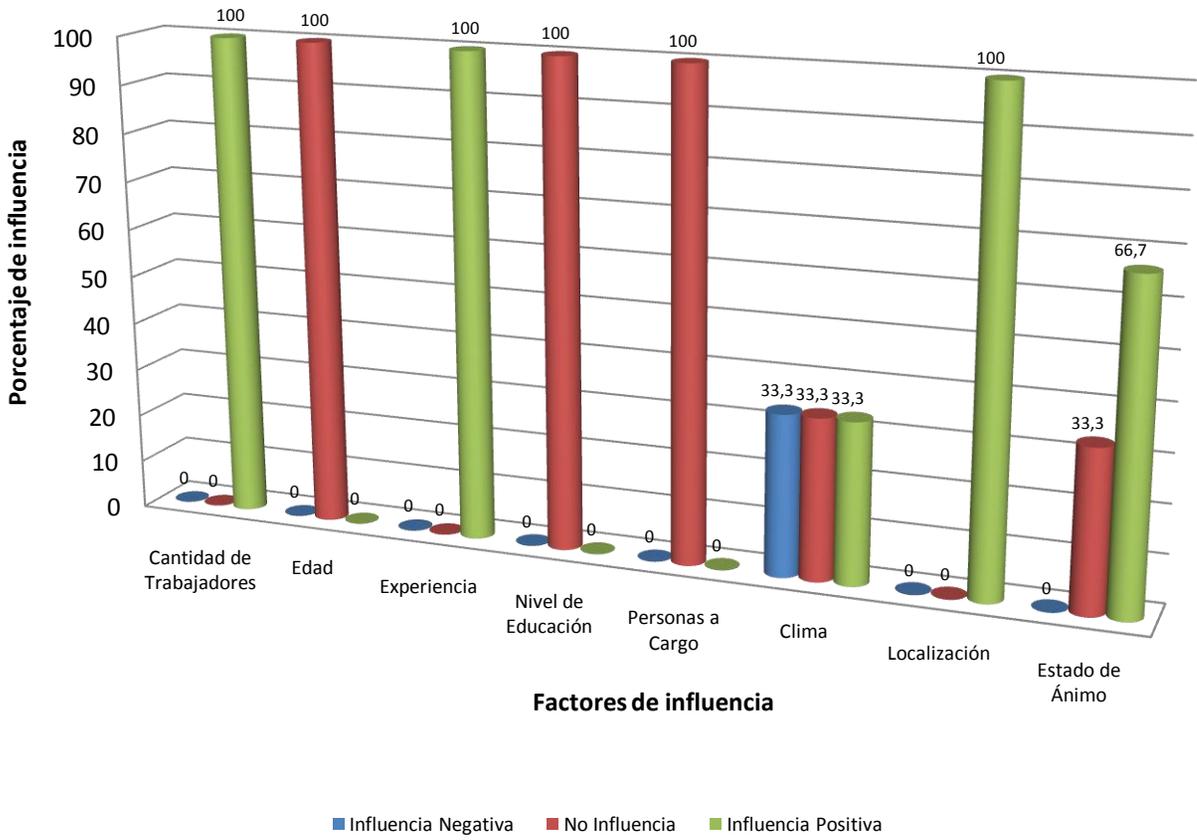


Figura 5.23. Influencia de las variables, zapatas 2,4m x 2,4m.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS
Zapatatas 1,6m x 1,6m



Figura 5.24. Porcentaje promedio de tiempos, zapatas 1,6m x 1,6m.

Para las actividades de zapatas de 1,6m x 1,6m la distribución porcentual de tiempos en obra fue muy inadecuada ya que los tiempos productivos fueron del 31%, en las actividades no productivas 47% y las contributivas 22% (Figura 5.24), en las cuales los factores cantidad de trabajadores, experiencia y localización fueron los de mayor incidencia positiva con un 100% (Figura 5.25), la edad, el nivel de educación y las personas a cargo con 100% no comprometieron la ejecución de la actividad de ninguna forma y los factores como el clima con un 25% de incidencia negativa para el trabajador implicado con la etapa productiva y el estado de ánimo con un 25% de influencia negativa y positiva fueron los más implicados en el rendimiento de la actividad.

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES ZAPATAS 1,6m x 1,6m

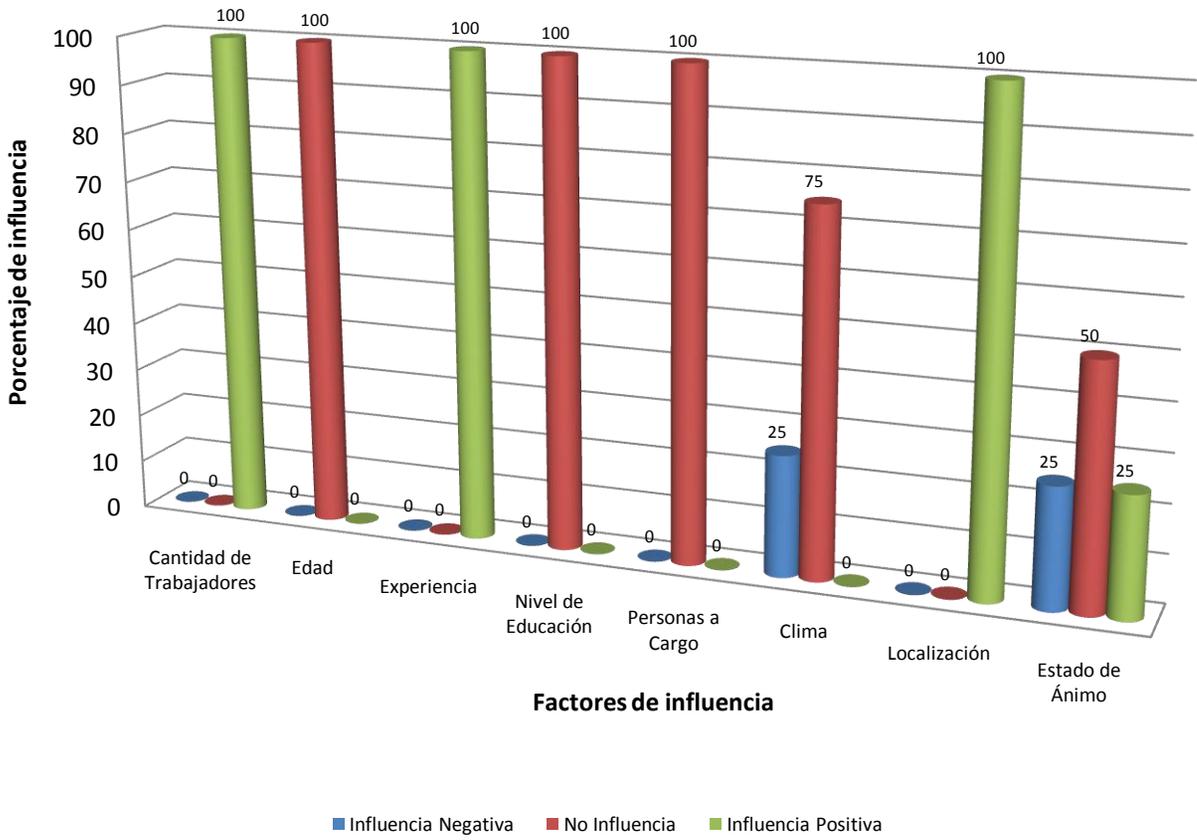


Figura 5.25. Influencia de las variables, zapatas 1,6m x 1,6m.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPO DE LAS ZAPATAS

