ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD, RENDIMIENTOS Y CONSUMO DE MANO DE OBRA EN PROCESOS CONSTRUCTIVOS, ELEMENTO FUNDAMENTAL EN LA FASE DE PLANEACIÓN.

SERGIO ANDRÉS ARBOLEDA LOPEZ

Tesis de maestría

DIRECTOR

JULIO CÉSAR SÁNCHEZ HENAO

Arquitecto Constructor, MSc, Ph.D

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIÓN - MODALIDAD INVESTIGACIÓN

MEDELLÍN

2014

A mis hijas Luciana y Martina

Agradecimientos

En nuestro paso por la vida nos embarcamos en proyectos que serían imposibles de realizar sin la colaboración de otros. En este caso en particular, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que, de alguna u otra manera, han contribuido a que, finalmente, esta tesis sea una realidad.

A mi familia, Luciana, Martina y Yeniffer, por todas las horas robadas y porque han sido mi mejor distracción para poderme desconectar mentalmente.

Al Decano de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia Joan Amir Arroyave Rojas y al Coordinador de la misma Facultad Carlos Andrés Medina Restrepo, por su apoyo moral e intelectual y principalmente por su gran amistad.

A mi Maestro y Director Julio César Sánchez Henao, Arquitecto Constructor, MSc, Ph.D, que desde el pregrado ha sido mi luz y sendero a seguir, sin su apoyo y acompañamiento esta tesis no sería una realidad.

Al profesor John de Jesús Muñoz Echavarría, Sociólogo y Coordinador Académico de la Maestría en Construcción, gran metodólogo que hizo nacer en mí el amor por la lectura y la investigación.

A mi asesor estadístico, compañero y amigo, Ismael de Jesús Castrillón Gómez, mil gracias por tus consejos y enseñanzas.

A las empresas constructoras que me permitieron compartir con ellas esta gran experiencia de investigar en proyectos de construcción, entre ellas: Arquitectura y Concreto, Arango y Arango, Conhogar, Arconsa, Umbral, etc.

A los auxiliares de investigación, estudiantes del Programa de Construcciones Civiles de la institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia.

“Muchos arquitectos famosos se olvidan de que éste es su trabajo. Es muy fácil olvidarse de que esto consiste en hacer edificios. Que es algo material. Con riesgos. Yo lo tengo presente. Hay que estar aquí. Recordar cómo empezaste. Me emociono en las obras; hay trama, teatro. Han pasado más de 40 años, pero al final siempre es lo mismo: las botas se siguen manchando de barro”.

Norman Foster (2007)

CONTENIDO

1. CONTEXTUALIZACION 10
1.1 ENFOQUE SISTEMICO. 10
1.2 IDEA Y TEMA. 13
1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN. 15
1.4 ANTECEDENTES. 17
1.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN. 19
2. PERSPECTIVA CONCEPTUAL. 21
2.1 CONCEPTOS Y MARCO TEORICO. 21
2.2 CONOCIMIENTO Y APRENDIZAJE. 25
2.3 PRODUCTIVIDAD Y TRABAJO. 28
2.4 LA ADMINISTRACIÓN DESDE LA TEORIA CLASICA. 30
2.4.1 Principios de la administración 31
2.5 ASPECTOS SOCIOCULTURALES ASOCIADOS AL TRABAJO. 34
2.6 EL PROCESO Y EL SISTEMA PRODUCTIVO EN LA CONSTRUCCIÓN. 36
2.7 CONCEPTOS DE PÉRDIDAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION. 41
2.7.1 Productividad en la construcción. 41
2.7.2 Concepto de trabajo en actividades de construcción. 43
2.7.3 Filosofías de producción aplicadas al sector de la construcción 45
2.7.4 Concepto de pérdida. 48
3. DESARROLLO DEL MARCO TEORICO. 50
3.1 CLASIFICACIÓN DE PÉRDIDAS DE PRODUCTIVIDAD. 50
3.2 CLASIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE PÉRDIDAS DE PRODUCTIVIDAD. 53
3.3 CLASIFICACIÓN DEL COMPONENTE SOCIO ECONÓMICO. 59
4. DISEÑO METODOLÓGICO. 65
4.1 MATRIZ METODOLÓGICA. 65
4.2 ÁREA DE ESTUDIO PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN 73
4.3 CARACTERÍSTICAS DE PROYECTOS A EVALUAR. 79
5. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN. 80
5.1 ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD HALLADA EN LOS PROYECTOS. 80

5.2 ANÁLISIS DE TIEMPOS CONTRIBUTIVOS, NO CONTRIBUTIVOS Y CAUSAS. 84

5.3 ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO Y CONSUMO DE MANO DE OBRA 94

5.4 ANÁLISIS DEL ENTORNO SOCIOCULTURAL DEL TRABAJADOR DE LA CONSTRUCCIÓN. 102

6. CONCLUSIONES 114

6.1 INTRODUCCIÓN 114

6.2 CONCLUSIONES GENERALES. 114

6.3 RECOMENDACIONES. 117

7. BIBLIOGRAFÍA. 119

LISTA DE ILUSTRACIÓNS

Ilustración 1. Tipos de productividad (adptado de Serpell. 1993) 29
Ilustración 2. Esquema propuesto por Hopenhayn. 36
Ilustración 3. El sistema construcción (Santana, 1990) 37
Ilustración 4. El proceso productivo de la construcción (adaptado de Serpell, 1993) 38
Ilustración 5. Modelo dinámico de sistema (Alexander, 1974) 39
Ilustración 6. Vista del modelo constructivo (Sanvido, 1984) 40
Ilustración 7. Disminución sistemática del tiempo de ciclo a partir de la reducción de las actividades que no agregan valor (Koskela, 1992) 47
Ilustración 8. Pérdidas en un proyecto de edificación en altura (Alarcón, 1994) 49
Ilustración 9. Categorías de pérdidas de tiempo productivo 51
Ilustración 10. Categorías de pérdidas de materiales 53
Ilustración 11. Criterio de clasificación de fuentes de causas de pérdidas 54
Ilustración 12. Análisis del entorno del trabajador 62
Ilustración 13. Análisis de productividad en cuanto a TP, TNC y TC para cada uno de los 20 proyectos. Elaborado por Investigador principal 81
Ilustración 14. Análisis de productividad general. Elaborado por Investigador principal ... 82
Ilustración 15. Análisis de variabilidad en los tiempos. Elaborado por Investigador principal 83
Ilustración 16. Distribución de las categorías del Tiempo No Contributivo. Elaborado por Investigador principal. 84
Ilustración 17. Distribución de las categorías del Tiempo Contributivo. Elaborado por Investigador principal. 85
Ilustración 18. Causas de las esperas. Elaborado por Investigador principal. 86
Ilustración 19. Causas de las necesidades fisiológicas. Elaborado por Investigador principal. 87
Ilustración 20. Causas del descanso. Elaborado por Investigador principal. 88
Ilustración 21. Causas de la preparación de mezclas. Elaborado por Investigador principal. 89
Ilustración 22. Causas del Tiempo Ocioso. Elaborado por Investigador principal. 90
Ilustración 23. Causas de reprocesos. Elaborado por Investigador principal. 91
Ilustración 24. Diagrama Causa – Efecto, para las pérdidas principales. Elaborado por Investigador principal. 92
Ilustración 25. Diagrama Causa – Efecto, para las pérdidas secundarias. Elaborado por Investigador principal. 93
Ilustración 26. Productividad obtenida en cada una de las actividades en estudio. Elaborado por Investigador principal. 95
Ilustración 27. Rendimiento teórico en unidad de ejecución por día (se utiliza para programar). Elaborado por Investigador principal. 96
Ilustración 28. Rendimiento teórico en tiempo por unidad de ejecución (se utiliza para costear). Elaborado por Investigador principal. 97
Ilustración 29. Comparativo entre el rendimiento real y el rendimiento teórico para cada actividad. Elaborado por Investigador principal. 98