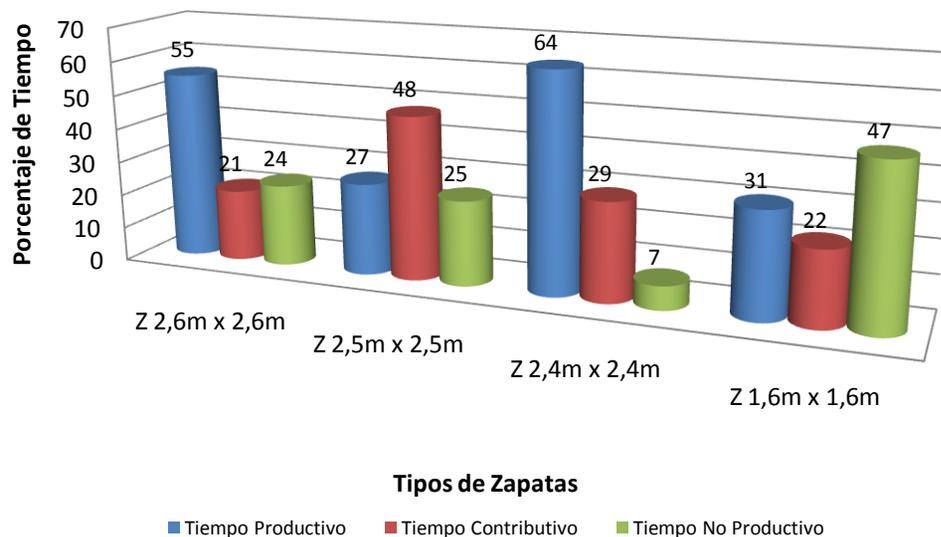


Figura 5.26. Porcentaje promedio de tiempos en zapatas.

En el caso general de actividades estructurales, en muchas de ellas las actividades contributivas son bastante altas como lo muestra la Figura 5.26, esto sin embargo es indispensable ya que para este tipo de elementos a diferencia de otros, requiere de mucho más trabajo e incluso de actividades ajenas a la misma para su buena ejecución, los tiempos no productivos se generan por causa de la misma razón porque siendo un solo grupo de trabajo invierten tiempo en otras actividades, los factores más influyentes en la actividad de zapatas son la cantidad de trabajadores, la experiencia, el clima y la localización.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS
Columnas 0,35m x 0,40m

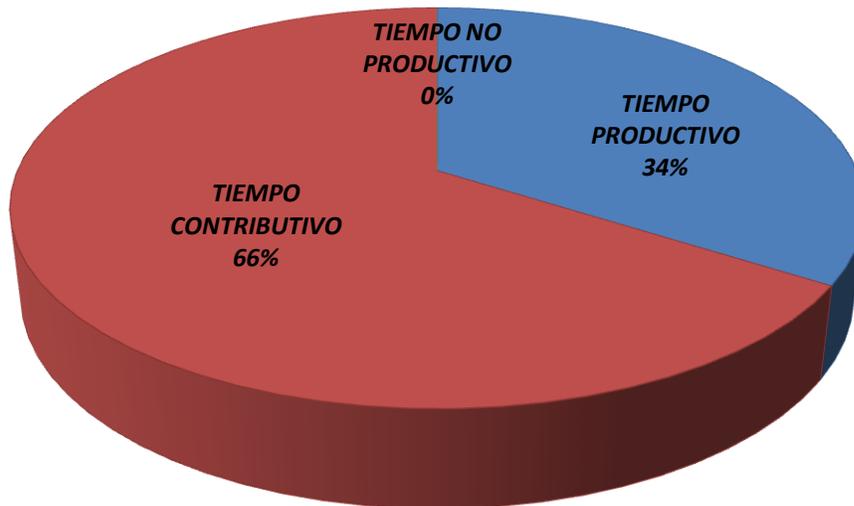


Figura 5.27. Porcentaje promedio de tiempos, columnas 0,35m x 0,40m.

En columnas de 0,35m x 0,40m el tiempo productivo presento un 34%, el tiempo contributivo obtuvo 66% y finalmente el tiempo no productivo un 0% (Figura 5.27), los factores con influencia positiva para la ejecución de esta actividad fueron la cantidad de trabajadores con 60% y la experiencia con 100%, para la no influencia, la edad, el nivel de educación y las personas a cargo con 100% cada uno y un 90% del clima, y en el caso de la influencia negativa para la actividad se encontró como único factor de influencia la localización con un 50% tanto positivo como negativo (Figura 5.28).

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES

Columnas 0,35m x 0,40m

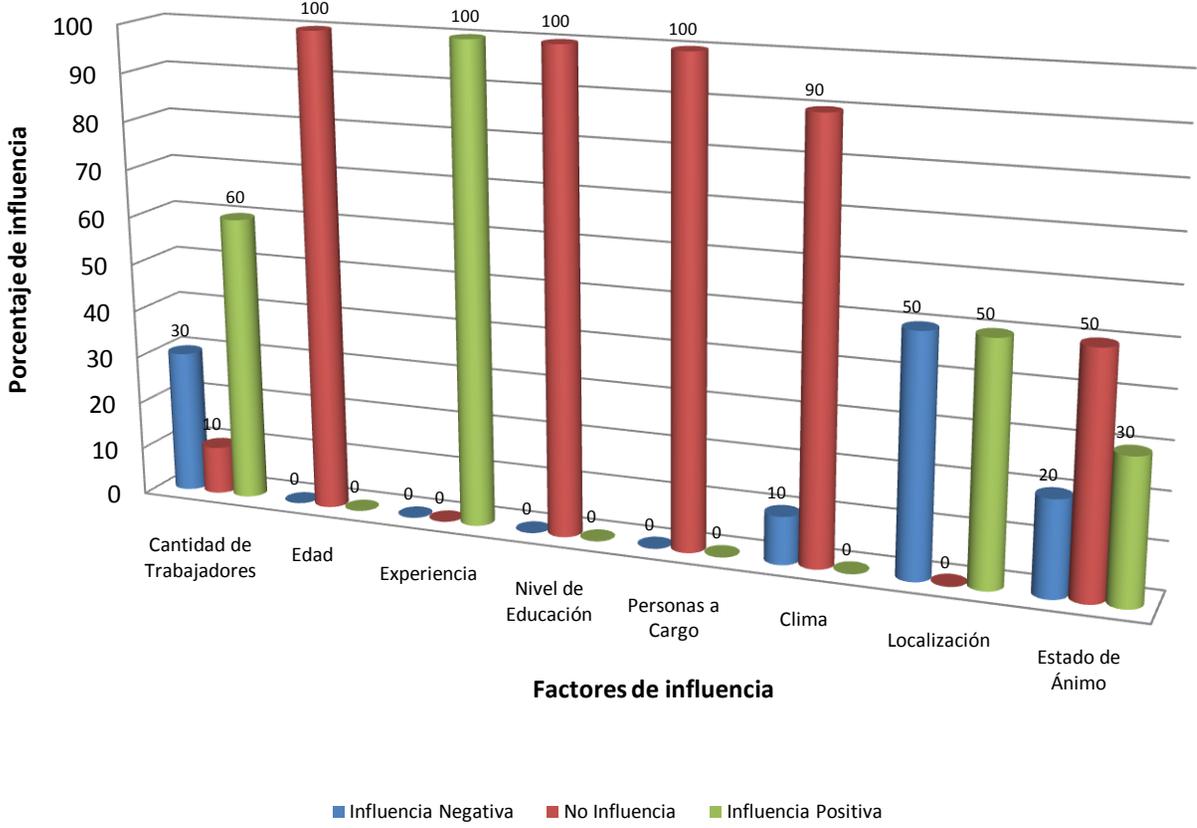


Figura 5.28. Influencia de las variables, columnas 0,35m x 0,40m.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS
Columnas 0,45m x 0,45m

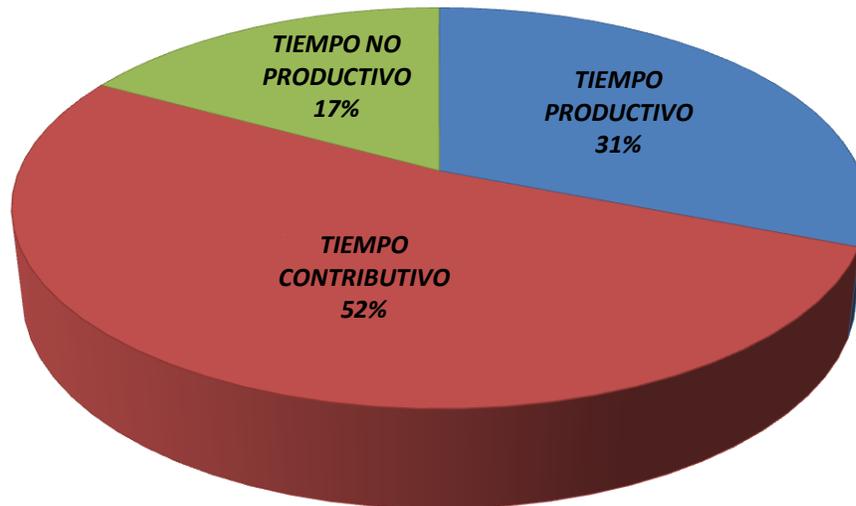


Figura 5.29. Porcentaje promedio de tiempos, columnas 0,45m x 0,45m.

La actividad de columnas 0,45m x 0,45m presenta un porcentaje en las actividades productivas de 31% y una importante aumento en las actividades tanto no productivas con 17% como contributivas de 52% (Figura 5.29), dentro de los factores en investigación (Figura 5.30) se encontró que la cantidad de trabajadores y el clima contribuyeron al alza del porcentaje en las actividades productivas ya que predomina la incidencia positiva con 50%, 100% y 100% respectivamente para la ejecución de la actividad, por otro lado factores como la edad con un 100%, el nivel de educación con 100% y las personas a cargo con 100% no generaron ninguna influencia para el trabajador de la actividad y el factor de la localización tuvo una incidencia negativa del 100%, ya que aumento el tiempo de trasporte de material en obra y los tiempos de espera de los trabajadores de la actividad.

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES

Columnas 0,45m x 0,45m

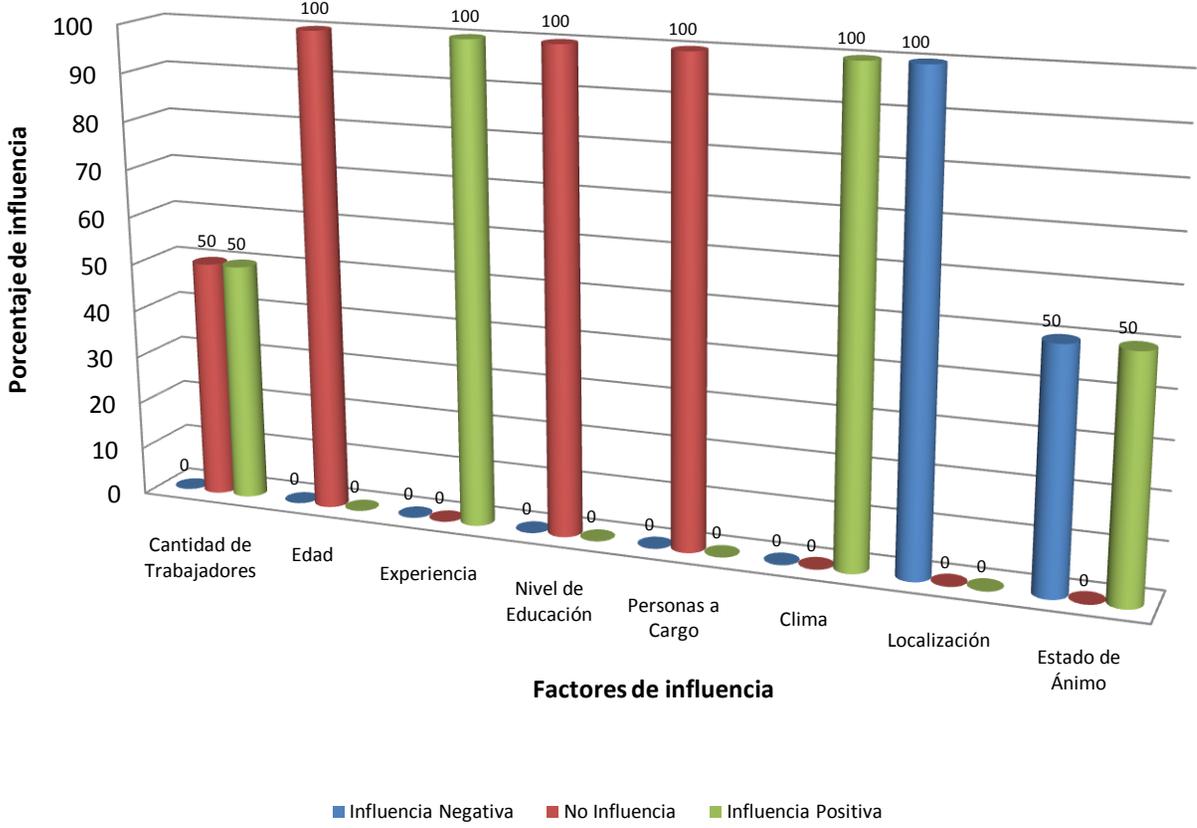


Figura 5.30. Influencia de las variables, columnas 0,45m x 0,45m.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS
Columnas 0,50m x 0,50m



Figura 5.31. Porcentaje promedio de tiempos, columnas 0,50m x 0,50m.

Las actividades de columnas 0,50m x 0,50m obtuvieron un porcentaje para los tiempos productivos del 29%, en las actividades no productivas 8% y las contributivas 63% (Figura 5.31), en las cuales los factores cantidad de trabajadores con 75%, la experiencia con 100% y el clima con 50% fueron los de mayor incidencia positiva (Figura 5.32), la edad con un 100% y las personas a cargo con 100% no comprometieron la ejecución de la actividad de ninguna forma y el factor de la localización presentó un 60% de incidencia negativa para el trabajador implicado con la etapa productiva, la variable del estado de ánimo de los trabajadores tuvo un 25% de influencia tanto positiva como negativa.