Ilustración 30. Consumo de mano de obra en tiempo por unidad de ejecución para cada actividad. Elaborado por Investigador principal. 100
Ilustración 31. Municipio de residencia de los trabajadores en los proyectos visitados. . 102
Ilustración 32. Distribución de ubicación de trabajadores por Comunas en el Municipio de Medellín. 103
Ilustración 33. Principales puntos de ubicación de vivienda de los trabajadores del sector de la construcción vs punto de trabajo. 104
Ilustración 34. Clasificación socioeconómica por estratos de los trabajadores seleccionados en la muestra. 105
Ilustración 35. Zona de procedencia de los trabajadores objeto de estudio. 107
Ilustración 36. Zona de procedencia de los trabajadores objeto de estudio. 108
Ilustración 37. Salario en mínimo mensuales legales vigentes, que reciben los trabajadores objeto de estudio. 109
Ilustración 38. Nivel de educación de trabajadores en el sector de la construcción. 111
Ilustración 39. Tipo contrato que tienen los trabajadores 112
Ilustración 40. Estrategias de incentivos para trabajadores 112

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Formato para medición de productividad de mano de obra. Fuente: Autor 66
Tabla 2. Formato para medición de rendimientos y consumo de mano de obra. Fuente: Autor 67
Tabla 3. Formato para análisis sociocultural de la mano de obra, Componente entorno y Vivienda. Fuente: Autor 70
Tabla 4. Formato para Formato para análisis sociocultural de la mano de obra, Componente Interno en el proyecto. Fuente: Autor 70
Tabla 5. Esta es la muestra óptima. Matriz de tamaños y errores muestrales. Fuente: Autor 75
Tabla 6. Esta es la muestra óptima. Matriz de tamaños y errores muestrales con universo de 1000. Fuente: Autor 78
Tabla 7. Actividades estudiadas para consumo y rendimiento de mano de obra. Elaborado por Investigador principal. 95
Tabla 8. Productividad y rendimientos hallados en la investigación. Elaborado por Investigador principal. 101

1. CONTEXTUALIZACION

1.1 ENFOQUE SISTEMICO.

La Investigación está atada a los individuos de la especie humana y posee una serie de vías para cumplir con el objetivo trazado sea cual sea el mismo, está basada en el Método Científico y éste a su vez parte del conocimiento (de la acción cognoscitiva – creación de nuevos conocimientos – forma consciente – mediante la investigación científica).

Según el profesor Ricardo Burquete 1 … *"El saber científico es aquel sistema de conocimientos que surgiendo de la praxis social estudia las propiedades esenciales, las relaciones causales y las leyes de la naturaleza, la sociedad y el pensamiento y fija y expresa dichas relaciones mediante categorías, determinaciones cuantitativas, leyes, hipótesis y teorías"...()*

Según el investigador Arq. Augusto Pérez - Beato Fernández 2…*" La Investigación Científica es una búsqueda sistemática y controlada rigurosamente de nuevos conocimientos sobre la esencia y regularidades de la realidad y de la forma de transformarla para los fines prácticos del hombre"…*()

La Investigación posee una serie de características que ayudan al investigador a regirse de forma eficaz en la misma. Para cada investigación existe un proceso y unos objetivos exponiendo nuevas proposiciones, transformando las existentes, desarrollando mociones es el modo de llegar a elaborar metodologías para investigar.

Mediante la aplicación de métodos científicos la Investigación vista como un sistema se encamina a conseguir información apreciable y fehaciente para concebir, verificar, corregir o emplear el conocimiento.

El término Diseño en la Metodología de la Investigación lo utilizamos para designar el prototipo o modelo que indicará las decisiones, pasos, actividades o tareas y métodos a realizar para llevar a cabo la investigación, constituye el plan estratégico concebido para obtener la información, procesarla y hacer de ellas el logro de los objetivos trazados, para dar respuesta a las preguntas o interrogantes planteadas.

Etimológicamente la palabra Método se deriva del latín Methodus, que viene del vocablo griego Métodos y que significa camino, procedimiento y se compone de la preposición Meto; tras lo cual, después de lo cual y Odos; camino, senda, dirección, viaje, marcha, por lo que Método es la forma racional, ordenada y objetiva de una actividad que establece el camino el camino o proceso que ha de seguir para alcanzar su fin.

Existen diferentes enfoques a la hora de acometer el Diseño de un Proyecto de Investigación, la mayoría de los autores consultados 1,2,3, plantean de cuatro a cinco aspectos fundamentales; el Problema (o planteamiento del problema de investigación en algunos autores), el Marco Referencial (o marco teórico en

algunos autores), la Metodología (tipo de Diseño de Investigación en algunos autores) y presentación de los resultados.

Dentro de estos temas fundamentales se agrupan todos los aspectos que permiten completar la Investigación ; Objetivos de la Investigación (generales o específicos), justificación de la investigación, fundamentos teóricos, antecedentes del problema, elaboración de hipótesis, Identificación de las variables, selección de la muestra, diseño de la técnica de recolección de la Información (instrumentos que se utilizarán, validez y confiabilidad de los instrumentos), técnicas de análisis, estrategias de comunicación, planificación de las actividades en un cronograma de trabajo.

La Investigación científica requiere de un planeamiento riguroso para satisfacer sus requisitos metodológicos, su relativa complejidad y el grado de incertidumbre donde se desenvolverá dicha investigación (entorno como parte de los factores externos).

La generalidad de los artículos publicados sobre Metodología de la Investigación versan sobre temas Sociales en sentido general y la Investigación en la construcción tiene sus características específicas y como se señaló anteriormente para cada investigación existe un proceso, por lo que se expone a nuestro criterio los aspectos generales a tener en cuenta para acometer un Proyecto de Investigación en la actividad de construcción, con un enfoque sistémico del mismo y logrando la solución del problema a través de la Ciencia del Proyecto.

Para que se comprenda el enfoque sistémico del proyecto de investigación veamos cómo define sistema el profesor Rafael de Heredia Scasso 4 …" *un sistema es un conjunto de dos o más elementos, de cualquier clase o naturaleza, interrelacionados entre sí y con el medio o entorno que los contiene"…()*

Hay que considerar el tema del proyecto de investigación que se trate como un sistema que va a interactuar con sus variables internas entre si y con las del entorno a su vez.

La aplicación del método apoyado en la Ciencia del Proyecto y con enfoque sistémico permite determinar las variables e indicadores del entorno y del funcionamiento interno del proyecto de investigación de manera que adquiere una gran relevancia la metodología que se derive del mismo, así como la forma de dirección y aplicación de los resultados obtenidos.

MATERIAL Y/O METODO

Toda vez que al proyecto se le realiza un enfoque sistémico o sea se analiza el entorno en el cual se desarrollará se puede disponer la concepción del diseño de la investigación como tal en tres grandes grupos o partes:

1. La Génesis de la Investigación
2. Búsqueda, valoración y ordenamiento de la información científico-técnica
3. Diseño de la Investigación.

Dentro de estos tres aspectos generales se enmarcan un grupo de operaciones que se detallan a continuación:

• La Génesis de la Investigación

En la Génesis se encuentra el motivo de la investigación, el porqué se va a investigar sobre un tema específico. Toda vez que se reconozca la necesidad de investigar se demuestra la conveniencia de la obtención de los resultados esperados de la investigación, el marco referencial o teórico, los fundamentos teóricos de la Investigación que se pretende desarrollar.