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES

Columnas 0,50m x 0,50m

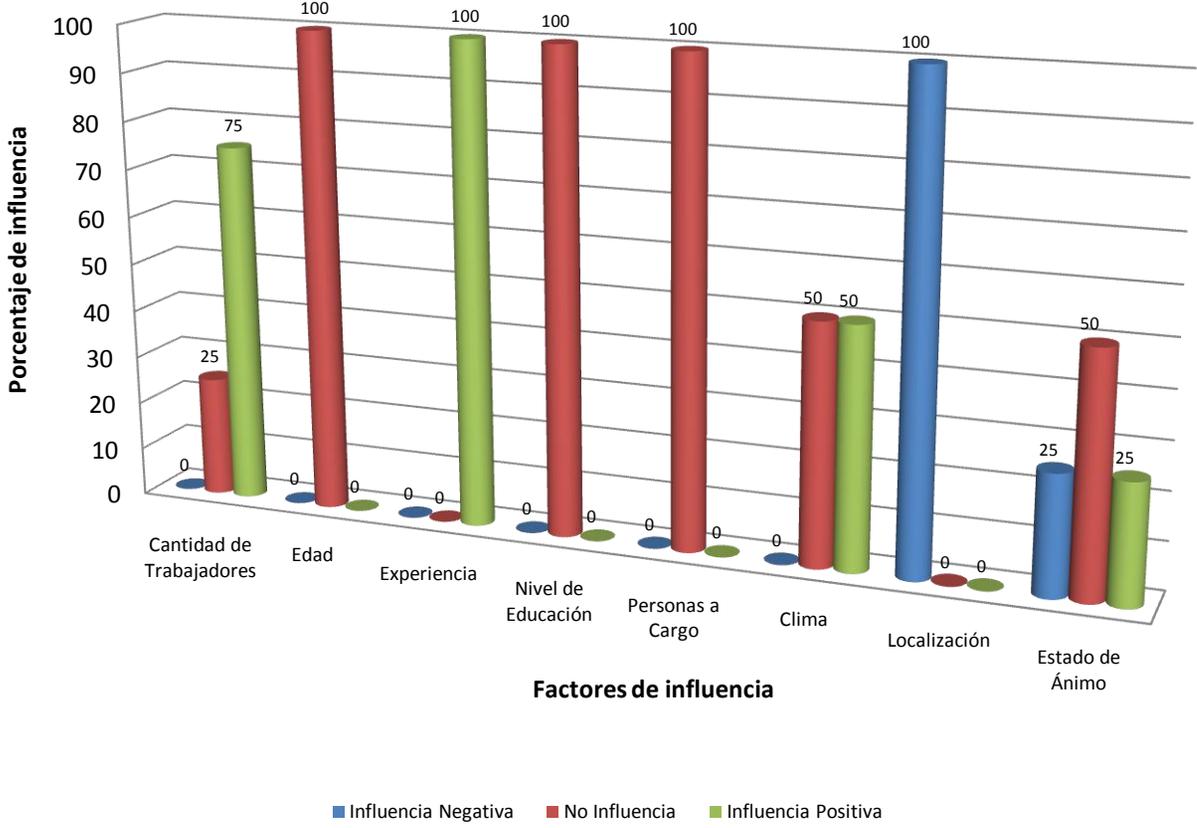


Figura 5.32. Influencia de las variables, columnas 0,50m x 0,50m.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS
Columnas $\varnothing = 0,40\text{m}$

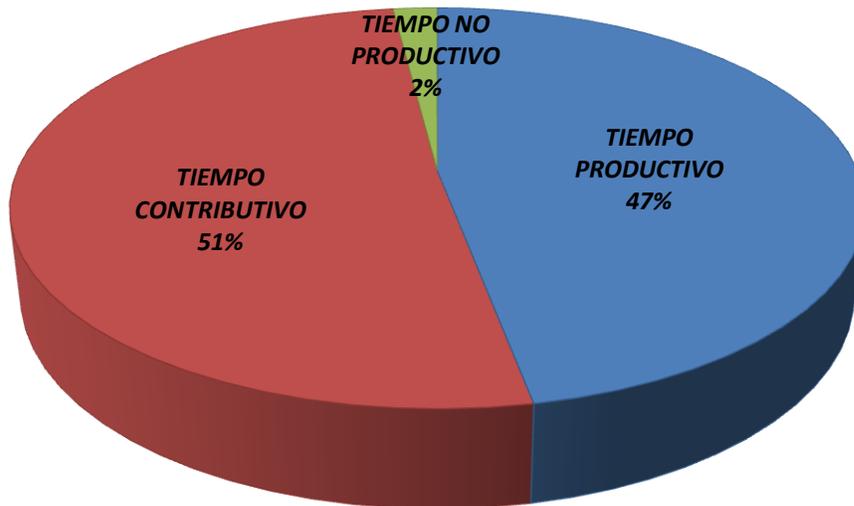


Figura 5.33. Porcentaje promedio de tiempos, columnas diámetro 0,40m.

En columnas de diámetro 0,40m el tiempo productivo presentó un 47%, el tiempo contributivo obtuvo 51% y finalmente el tiempo no productivo un 2% (Figura 5.33), los factores con influencia positiva para la ejecución de esta actividad fueron la experiencia con 100% y el estado de ánimo con 25, para la no influencia, la edad, el nivel de educación, las personas a cargo, el clima y la localización con un 100%, y en el caso de la influencia negativa para la actividad se encontró como único factor de influencia la cantidad de trabajadores con un 25% positivo y negativo (Figura 5.34).

INFLUENCIA DE LAS VARIABLES

Columnas Ø = 0,40m

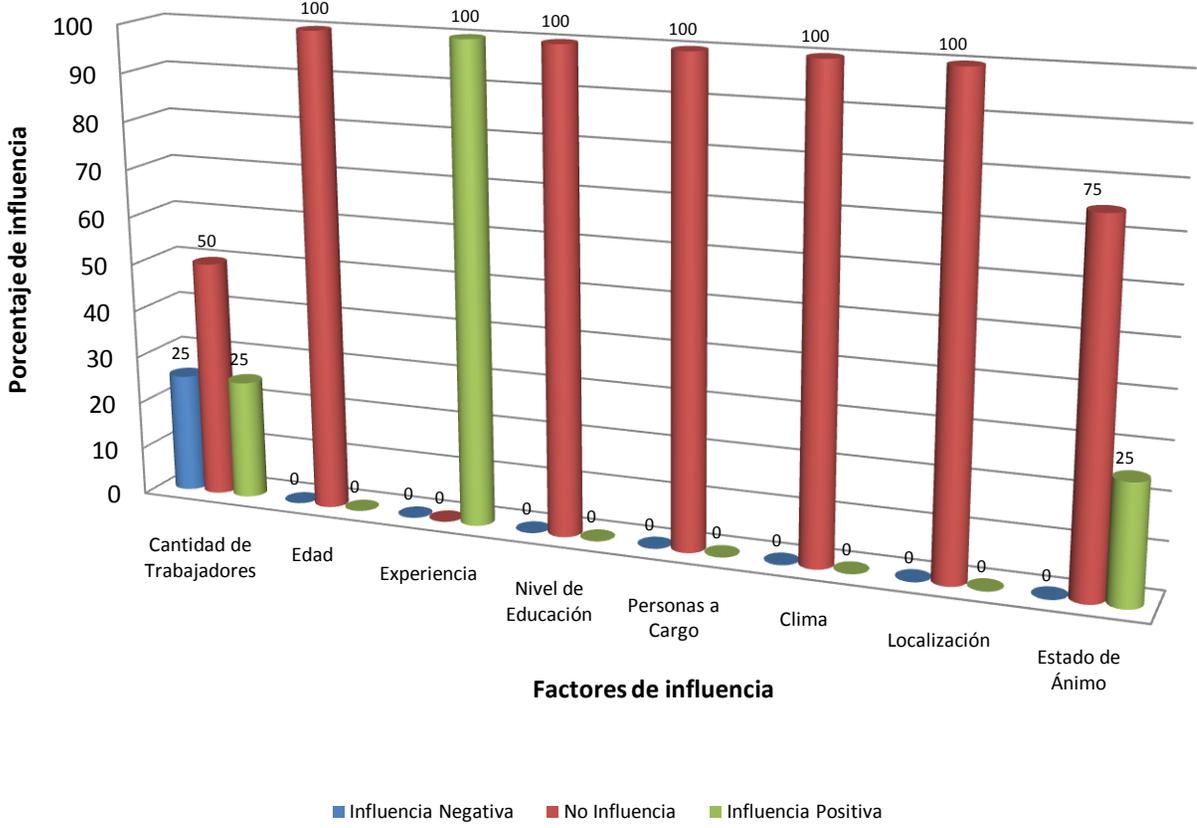


Figura 5.34. Influencia de las variables, columnas diámetro 0,40m.

PORCENTAJE PROMEDIO DE TIEMPOS DE LAS DIFERENTES COLUMNAS

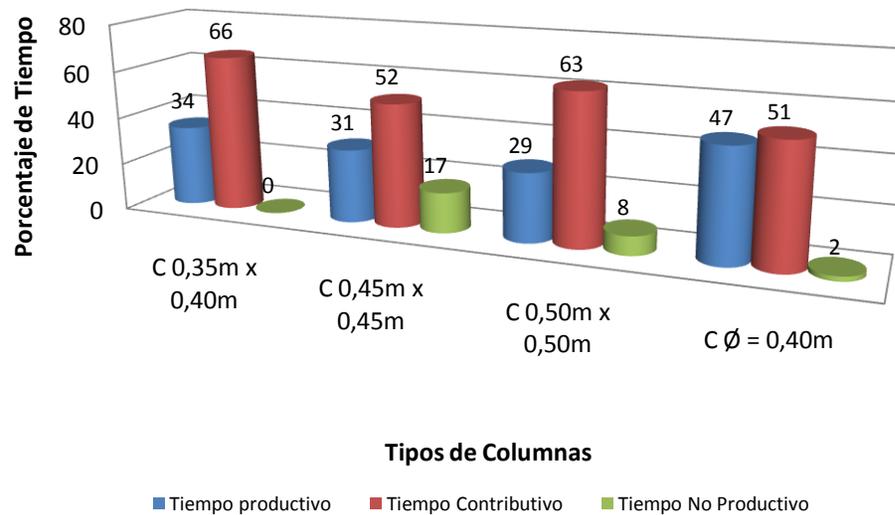


Figura 5.35. Porcentaje promedio de tiempos en columnas.

Como en el caso de la zapatas, en las columnas la inversión de tiempo en actividades contributivas es incluso más alta por depender de otro tipo de elementos para su ejecución, en la Figura 5.35 se aprecia que la distribución del tiempo en obra para todas las columnas fue similar, con pocas perdidas de tiempo, los factores que mayormente incidieron en el desarrollo de la actividad fueron la cantidad de trabajadores, la experiencia, el clima, la localización y el estado de ánimo.

El análisis general realizado, presentado en la Figura 5.36 muestra que las variables cantidad de trabajadores y experiencia son las que más influyen de forma positiva en el desarrollo de las actividades estudiadas, ya que la presencia de un buen número de trabajadores en las actividades disminuyó el tiempo empleado en las actividades contributivas y mantuvo al trabajador encargado de las actividades productivas, ejecutando las mismas de manera permanente, ayudando de esta forma a maximizar los tiempos productivos.

Las variables que presentaron influencia negativa fueron el clima y el estado de ánimo, ya que generan inactividad en la jornada laboral al aumentar la necesidad de tiempos de descanso más prolongados por temperaturas elevadas. Durante la ejecución de la obra el clima fue favorable para las actividades, pero no para los trabajadores. El estado de ánimo se encontró desfavorable para la ejecución de las actividades ya que determina la disposición del personal hacia sus labores y el ritmo de trabajo.

En el caso particular de la variable localización, su influencia tanto positiva como negativa, se presenta de forma equitativa ya que facilitó en algunas actividades y perjudicó en otras el desarrollo de las mismas, variando el tiempo empleado en el transporte de materiales y equipos y en algunos casos el uso de equipos o herramientas adicionales para la adecuada ejecución de la actividad.

Variabes como las personas a cargo, la edad y el nivel de educación no presentaron mayor importancia para el rendimiento del personal, sin embargo esto no implica que estas variables no se deban considerar en otros proyectos, por el contrario debe cambiarse el enfoque con el cual se estudiaron.

FRECUENCIA DE LAS VARIABLES EN LAS ACTIVIDADES

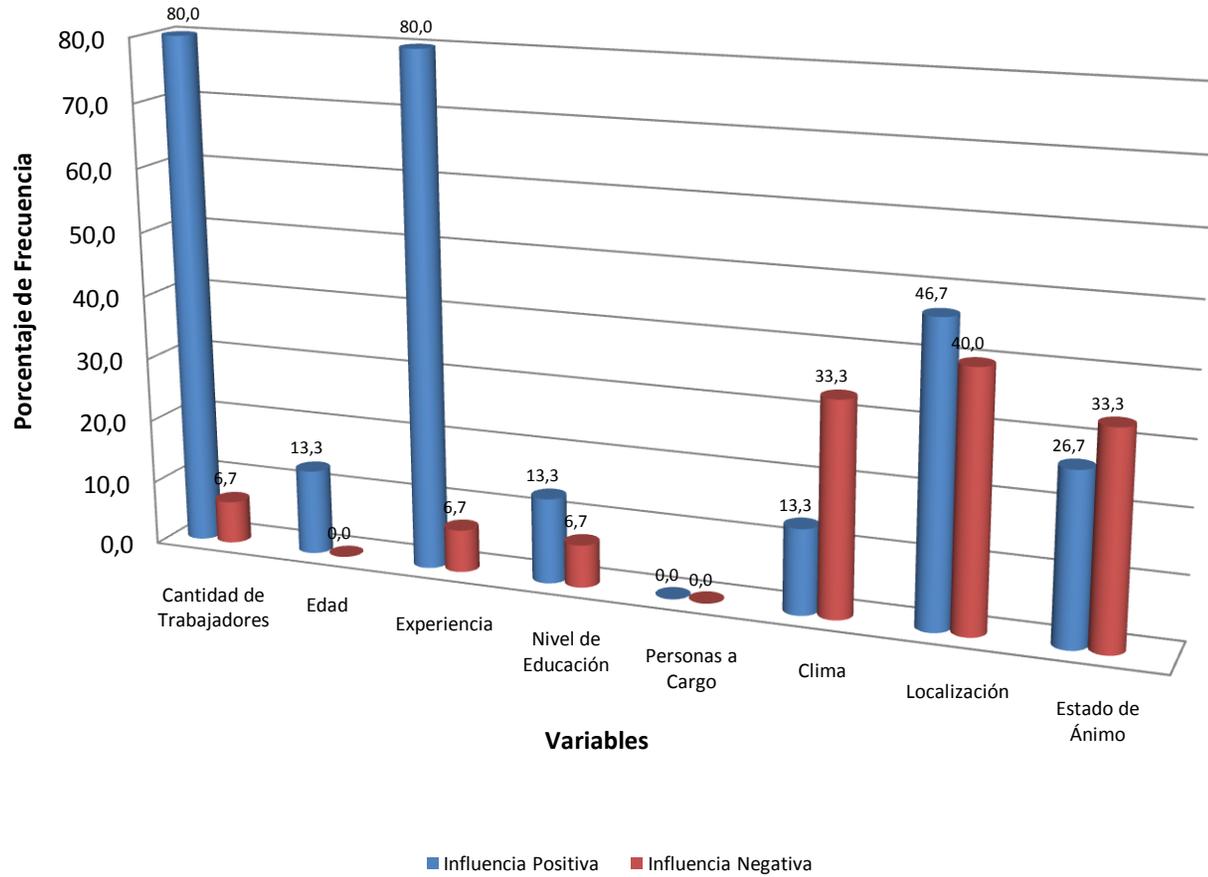


Figura 5.36. Frecuencia de las variables en las actividades.