• Búsqueda, valoración y ordenamiento de la información científico-técnica

En esta operación se estudian los temas antecedentes de la información científico–técnica que representa para la investigación el insumo de los conocimientos pretéritos, conocimientos antecedentes para su realización, se buscan experiencias similares que aporten datos y elementos útiles para documentar la investigación.

• Diseño de la Investigación

En esta operación se sientan las bases del trabajo posterior, se define el problema, la hipótesis; eslabón necesario entre la teoría y la investigación que llevará al descubrimiento de nuevos hechos en el tema que se trate.

Según el Investigador Arq. Augusto Pérez-Beato Fernández 2 …" *la Hipótesis representa una explicación aún no demostrada a las causas, relaciones y propiedades de los objetos y fenómenos, cuyas manifestaciones conocemos mediante los hechos científicos y conocimientos anteriores"…()*

Es necesario lograr una definición acertada del problema pata plantearse las posibles respuestas a la interrogante del mismo y llegar a decidir cuál sería la adecuada para la posterior definición de la hipótesis. La definición de la hipótesis establece el camino parta la posterior definición de los objetivos y las acciones o tareas que logren satisfacerlas. La hipótesis se utiliza como instrumento cognoscitivo, donde se mezclan los procesos de inducción, deducción y generalización.

Los objetivos generales y/o específicos, la conilustraciónción del proyecto y el alcance que el mismo va a tener, aclarando los aspectos que van a ser tratados para cumplimentar los objetivos trazados y aquellos aspectos que no se analizarán en la investigación, delimitando su alcance y que pueden ser tema de otros proyectos de investigación, así mismo se plasman los métodos y técnicas que van a ser utilizados en el desarrollo de la investigación y las tareas que se requieren desarrollar en la misma.

Como parte del proyecto de investigación está el diagnóstico de la entidad donde se realiza la investigación y donde debe fundamentarse la necesidad de investigar sobre un tema en cuestión. Puede ser que el diagnóstico arroje

desconocimiento total del problema planteado que se pretende resolver o que exista conocimiento del problema pero que no se enfrente con técnicas de enfoque sistémico, ni se busque solución aplicando la Ciencia del Proyecto, mediante métodos científicos para desarrollar el mismo.

1.2 IDEA Y TEMA.

LA IDEA.

La observación es una actividad propia de los constructores. Al recorrer ciudades o territorios están dispuestos a la crítica, constructiva o no. Un aspecto reiterado en varios lugares son las obras inconclusas, abandonadas, y obras públicas en ejecución con fechas de culminación ya superadas. Esto indica falta de planeación, ya sea desde el componente presupuestal o para la programación. Ahora bien, entre esos dos tipos de casos hay un factor común: el recurso humano implicado directamente en la ejecución de las actividades constructivas.

En el gremio de la construcción se ha notado que al momento de realizar el presupuesto y la programación de proyectos se suele olvidar que la construcción es una actividad muy particular y que cada proyecto es aún más particular. En nuestro medio se suelen presentar rendimientos de mano de obra generales y mentirosos, no acomodados a las necesidades específicas de la realización de las dos labores planteadas de los proyectos.

El excesivo optimismo de los constructores hace que se tomen decisiones apresuradas, ya que lo que importa a la mayoría es tener al menos un contrato asegurado, y después, si hay tiempo, se planea, ajustando el presupuesto y la programación a lo requerido por el dueño de la obra. Esto muestra que se trabaja con rendimientos falsos y desajustados de la necesidad del proyecto.

Para finalizar, se suele olvidar también que los hacedores de un proyecto de construcción no son los Directores ni los Residentes de obra, sino los maestros, los oficiales y sus ayudantes. El papel de aquellos es el de facilitadores para que los obreros materialicen lo proyectado. Ahora, estas personas no son máquinas, pues tienen problemas y necesidades, al igual que cualquier otra, por lo cual se les debe proveer bienestar, para lograr con ello el máximo de su rendimiento.

EL TEMA.

En el proceso del desarrollo de un proyecto de construcción, la elaboración del presupuesto y la programación de obra juegan un papel fundamental, ya que establecen anticipadamente el costo y la duración del mismo. Son indispensables para organizar los recursos en función de su ejecución, con el fin de utilizarlos de manera estratégica e inteligente y, de esa forma, determinar la viabilidad de un proyecto.

Con base en planes y especificaciones se realizan los cómputos de cantidades de obra, lo que se conoce como Estudio geométrico del proyecto, según Juan Guillermo Consuegra en su libro Presupuesto de Construcción. A partir de ahí se elaboran los análisis de precios unitarios de las diferentes actividades de construcción y se establecen los valores parciales agrupados por capítulos, los cuales sumados determinan el costo total de la realización del proyecto.

Aunque existen algunas herramientas informáticas que facilitan la elaboración de presupuestos y programas de construcción, el análisis y las consideraciones asumidas por el profesional influyen considerablemente en la confiabilidad de los resultados.

Ha sido tradicional la utilización de bases de datos comerciales sobre rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción, como soporte para el análisis del costo y tiempo de proyectos a ejecutar. Los estimativos allí presentados se alejan muchas veces de la realidad, generando desconfianza en el sector, debido a su alta dispersión.

Los rendimientos y consumos de obras presupuestados y programados deben fundamentarse en múltiples observaciones y análisis estadísticos, que consideren las condiciones particulares en las cuales se realizan las diferentes actividades de construcción.

Así, la fase de planeación, tan importante y muchas veces descuidada en la industria de la construcción, ayuda a los constructores a la obtención del éxito en los proyectos y servirá como punto de partida para la medición de factores como el desempleo del recurso humano, requisito indispensable para mejorar la productividad y competitividad de la industria de la construcción en nuestro país.

Siendo así, es necesario, que tanto los Directores, los Residentes, los Coordinadores de obras junto con los profesionales encargados de las licitaciones,

conozcan los factores que afectan en realidad al consumo y rendimientos de mano de obra, que sean conocedores de condiciones como: El tipo de contrato que tenga el personal en mención, las condiciones sociales del entorno de la obra, la falta de aspectos motivacionales al interior de la empresa, el incumplimiento en el pago de salarios, el estado del tiempo en cuanto al clima, el suministro a tiempo de materiales, entre otros, influyen en los rendimientos de su labor, Una vez realizado este estudio al interior de la empresa y analizado el personal que va a participar en la materialización del proyecto se podrá entonces realizar una planeación acertada que podrá ser evaluada al momento de su ejecución.

1.3 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

La problemática parte de la preocupación existente en el gremio de la construcción, de no poseer información clara y puntual para planear un proyecto, ya que no existen bases de datos que permitan obtener los rendimientos de mano de obra aproximados, como insumo para llegar a una correcta planeación.

Los constructores muestran un optimismo exagerado al momento de afrontar cada proyecto que se pretende ejecutar, lo que los lleva a aceptar programaciones de obra restringidas, usos irreales de recursos e inclusive presupuestos tan reducidos que limitarían la culminación del proyecto. La incapacidad de planear tanto de las entidades contratantes y las entidades contratistas reflejadas en resultados negativos al momento de culminar un proyecto de forma exitosa, ya que en ningún momento se tienen en cuenta los recursos desde el punto de vista de los rendimientos.

El sector de la construcción y cada tipo de proyecto es particular, lo cual no es tenido en cuenta por aquellas personas encargadas al momento de realizar dicha planeación, dedicándose de esta forma, a tener en cuenta datos de otros tipos de proyectos que aunque similares, igual tendrán particularidades propias que los hacen diferentes, viéndose así afectada la productividad de las actividades a realizar.