Un estudio realizado por el arquitecto Luis F. Botero en el sector de la construcción en Colombia arrojó que en promedio el tiempo laboral se encuentra distribuido de la siguiente manera (Figura 5.37):

Distribución del Tiempo Laborado en obra en Colombia

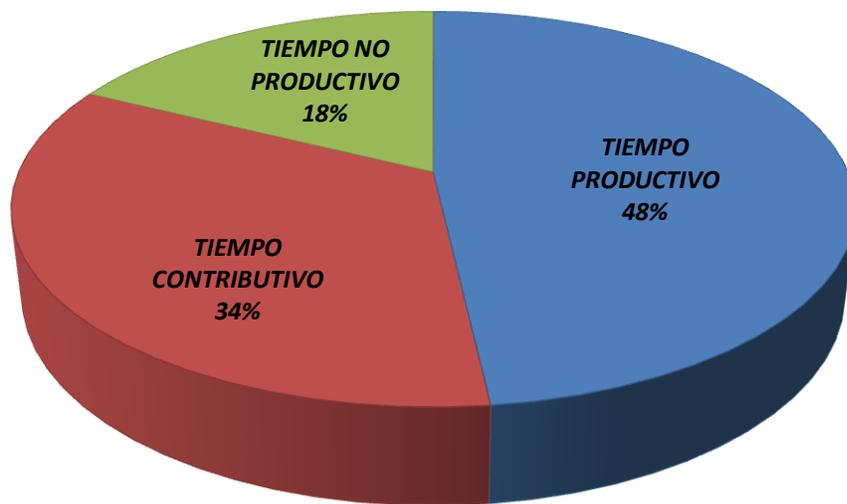


Figura 5.37. Distribución del Tiempo Laborado en obra en Colombia de acuerdo con estudios realizados³.

Como se aprecia en las figuras 5.38, 5.39 y 5.40 los porcentajes propuestos por el Arq. Luis F Botero son superados en un 60% para los tiempos productivos, en las actividades contributivas 66,6% se mantuvo dentro del rango y en los tiempos no productivos el 80% estuvo dentro del porcentaje propuesto, este análisis arroja como resultado que las actividades en general mantuvieron un buen rendimiento del personal al ejecutar sus labores.

³ Fuente Construcción sin pérdidas, Luis Fernando Botero Botero, Legis editores, segunda edición 2006.

En la actividad de mampostería los tiempos productivos fueron altos y se asocian a la presencia constante de un ayudante que se encarga de las actividades contributivas, permitiendo que el oficial ocupe la mayor parte de su tiempo desarrollando las tareas netamente productivas. Para el caso de pisos y enchapes, las actividades contributivas no demandan tiempos prolongados, por lo cual el tiempo restante se usa en actividades productivas. Mientras que en el caso de pisos de baldosa en granito las actividades contributivas exigen tiempo debido a la diferencia en su proceso de ejecución, por lo cual el trabajador contó con la presencia de 2 ayudantes para realizar estas tareas, además de obtener ayuda para la actividades productivas; finalmente esto contribuyó en la obtención de buenos porcentajes en los tiempos dispuestos.

En las actividades de columnas las situaciones variaron debido a la exigencia de las actividades contributivas, ya que éstas demandan tiempos demorados dedicados al armado de formaletas y encofrados mientras que el vaciado del concreto se hace en un tiempo mucho menor. Se aprecia que los porcentajes son bastante altos en comparación con los productivos, pero debido a lo mencionado se asume que se tiene una buena distribución en los porcentajes, para los tiempos no productivos encontramos coincidencias con los propuestos, pero se alcanza a apreciar un rango muy inferior que se atribuye a tareas intermitentes medidas en diferentes días a causa de la dependencia de otras actividades.

Para la actividad de zapatas los porcentajes obtuvieron un rango cercano al porcentaje propuesto, sin embargo las actividades contributivas (excavación, vaciado del solado, cimbrado y armado del refuerzo) superaron a las productivas (vaciado de concreto) dando importancia a éstas por su necesidad para obtener resultados. Los tiempos no productivos fueron

superiores a los propuestos por el Arq. Luis F. Botero, los cuales son afectados por factores de continuidad de las tareas y por incumplimiento o dependencia de otras actividades al igual que en las columnas.

Comparación entre Tiempos Productivos hallados y Tiempo Productivo según Botero

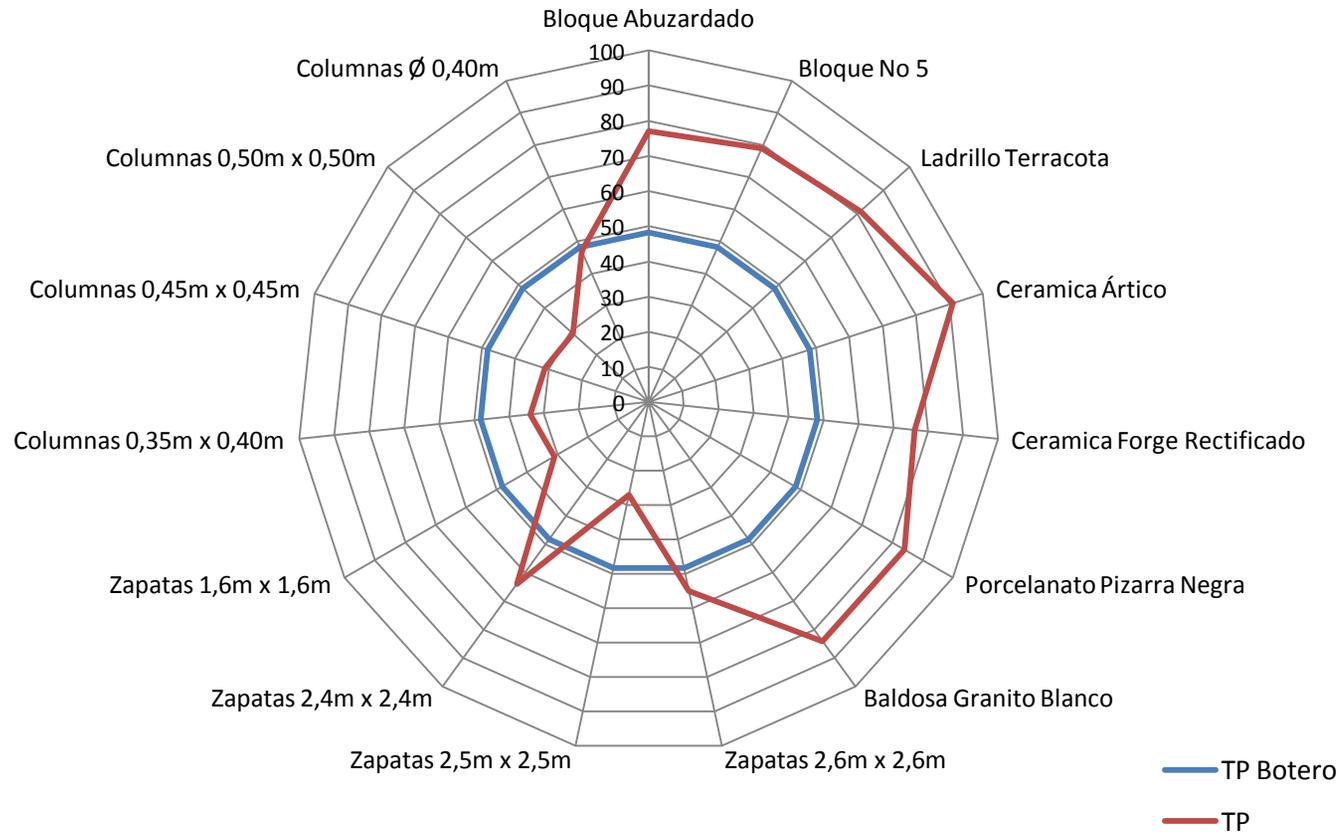


Figura 5.38. Comparación entre Tiempos Productivos hallados y Tiempo Productivo según Botero.

Comparación entre Tiempos Contributivos hallados y Tiempo Contributivo según Botero

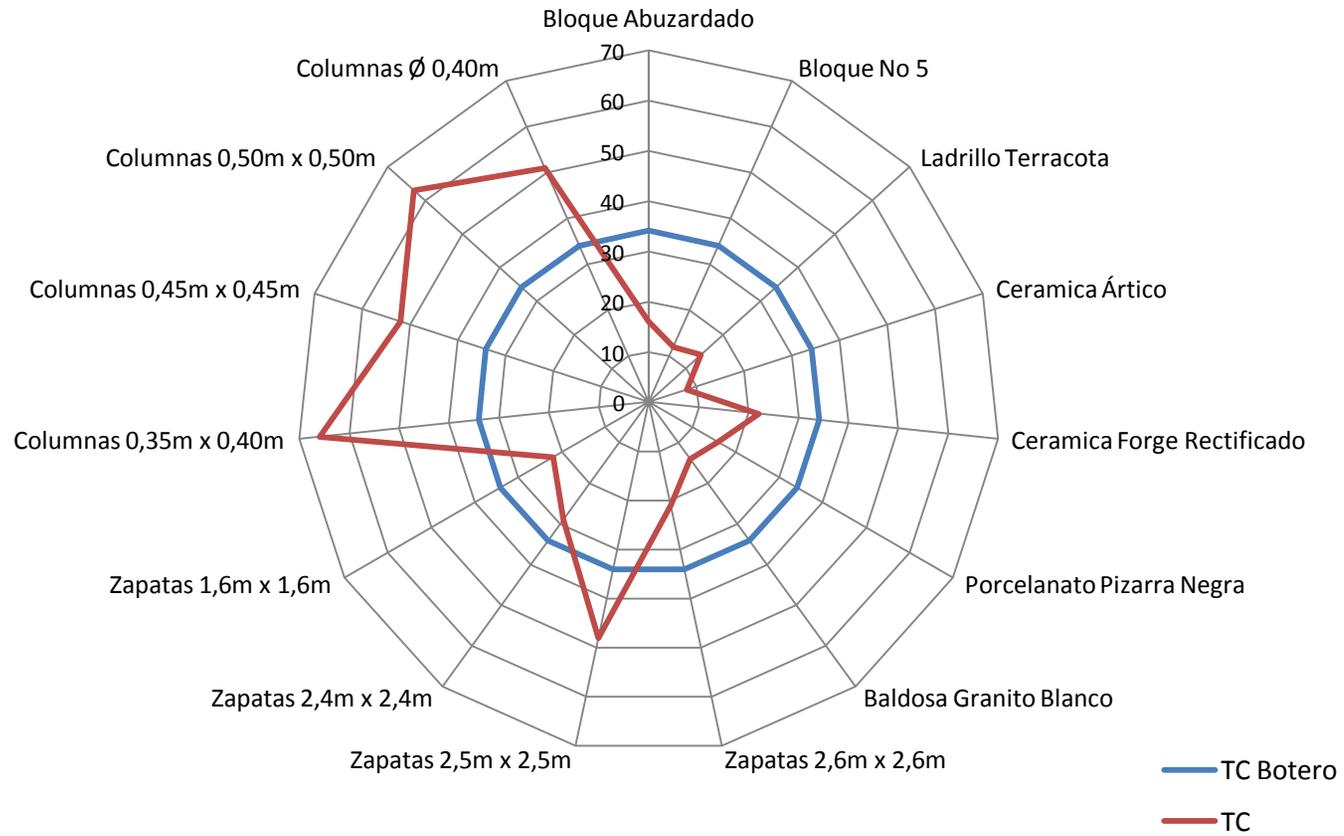


Figura 5.39. Comparación entre Tiempos Contributivos hallados y Tiempo Contributivo según Botero.

Comparación entre Tiempos No Productivos hallados y Tiempo No Productivo según Botero

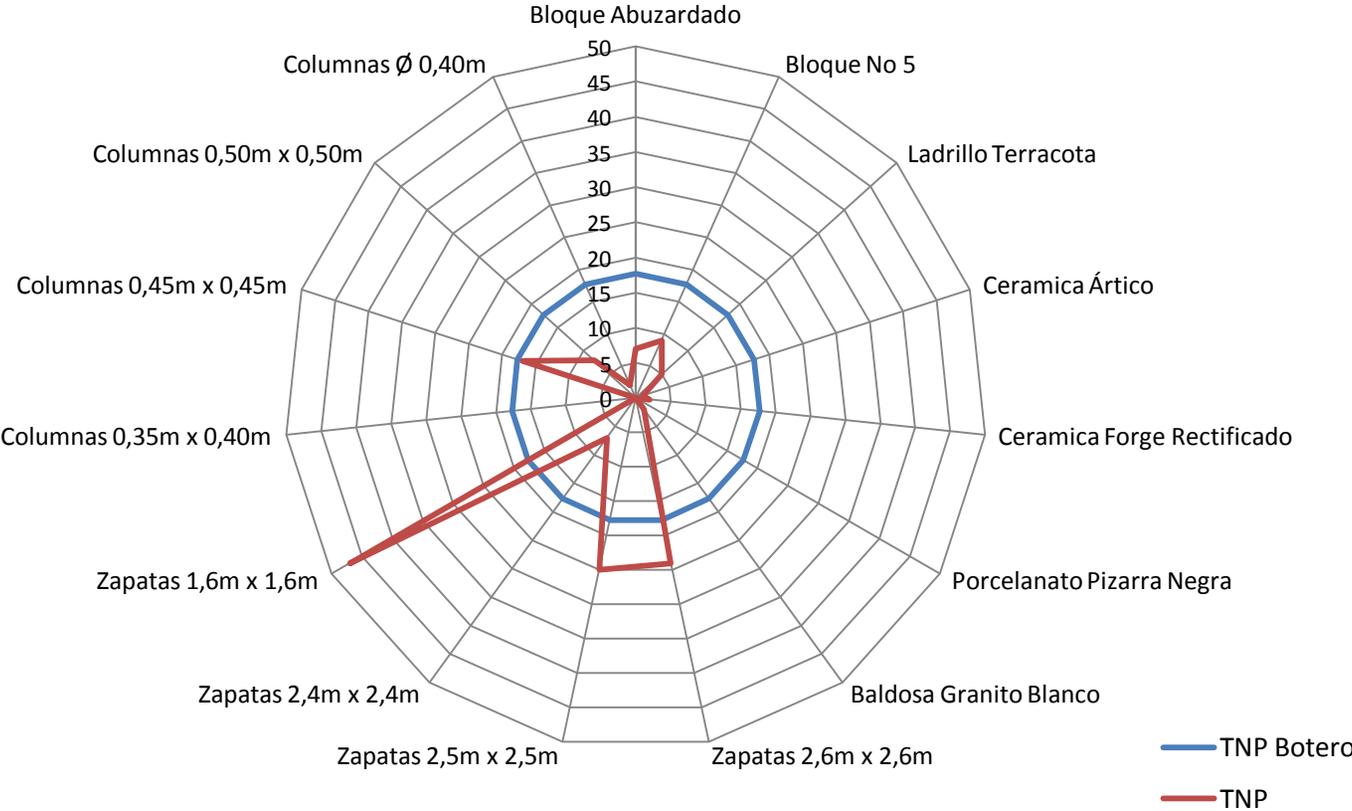


Figura 5.40. Comparación entre Tiempos No Productivos hallados y Tiempo No Productivo según Botero.