La productividad del trabajo en Colombia, comparada con países asiáticos y del pacífico, varía en proporciones desde 1 a 3 hasta 1 a 11. La inversión y el desarrollo en tecnología de los diferentes sectores productivos en el país es lenta, debido a muchos factores externos (Holmes, 2007). En países asiáticos se ha entendido que la productividad es un factor importante para el crecimiento económico, por ello la preocupación por la calidad de su fuerza laboral se ha

concretado, en brindar oportunidades de acceso a la educación y capacitación buscando mejorar sus condiciones (Yamamoto – OIT, 2007).

Latino América no ha mejorado de manera significativa su productividad laboral a pesar del desarrollo económico que mostró en la década de los noventa (Chacaltana – OIT, 2006). La construcción como sector, no ha sido ajena a esta problemática y algunos de sus problemas obedecen a la productividad de sus obras y procesos constructivos, reflejados por el incumplimiento en metas de tiempos y costos. Se debe reconocer que en ocasiones es difícil gestionar procesos con buena efectividad en el primer intento; inadecuados planes de gestión –ineficaces e ineficientes-, deficiente gestión de recursos a lo cual llamamos como constructores, mal diseño de ejecución, entre otras cosas, dificultan controlar de manera idónea el desarrollo óptimo de las obras. Desde la década de los ochenta se ha criticado el sector de la construcción por sus sistemas de gestión y, de manera incoherente, se le ha exigido productividad, conociendo de antemano sobre el poco uso que se hacen de técnicas modernas adecuadas de planeación y control en sus obras (CICE, 1982). En otros casos, los sistemas de planeación, seguimiento y control no reflejan la realidad de la productividad; no permiten establecer: adecuados criterios y metodologías de seguimiento y medición, metas para el control, índices de desempeño para cada tarea, generando así pérdidas económicas en las obras. Tareas, procesos, sistemas y obras, merecen un oportuno mejoramiento en sus indicadores, aumentar su productividad y disminuir sus pérdidas.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuánto tiempo se invierte en la planeación de un proyecto a construir?
¿Qué proyectos de construcción en nuestro entorno, se culminan en el tiempo programado?
Al momento de planear, ¿se tiene en cuenta el factor humano y su entorno?
En la etapa de planeación de los proyectos de construcción, ¿de qué forma es tenido en cuenta y de qué manera interviene el recurso humano, como insumo en dicha actividad?
¿Qué análisis se realiza en cuanto a la productividad en los proyectos de construcción?

OBJETIVO GENERAL:

Analizar la productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, de edificaciones de la zona sur de Medellín.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

• Establecer parámetros para la medición de los niveles de productividad de proyectos en construcción, avances de obra y consumo de tiempo en las actividades en estudio.
• Identificar resultados de rendimientos y consumos de mano de obra en procesos constructivos como factor determinante, de edificaciones de la zona sur de Medellín.
• Determinar los factores socioculturales que afectan los rendimientos y consumos de mano de obra del subsistema de acabados arquitectónicos.

1.4 ANTECEDENTES.

Como preocupación permanente en la obtención de tan anhelada base de datos que permita tener las herramientas e identificar duraciones aproximadas con base en los rendimientos de mano de obra, la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), seccional Antioquia y el SENA, encargaron en el año 2000 a las empresas constructoras PSI S.A y GDV Ingeniería S.A. para desarrollar una metodología que permita en forma normalizada la obtención de datos en proyectos de construcción con el fin de conformar la base de datos para el Valle de Aburrá y que posteriormente pueda extenderse por todo el país.

La metodología sobre la toma de datos en obra, planteada por los ingenieros Antonio Cano R. y Gustavo Duque V., se convierte en el punto de partida para la recolección en forma sistemática de datos, con lo cual es posible obtener la base de datos confiables de actividades de construcción.

En el año 2002 el Arquitecto Constructor Luis Fernando Botero Botero, publicó un artículo resultado de una investigación sobre rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción de proyectos de vivienda de interés social en mampostería estructural. Durante seis meses se realizaron observaciones y se tomaron datos suficientes para ser analizados estadísticamente.

Como resultado, se inició la conformación de una base de datos sobre consumos de mano de obra, que incluye los factores que inciden sobre dicho consumo.

Como aplicación práctica la investigación, se desarrolló un software con el cual es posible predecir el consumo de mano de obra en las actividades estudiadas, a partir de la calificación de los factores de afectación.

Durante el año 2008 los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad de Medellín Catalina Cadavid Aristizabal y Diego Alfonso Beltrán Buenahora realizan su trabajo de grado titulado, “Rendimientos de mano de obra en acabados en la construcción”, donde tuvieron como objetivo principal, determinar los rendimientos de mano de obra de las distintas actividades en la construcción, para asi consolidar una base de datos confiable y útil para las empresas constructoras del país.

En el entorno nacional, pero con unas características altamente diferentes, también se ha realizado una investigación más reciente como: “Rendimiento de mano de obra en excavaciones para viviendas de una y dos plantas en la ciudad de Barranquilla” realizada en el año 2009 por el Ing. Dorian Rodríguez González de la Corporación Universitaria de la Costa CUC, Barranquilla – Colombia.

Otra investigación referente al tema en estudio, se realizó en el año 2007 acerca del “Seguimiento de la productividad en obra: Técnicas de medición de rendimientos de mano de mano de obra en el Departamento de Santander” por parte del Ingeniero Civil Guillermo Mejía Aguilar, profesor auxiliar de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Industrial de Santander, donde postula que la planeación sirve de referencia a los sistemas de control y exige adoptar buenas metodologías de seguimiento. Frecuentemente se presentan problemas, ya que no se adoptan indicadores adecuados de control como la productividad, lo que impide identificar y definir sistemática y sistémicamente, situaciones que requieren acciones correctivas o de mitigación importantes. Dicha investigación apuntó hacia la identificación de metodologías de seguimiento apropiadas, tomando la productividad de la mano de obra como indicador de gestión y control.

En el ámbito internacional, uno de los países que ha intentado trabajar en esta situación y que sean referentes cercanos a nuestro entorno o a nuestras costumbres es Perú. En dicho país inclusive, tienen implantado de forma legal un Manual de rendimientos mínimos de mano de obra en las provincias de Lima y Callao, los cuales han sido tomados de la Resolución Ministerial Nº 175 del 09 de abril de 1968 del Ministerio de Vivienda y Construcción. Dicha resolución ministerial define el estándar mínimo que debe realizar un operario promedio en una jornada de ocho horas.

El estándar de rendimientos promedio corresponde a una recomendación de la Cámara Peruana de los Constructores CAPECO[1] para las empresas afiliadas. Ambos estándares son aplicables a las provincias de Lima y Callao, del Departamento de Lima.

Siguiendo el ámbito internacional, los ingenieros, docentes e investigadores del centro de investigación para la racionalización de la construcción tradicional de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de San Juan (Arg), Raul Navas y Liliana Torres publican un artículo como resultado de la investigación: "Mano de obra en la construcción: determinación de la cuadrilla óptima por medio de una herramienta de simulación' con el objeto de profundizar el análisis de tiempos de duración de una tarea y de acuerdo con las conformaciones usuales de equipos de trabajo (cuadrillas) compuestos por oficiales y ayudantes, los autores desarrollan una metodología para optar por la cuadrilla que produzca menor desperdicio de tiempo (cuadrilla óptima) en la ejecución del trabajo encomendado.

Con esta herramienta de simulación se procura poner en manos de quien planifica el programa de actividades, un instrumento para evaluar y comparar diferentes escenarios. Así se facilita la decisión de elegir la cuadrilla de trabajo que se aproxime mejor a la situación particular de la obra, en función de sus características y condicionantes.