CONCLUSIONES

De las primeras observaciones obtenidas por el personal de la investigación se encuentra la falta de supervisión de los empleados encargados, esta situación genera inconvenientes y demoras en la construcción, ya que permite que los obreros realicen actividades con baja calidad, derroche de tiempo laboral y procesos mal realizados. Entre otros problemas que se presentan en obra el personal encargado de solucionarlos hace uso de tiempo valioso para el avance del proyecto, en decisiones no acertadas y demoradas.

Dentro del proyecto la adecuada presencia de materiales, insumos, equipos y herramientas a disposición de los obreros facilitó de manera positiva el rendimiento de los empleados, la ubicación del material en obra fue generoso con el trabajador, sin embargo el acceso a lugares en los diferentes niveles era muy dispendioso lo que aumentó el trabajo del ayudante de obra y en algunas ocasiones el del oficial que realizaba la actividad, lo que muestra la importancia del personal de apoyo para las labores contributivas de la actividad.

La presencia de un adecuado número de trabajadores desarrollando una sola labor, facilita la ejecución de la misma disminuyendo de manera notoria los tiempos en actividades contributivas, permitiendo que al menos un trabajador se encuentre realizando el 100% del tiempo la actividad, aumentando el rendimiento de la misma. No obstante se debe tener presente que sea una cantidad satisfactoria, ya que si es un número excesivo, algunos de los trabajadores pueden intervenir de manera negativa o incluso perder mucho de su tiempo aumentando el costo de la actividad de manera innecesaria.

Durante el desarrollo de este proyecto en el campus universitario Nueva Granada en Cajicá, el clima fue favorable gran parte del tiempo, durante el desarrollo de las actividades estudiadas, con muy pocas lluvias y temperaturas no muy altas, por esta razón, los datos de rendimientos obtenidos se deben comparar con otros en los cuales el clima intervenga de manera dominante.

En actividades como zapatas y columnas es difícil identificar la cuadrilla ya que las tareas se dan al azar y el personal trabaja de manera conjunta por lo tanto dificulta comparar el rendimiento del trabajador, a partir de esto se concluye que un estricto orden durante la ejecución de las diferentes actividades, disminuye la pérdida de tiempo de los trabajadores, evitando el desplazamiento no solo de los mismos, sino de materiales y equipos para el desarrollo de labores ajenas a la inicial. Las variables de edad, experiencia, nivel de educación y personas a cargo no se tuvieron en cuenta, ya que cada grupo tenía un alto número de personas por lo que se dificultaba un adecuado análisis de las mismas.

El Tiempo No Productivo presentó 0% en las actividades de piso en Granito blanco y en columnas de 0,35 m x 0,40 m, la causa de esto fue un adecuado número de trabajadores, tanto oficiales como ayudantes, desarrollando las tareas productivas y contributivas simultáneamente sin desperdiciar tiempo, el clima y la experiencia también fueron factores determinantes a la hora de encontrarse con inconvenientes y resolverlos adecuadamente, sin embargo se debe tener presente que para el desarrollo de las actividades de columnas en particular, su ejecución toma varios días y es difícil percibir un desperdicio de tiempo.

En el estudio realizado, la variable analizada Personas a Cargo no presentó influencia alguna, esto se debe a que su control no se puede apreciar por medio de una simple observación y su impacto puede confundirse con variables como el Estado de Ánimo, por tanto se considera esta variable como irrelevante para el estudio, sin embargo estaría implícita en un estudio más detallado de cómo afecta la vida familiar del trabajador.

De manera general el rendimiento del personal implicado en las actividades observadas fue bueno, favoreciendo la productividad del proyecto, se observa claramente que el trabajador de la construcción es comprometido con el trabajo, que son muy pocos o escasos los casos de personal ocioso, de esta forma se intuye que su bajo rendimiento se presenta más por motivos ajenos a ellos y se incrementa la duda sobre los procesos administrativos y técnicos manejados por el personal profesional y capacitado.

Como conclusión general se afirma que la productividad de los proyectos está más determinada por causas exógenas al trabajador, que por su propio desempeño. Las causas exógenas tienen que ver con la programación de obra, la disponibilidad de los materiales y equipos, los procesos administrativos y la responsabilidad del grupo de supervisión. Por ello cuando se piense en productividad el equipo técnico y administrativo encargado tiene la mayor parte de la responsabilidad.

RECOMENDACIONES

Para estudios futuros con base en este proyecto, deben tenerse muy en cuenta la forma en la cual se desarrollaba cada actividad y sus principales variables, además de realizar encuestas tanto al personal técnico como administrativo con el fin de facilitar la comparación de resultados.

Se deben tener en cuenta variables como el nivel de dificultad de la actividad, identificar claramente las tareas dentro de la actividad, además de indagar en diferentes proyectos con el objeto de variar escenarios y completar detalladamente el estudio de productividad en el sector de la construcción. Esto facilita la generalización de los resultados, para obtener datos de rendimientos más definidos que puedan usarse para la adecuada planificación de las futuras obras.

Un adecuado seguimiento del trabajador de la construcción permite un mejor análisis de lo que le sucede al mismo, por ello, tener un grupo de investigación más numeroso y de tiempo completo en obra, permitiría definir y examinar de manera más profunda una infinidad de variables que afectan al obrero, así mejorar su estilo de vida que a largo plazo se traduce en obras de mejor calidad, más oportunas y por ende más económicas.

Los futuros estudios deben contemplar además la productividad del personal técnico y administrativo, ya que se detectó que las fallas en los rendimientos del trabajador de la construcción se encuentran ligadas a falencias en la programación y disponibilidad de materiales y recursos.

BIBLIOGRAFÍA

BOTERO, Luis Fernando. Análisis de rendimiento y mano de obra en actividades de construcción, revista EAFIT, 2002.

MEJÍA, Carlos Alberto. Productividad, eficiencia y calidad. Las claves de la supervivencia, documentos Planning, 2006.

Grillo, Alejandro; GARCÍA, Claudia. Proyecto calibre 21: medición de productividad en tiempo real, revista BIT, marzo 2003.

ECHEVERRY, Diego; BARÓN, Leonardo; CASTIBLANCO, Edgar. Situación del obrero de la construcción: Argumento en pro del incremento de la productividad y de la responsabilidad social, 2005.

LÓPEZ, Jesús, 2007. Definición de productividad, página web apuntesgestión.com, texto en línea consultado el día 4 de febrero de 2010 en: <http://www.apuntesgestion.com/2007/11/15/definicion-productividad/>.
<http://www.scribd.com/doc/16702779/RENDIMIENTOS-MANO-DE-OBRA-CONSTRUCCION>.

ROCAFORT, Contabilidad de Costos, Edit Bresca, 2008, pág 15

FARIÑAS Y JAUMANDREU, La Empresa Industrial en la Década de los Noventa, Edit Mac grill, 1999, pág 196

Cft, MAC Comunicaciones, SISTEMAS DE RETRIBUCIÓN DE LAS VENTAS, Editorial FC, Pág. 69 2002.

ANEXO 1

(Formatos de observación deiligenciados)