1.5 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Para esta Tesis de Maestría el tipo de investigación a utilizar será mixta (cuantitativa y cualitativa).

En cuanto a lo cualitativo que es el método de investigación empleado en muchas disciplinas académicas, tradicionalmente en las ciencias sociales. Los investigadores cualitativos tienen por objeto reunir un conocimiento profundo del comportamiento humano y las razones que gobiernan tal comportamiento. El método cualitativo investiga el por qué y el cómo de la toma de decisiones, no sólo qué, dónde, cuándo. Por lo tanto, las muestras más pequeñas, son más a menudo más necesarias que las muestras grandes. Así como se menciona anteriormente dichos factores podrían afectar directamente los rendimientos de la mano de obra en un proyecto, todo su entorno hace o no más productivos los grupos de trabajo.

[1] RAMOS Salazar Jesús – Costos y Presupuestos en Edificación – Cámara Peruana de la Construcción – Séptima Edición – Marzo de 1998 – Gresco S.R.L. Lima

También se considera la investigación cuantitativa ya que se refiere a la investigación empírica sistemática de los fenómenos sociales a través de técnicas estadísticas, matemáticas o informáticas. El objetivo de la investigación cuantitativa es desarrollar y emplear modelos matemáticos, teorías y / o hipótesis relativas a los fenómenos. Los datos cuantitativos, tales como estadísticas, porcentajes, etc. En términos simples, esto significa que el investigador cuantitativo hace una pregunta específica, estrecha y recopila los datos numéricos de los participantes que respondieron la pregunta. El investigador analiza los datos con la ayuda de la estadística. El investigador espera que los números produzcan un resultado imparcial que se puede generalizar a alguna población más grande. La investigación cualitativa, por otra parte, hace preguntas generales y recopila datos del canal de participantes. El investigador busca temas y describe la información en temas y patrones exclusivos para el conjunto de los participantes.

2. PERSPECTIVA CONCEPTUAL.

2.1 CONCEPTOS Y MARCO TEORICO.

Resulta irónico que la mayoría de los gerentes de proyecto planee cada detalle del proyecto de un cliente, y en cambio, dediquen poco tiempo a la planeación de su trabajo en el proyecto. Sin la planeación adecuada es improbable que los objetivos del proyecto sean alcanzados a tiempo o dentro del presupuesto.

Por ello el marco teórico de esta investigación se centrará en conceptos claves para el desarrollo de la misma, como los siguientes:

El conocimiento y el aprendizaje:

Cuando se define el aprendizaje organizacional, conviene resaltar la demarcación en relación a la organización de aprendizaje. Senge[2] (1990: 1) define una organización de aprendizaje como "un lugar donde la gente amplía continuamente su capacidad de crear los resultados que realmente desean, donde los modelos de pensamiento son ampliados y nutridos, donde la aspiración colectiva es libre y donde la gente aprende continuamente a aprender". El aprendizaje organizacional y la organización de aprendizaje pertenecen a diferentes corrientes en la demarcación del campo (Easterby - Smith et al., 1998). El aprendizaje organizacional es una corriente descriptiva, con académicos que intentan responder la pregunta ¿Cómo aprende una organización? En contraposición, la organización de aprendizaje es una corriente prescriptiva, orientada a practicantes que están interesados en la pregunta ¿cómo debería aprender una organización?

Productividad:

La palabra productividad ha existido por más de 200 años. En1950, la Organización para la Cooperación Económica Europea emitió una definición oficial: "La productividad es el cociente que se obtiene de dividir el monto de lo producido entre alguno de los factores de producción.

Así es posible hablar de productividad del capital, de la inversión o de las materias primas, en función de que el monto de lo producido se considera en relación con el capital, la inversión o las materias primas.

[2] Sabiendo donde tocar (apalancar) la tarea se desarrolla más simplemente, y un toque puede restablecer el equilibrio de sistemas complejos. Peter Senge.

Entre 1979 y 1984, Sumanth[3] dio las definiciones de productividad en términos especiales para el ámbito empresarial:

• *Productividad Parcial:* Es la proporción que existe entre un resultado y una clase de insumo. Por ejemplo, productividad de la mano de obra.

• *Factor de Productividad Total:* Es la proporción entre el resultado neto y la suma de los factores de mano de obra y capital.

• *Productividad Total:* Es la relación entre el resultado total y la suma de todos los factores de insumos. Esta medición considera el impacto de todos los insumos de producción, como mano de obra, capital, energía, materiales, máquinas. Etc.

Adam Smith[4], en su libro "La riqueza de las Naciones", plantea el "Principio de la División de la Labor" y propone que la producción de un bien se haga por pasos fragmentados (un trabajador hace una parte de la labor) y no por un artesano de principio a fin. Con la fragmentación del proceso, se aumenta la productividad y aumenta el beneficio. En este contexto se puede decir que se cumple que el aumento de la oferta genera aumento de la demanda, pues esta no estaba satisfecha, ya que la producción era insuficiente.

El aumento de la demanda ocasiona un cambio en la forma de producir. Empieza a hablarse de trabajo en cadena. La persona que intuye que la burguesía está pidiendo un cambio fue Adam Smith, a quien se considera el padre del liberalismo económico.

Trabajo

El trabajo es un proceso entre el hombre y la naturaleza. Un proceso en el que el hombre media, regula y controla su metabolismo con la naturaleza. Pone en movimiento las fuerzas naturales que pertenecen a su corporeidad, brazos y piernas, cabeza y manos, a fin de apoderarse de los materiales de la naturaleza bajo una forma útil para su propia vida.

Al operar así sobre la naturaleza exterior a él y transformarla, transforma a la vez su propia naturaleza. Desarrolla potencias que dormitaban en ella y sujeta a su señorío el juego de fuerzas de la misma.

Karl Marx[5] concibe el trabajo como una facultad exclusiva del hombre. El obrero, ya alejado de las formas instintivas de producción, y a diferencia de la

[3] David Sumanth, modelo de productividad aplicado a la industria.
[4] A. Smith, la riqueza de las naciones. Madrid, España; Editorial Alianza en su libro.
[5] Marx caracteriza al hombre como un ser dotado de principio de movimiento, principio que determina su impulso para la creación, para la transformación de la realidad.

abeja o la araña, no se dedica sólo a transformar la naturaleza, sino que tejer un pullover ya existía en su cabeza idealmente y es el objeto de su trabajo, al cual aferrará su voluntad como una ley. Es decir, la voluntad orientada a un fin. (Se mantiene en todo el proceso de producción).

Producir bienes para la satisfacción de sus necesidades, entonces, es la actividad esencial de los humanos, lo que los distingue de otras especies animales.

Producir significa transformar la Naturaleza, y al transformar la Naturaleza el ser humano expresa su rasgo esencial.

No se limita a tomar de la Naturaleza, sino que deliberadamente busca modificarla. De ahí que el trabajo sea el concepto fundamental para entender al ser humano. El trabajo, como actividad productiva libre, es la actividad en la que el ser humano expresa su humanidad, su verdadera naturaleza.

La producción es, en su obra, la actividad vital, la vida productiva misma que se presenta a los hombres como un medio de satisfacer la necesidad de conservación de la especie. Es "la vida engendradora de vida".

Revela la significación del trabajo como realización de la personalidad y las potencialidades humanas. Como señala Marcuse "liberadas de las limitaciones de una ciencia especializada, las categorías económicas se manifiestan como factores determinantes de la existencia humana(...) Lejos de ser una simple actividad económica, el trabajo es la actividad "existencial" del hombre, su "actividad libre y consciente", de ninguna manera un medio solo para mantener su vida, sino para desarrollar su naturaleza universal.[un fin en sí mismo](...) la esclavitud del trabajo y su liberación son condiciones que van más allá del marco de la economía política y afectan los fundamentos mismos de la existencia humana. (Marcuse, El trabajo alienado).

Para que el trabajo permita la autorrealización del sujeto, sin embargo, es necesario que se den ciertas condiciones. Éstas se alcanzan cuando a) el hombre produce su vida de acuerdo a su voluntad y su conciencia, b) cuando puede expresar sus capacidades en forma amplia, c) si con el trabajo despliega su naturaleza social y d) si el acto productivo rebasa la necesidad de subsistencia.

La administración, desde la teoría clásica

En el despuntar del siglo XX, dos ingenieros desarrollaron los primeros trabajos pioneros respecto a la administración. Uno era americano, Frederick

Taylor[6] , y desarrolló la llamada escuela de administración científica, preocupada por aumentar la eficiencia de la industria a través, inicialmente, de la racionalización del trabajo operario. El otro era europeo, Henry Fayol, y desarrolló la llamada teoría clásica preocupada por aumentar la eficiencia de su empresa a través de su organización y de la aplicación de principios generales de la administración con bases científicas. A pesar de que ellos no se hayan comunicado entre sí y hayan partido de puntos de vista diferentes y aun opuestos, lo cierto es que sus ideas constituyen las bases del llamado enfoque clásico tradicional de la administración, cuyos postulados dominaron aproximadamente las cuatro primeras décadas de este siglo el panorama administrativo de las organizaciones.

De un lado, la escuela de la administración científica, desarrollada en los Estados Unidos, a partir de los trabajos de Taylor. Esa escuela era formada principalmente por ingenieros, como Frederick Winslow (1856-1915), Henry Lawrence Gantt (1.861-1931), Frank Bunker Gilbreth (1868-1924), Harrington Emerson (1853-1931) y otros Henry Ford (1863-1947), suele ser incluido entre ellos, por haber aplicado sus principios. La preocupación básica era aumentar la productividad de la empresa mediante el aumento de la eficiencia en el nivel operacional, esto es, en el nivel de los operarios. De allí el énfasis en el análisis y en la división del trabajo operario, toda vez que las tareas del cargo y el ocupante constituyen la unidad fundamental de la organización. En este sentido, el enfoque de la administración científica es un enfoque de abajo hacia arriba (del operario hacia el supervisor y gerente) y de las partes (operarios y sus cargos) para el todo (organización empresarial). Predominaba la atención en el trabajo, en los movimientos necesarios para la ejecución de una tarea, en el tiempo-patrón determinado para su ejecución: ese cuidado analítico y detallado permitía la especialización del operario y la reagrupación de los movimientos, operaciones, tareas, cargos, etc., que constituyen la llamada "organización racional del trabajo" (ORT). Fue además de esto, una corriente de ideas desarrollada por ingenieros, que buscaban elaborar una verdadera ingeniería industrial dentro de una concepción eminentemente pragmática. El énfasis en las tareas es la principal característica de la administración científica.

[6] La Escuela Clásica Taylor y Fayol nos plantea dos enfoques, el de Taylor en la racionalización del trabajo y el de Fayol en la racionalización de un sistema para la gerencia.

2.2 CONOCIMIENTO Y APRENDIZAJE.

Conocimiento, aprendizaje como motor de desarrollo

En cada época histórica las sociedades humanas tienen rasgos o elementos que caracterizan la base misma de su organización social. Estos mismos elementos pueden también encontrarse en las sociedades humanas en muchas otras épocas y momentos de la historia. Sin embargo, cuando dichos elementos sociales se convierten en principios de acción, o en principios organizadores del comportamiento humano y de la forma como las organizaciones y las instituciones sociales funcionan y responden a su entorno, estos elementos se convierten en rasgos que caracterizan el entorno social y la época histórica.

Ese es el papel que el conocimiento desempeña en el mundo en este inicio del siglo XXI. Toda sociedad humana siempre ha generado conocimiento sobre su entorno y sobre su realidad, física y social. Es un aspecto que surge de la necesidad misma que tiene el hombre de tratar de explicar o comprender el medio que habita. Pero en las formas de organización social que están actualmente surgiendo, el conocimiento comienza a tomar una dimensión, y a desempeñar un papel en la sociedad, que va más allá del papel que históricamente ha siempre cumplido. En las sociedades que se perfilan para el tercer milenio, la posición de cada persona en la sociedad crecientemente es el producto del conocimiento que él o ella han logrado desarrollar o construir. La sociedad del mañana se vislumbra como una sociedad en la cual cada individuo y cada organización construirá su propia capacidad de acción, y por lo tanto su posición en la sociedad, a través de un proceso de adquisición y desarrollo de conocimiento, y de la consolidación de su capacidad para generar nuevo conocimiento, que le permita adaptarse dinámicamente a una realidad en rápido proceso de cambio y transformación.

Lo anterior solo se logra a través de procesos continuos de generación y uso del conocimiento, organizados de tal forma que puedan contribuir a procesos de aprendizaje social. Este es el rasgo central de las Sociedades del Conocimiento. Estas últimas son sociedades con capacidad para generar conocimiento sobre su realidad y su entorno, y con capacidad para utilizar dicho conocimiento en el proceso de concebir, forjar y construir su futuro. Es decir, de utilizarlo en el proceso permanente de construcción de la sociedad, a través del desarrollo, transformación permanente y consolidación de sus principales instituciones sociales. De esta forma, el conocimiento se convierte no solo en instrumento para explicar y comprender la realidad, sino también en motor de desarrollo y en factor dinamizador del cambio social.

Apropiación del Conocimiento a través de Organizaciones que Aprenden

Uno de los principales recursos con que cuenta un país son sus organizaciones. Estas últimas pueden ser organizaciones de producción (empresas), organizaciones académicas (universidades), organizaciones de investigación y desarrollo tecnológico (centros de investigación e institutos tecnológicos), organizaciones políticas (partidos políticos), u organizaciones en cualquier sector de actividad humana. Desde inicios de este siglo, Max Weber había ya identificado las organizaciones formales como una de las principales características de las sociedades contemporáneas. La mayor parte de los procesos de generación y aplicación del conocimiento se realizan en contextos organizacionales, en el seno de entidades de muy diversa índole. Así mismo, son organizaciones las responsables de una alta proporción de la producción, así como del suministro de servicios en cualquier sociedad contemporánea. La efectividad y eficiencia de las organizaciones determina, por lo tanto, la capacidad de la sociedad para producir, ser competitiva, satisfacer necesidades básicas y lograr la mayor parte de los objetivos que ella persigue.

Tomando en consideración su ubicuidad y sus múltiples funciones, el uso del conocimiento y la apropiación del mismo por parte de organizaciones representan una de las formas más importantes de apropiación del conocimiento en el mundo actual. Este proceso lleva a desarrollar y consolidar organizaciones con capacidad de aprendizaje (las llamadas “learning organizations”). Esto último responde a uno de los principales desafíos que tiene toda organización: asegurar su supervivencia en un medio cambiante, y para ello debe contar con la capacidad para adaptarse e integrarse creativamente e ese entorno, al mismo tiempo que crea nuevas realidades relacionadas con el logro de sus objetivos.

Para hacer esto, se necesita aprender continuamente con el fin de poder responder a los cambios que se producen en el entorno. Pero no se trata meramente de responder de manera adaptativa a dichos cambios, sino de desarrollar una capacidad para generar respuestas creativas y transformadoras, que trasciendan lo inmediato, y que le permitan a la organización recrear y construir su propio ambiente físico y social.

Este es la característica central de las organizaciones que aprenden; el desarrollo de este tipo de organización desempeña un papel crítico en la creación de Sociedades del Conocimiento.

Uno de los desafíos que aquí se confronta es el de cómo convertir información y conocimiento personal, en conocimiento corporativo útil que incremente la efectividad de la organización, así como su capacidad de innovación

y de respuesta creativa y transformadora. Lo anterior genera una capacidad de desarrollo y cambio organizacional, que son igualmente importantes en una empresa, en una universidad, o en un centro de investigaciones o de desarrollo tecnológico.

Aprendizaje en equipo

¿Cómo puede un equipo de Directores talentosos con un cociente intelectual de 120 tener un cociente intelectual colectivo de 63? La disciplina del aprendizaje en equipo aborda esta paradoja. Sabemos que los equipos pueden aprender; en los deportes, en las artes dramáticas, en la ciencia y aún en los negocios, hay sorprendentes ejemplos donde la inteligencia del equipo supera la inteligencia de sus integrantes, y donde los equipos desarrollan aptitudes extraordinarias para la acción coordinada. Cuando los equipos aprenden de veras, no solo generan resultados extraordinarios sino que sus integrantes crecen con mayor rapidez.

La disciplina del aprendizaje en equipo comienza con el “diálogo”, la capacidad de los miembros del equipo para “suspender los supuestos” e ingresar un auténtico “pensamiento conjunto”. Para los griegos, dia-logos significaba el libre flujo del significado a través del grupo, lo cual permitía al grupo descubrir percepciones que no se alcanzaban individualmente. Es interesante señalar que la práctica del diálogo se ha preservado en muchas culturas “primitivas”, pero se ha perdido totalmente en la sociedad moderna. Hoy se están redescubriendo los principios y la practica del diálogo, y se procura integrarlos a un contexto contemporáneo. (Diálogo difiere de “discusión”, que tiene las mismas raíces de “percusión” y “concusión” y literalmente consiste en un “peloteo” de ideas en una competencia donde el ganador se queda con todo.)

La disciplina del diálogo también implica aprender a reconocer los patrones de interacción que erosionan el aprendizaje en equipo. Los patrones de defensa a menudo están profundamente enraizados en el funcionamiento de un equipo. Si no se los detectan, atentan contra el aprendizaje. Si se los detecta y se los hace aflorar creativamente, pueden acelerar el aprendizaje.

El aprendizaje en equipo es vital porque la unidad fundamental de aprendizaje en las organizaciones modernas no es el individuo sino el equipo. Aquí es donde “la llanta muerde el camino”: si los equipos no aprenden, la organización no puede aprender.

2.3 PRODUCTIVIDAD Y TRABAJO.

Productividad.

La productividad, en términos de resultados, puede definirse como el cociente entre lo producido y lo gastado para ello:

$$\boldsymbol{Productividad = Cantidad\ producida \div Recursos\ utilizados}$$

En términos más explícitos, la productividad se define como una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado (Sanvido, 1984).

Entonces, la productividad comprende tanto la eficiencia en la utilización de los recursos para completar productos deseados dentro de plazos determinados, como la efectividad con que se realiza dicho producto para cumplir con un estándar de calidad que también esté preestablecido. Por ejemplo, de nada sirve producir muchos metros cuadrados de muros de albañilería en una obra, utilizando muy eficientemente el recurso humano, si estos muros resultan con serios problemas de calidad, hasta el punto que deben demolerse posteriormente para rehacerlos (Serpell, 1993).

Hasta el momento los modelos presentados consideran explícitamente la transformación de los recursos mediante actividades de conversión o procesos, pero quizás lo más importante es comprender que la productividad está asociada a este proceso de transformación de los recursos.

A este proceso ingresan recursos necesarios para producir un material, un bien o dar un servicio, y posteriormente, a través del proceso, se obtiene un producto o un servicio cumplido (Serpell, 1993).

En la construcción los principales recursos utilizados son los materiales, la mano de obra y la maquinaria y equipos, lo cual hace posible hablar de productividad independientemente para cada uno de ellos, tal como se ilustra en la Ilustración 1.

Dentro de estos tres recursos el humano es el más importante ya que sólo a través de la mano de obra es posible llevar a cabo el trabajo, que finalmente representa la acción de la administración dentro del sistema[7], cuyo concepto básico se presenta formalmente a continuación.

[7] Esta es una de las razones fundamentales por las cuales se prioriza el estudio de este recurso durante la investigación.

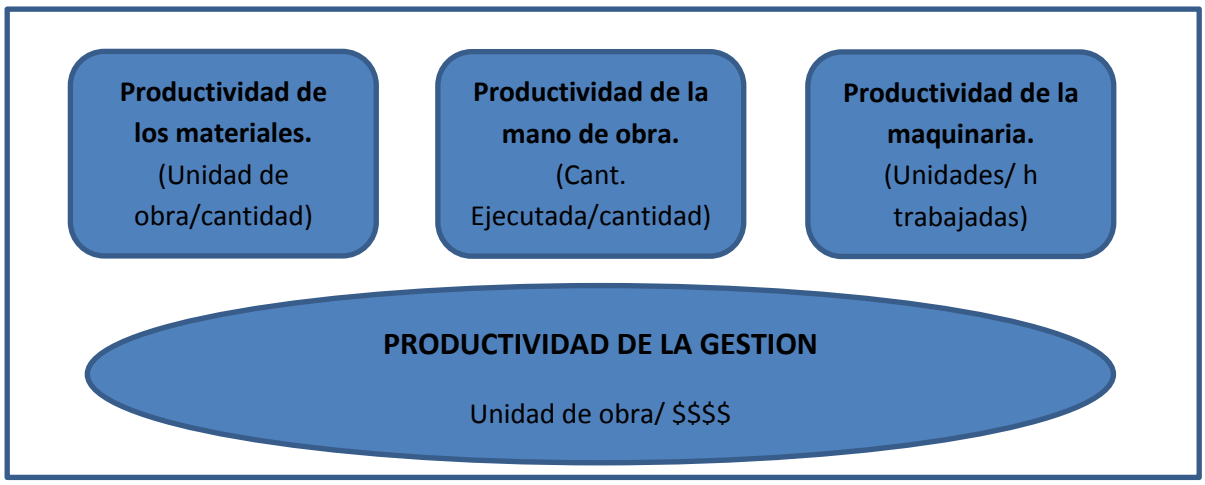


Ilustración 1. Tipos de productividad (adptado de Serpell. 1993)

El trabajo.

El trabajo son todas las acciones realizadas por los participantes del sistema para convertir los recursos en productos parciales o finales, o en términos generales, para la producción de valor. Para introducirse en el estudio de la productividad es necesario analizar primero que nada el contenido del trabajo de las actividades que se realizan en una obra de construcción. Básicamente se diferencian tres tipos de contenido (Manual de Herramientas del S.P.G., 1994):

• *Trabajo Productivo:* Corresponde a aquellas labores que aportan en forma directa el avance de la obra, como por ejemplo, la colocación de moldajes, fierros, hormigón, ladrillos, etc.

• *Trabajo Contributivo:* Corresponde a aquellas labores que sirven para poder realizar las labores productivas, como por ejemplo, el transporte de materiales, realizar mediciones, leer planos, limpiar el área de trabajo, etc.

• *Trabajo No Contributivo:* Corresponde a aquellas labores que no aportan nada a la faena, como por ejemplo, fumar sin hacer nada, esperando la llegada de algún material, caminar por la obra, etc.

La productividad del trabajo se mide en relación al contenido del trabajo productivo, el cual se ve afectado por la existencia de actividades contributivas y no contributivas que restan tiempo al tiempo disponible para realizar dicho trabajo (Serpell, 1993). Sin embargo, llegar a pensar en un 0 % de contenido de trabajo no contributivo, es algo totalmente utópico, puesto que el cuerpo y la mente humana no pueden trabajar mucho tiempo sin detener su actividad para tomar un descanso.

2.4 LA ADMINISTRACIÓN DESDE LA TEORIA CLASICA.

La teoría clásica de la administración, llamada también corriente fayolista en honor a su creador Henry Fayol, se distinguió por su enfoque sistémico integral, es decir, sus estudios abarcaron todas las esferas de la empresa, ya que para Fayol era muy importante tanto vender como producir , financiarse como asegurar los bienes de una empresa. En fin, la organización y sus componentes se consideraban como un gran sistema interdependiente, como clientes internos.

Para Fayol, el obrero al igual que el gerente eran seres humanos, y era necesario tomarlos en consideración para crear una sola energía, una unidad, un espíritu de equipo. La teoría clásica fue producto de la necesidad de crear una doctrina científica de la administración con el fin de estructurar un conocimiento, una ciencia sólida para ser enseñada más tarde en todos los niveles de la educación. Se necesitaban jefes en las empresas, pero jefes que realmente asimilaran las responsabilidades de un grupo de trabajadores, jefes que supieran dirigir al igual que planear sus actividades, jefes con un gran soporte de conocimientos tanto de su área como de la práctica administrativa y que a la vez contaran con juicios y conductas dignas de una autoridad.

La teoría clásica se centraba en definir la estructura para garantizar la eficiencia en todas las partes involucradas, sean éstas órganos (secciones, departamentos) o personas (ocupantes de cargos y ejecutantes de tareas). La tarea administrativa no debe ser una carga para las autoridades, sino más bien una responsabilidad compartida con los subordinados. Fayol creó escenarios propicios para la eficiencia administrativa y, por ende, para la generación de utilidades para la empresa. Estos escenarios estuvieron respaldados por un instrumento de investigación y aplicación de la práctica administrativa llamado proceso administrativo (prever, organizar, dirigir, coordinar y controlar). Es decir, una estructura de principios administrativos (14 en general), un estudio de las funciones de una empresa, el perfil idóneo de un gerente y su relación con la función que desempeña, y una filosofía completa de la práctica administrativa como ciencia y como materia académica en instituciones de enseñanza. Esto fue lo que nos heredó el pionero francés de la administración que, junto con la teoría científica de la administración de Taylor, formó un sólido conocimiento de la administración durante muchas décadas.

2.4.1 Principios de la administración

La función administrativa es el elemento esencial para el logro de resultados con la máxima eficiencia y su acción recae sobre el cuerpo social de la empresa, es decir, sobre los individuos que la componen. La salud y el buen funcionamiento del cuerpo social dependen de cierto número de condiciones que se califican casi invariablemente de principios, de leyes o de reglas.

No hay nada rígido ni absoluto en materia administrativa, todo ello es cuestión de medida. Cuando se emplea un principio difícilmente se vuelve a utilizar de manera similar en otra situación, ya que influyen varios elementos externos: el o los tipos de personas, circunstancias diversas, culturas, juicios etc. Los principios son flexibles y susceptibles de adaptarse a todas las necesidades. Se trata de saber utilizarlos y hay que tener mesura e inteligencia, experiencia y decisión para no crear conflictos y malas interpretaciones.

Existe un sinnúmero de principios emanados de la práctica administrativa; pero todo va en función al medio administrativo en que estemos trabajando y las condiciones en que se presenten. A continuación enumeraremos un grupo de principios universales que nos servirán de base para crear ciertos lineamientos de conducta en nuestra práctica administrativa.

1. *División de trabajo*

Es un acto de orden natural que tiene por objeto llegar a producir más con el mismo esfuerzo; asimismo, permite reducir el número de objetos sobre los cuales deben recaer la atención y el esfuerzo. Se aplica a todos los trabajos en los cuales se involucra un número equis de personas que requieren varias clases de capacidades. Trae como consecuencia la especialización de las funciones y la separación de los poderes.

2. *La autoridad.*

Es el derecho a mandar y el poder de hacerse obedecer. No se concibe a la autoridad sin la responsabilidad. La autoridad es un corolario de la responsabilidad. Se distinguen, en un jefe, la autoridad estatutaria que depende de la función, y la autoridad personal, hecha de inteligencia, saber, experiencia, valor moral, dotes de mando, servicios prestados, etc. Para ser un buen jefe, la autoridad personal es el complemento indispensable de la autoridad estatutaria.

3. *La disciplina*

La disciplina es esencialmente la obediencia, la asiduidad, la actividad, la conducta, los signos exteriores de respeto manifestado de acuerdo con las convenciones establecidas entre la empresa y sus agentes.

4. *Unidad de mando*

Un subordinado debe recibir órdenes sólo de un superior; este principio es de autoridad única.

5. *Unidad de dirección.*

Un solo jefe y un solo programa para un conjunto de operaciones que tiendan al mismo objeto. La unidad de mando no puede existir sin la unidad de dirección, pero no se deriva de ésta.

6. *Subordinación del interés particular al interés general*

El interés de un subordinado o de un grupo de subordinados no debe prevalecer sobre el interés de la empresa; esto significa que el interés de la familia debe predominar sobre el interés de los miembros. Se deben hacer a un lado la ambición, el egoísmo, la pereza y todas las pasiones humanas que afectan el desarrollo de una organización. Sin duda, es una lucha continua que hay que sostener.

La organización, para que pueda lograr esta situación, solicita firmeza y buen ejemplo de sus jefes. Las reuniones de trabajo deben ser lo más equitativas que sea posible y debe existir una vigilancia estrecha para solucionar conflictos y prever situaciones adversas.

7. *Remuneración del personal.*

Debe haber una justa y garantizada satisfacción para los empleados y para la organización en términos de retribución. La remuneración del personal es el precio del servicio prestado. Los diversos modos de retribución en uso para los obreros son:

a) Pago por jornada.
b) Por tareas.
c) Por destajo.

Todo ello con el beneficio de subsidios, primas y recompensas extras para motivar al personal.

8. Centralización.

Se refiere a la concentración de la autoridad en la alta jerarquía de la organización. En los pequeños negocios, la centralización es absoluta e indiscutible; en los grandes negocios, las órdenes pasan por diferentes canales y esto no permite centralizar la toma de decisiones.

9. Jerarquía o cadena escalar.

Es la línea de autoridad que va del escalón más alto al más bajo. Este camino está impuesto a la vez por la necesidad de una transmisión asegurada y por la unidad de mando. Es un error prescindir de la vía jerárquica sin necesidad; pero lo es mucho mayor seguirla cuando debe resultar de ello un perjuicio para la empresa.

10. Orden.

Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar; lo mismo se utiliza para la fórmula de orden social: un lugar para cada persona y cada persona en su lugar. Es importante este principio, ya que evitará pérdidas de tiempo y materiales siempre y cuando se haya planeado y asegurado su lugar predeterminado; si éste no se cumple, entonces el orden es aparente. El orden aparente crea malos hábitos y ciega al gerente. Por el contrario, en algunas situaciones existe un desorden aparente, pero en realidad es un orden, de acuerdo con la necesidad del usuario.

Por ejemplo, en el escritorio de un gerente puede haber muchos papeles diseminados y esto nos daría una apariencia de desorden; pero si nos propusiéramos “ayudarlo” y “ordenamos” su escritorio, entonces veríamos que cuando él buscara algo, seguro no encontraría nada en “su lugar”. El orden perfecto supone un lugar juiciosamente elegido; el orden aparente no es más que una imagen falsa o imperfecta del orden real.

11. Equidad.

La equidad no exige ni la energía ni el rigor. Exige en la aplicación mucha sensatez, mucha experiencia y mucha bondad. El deseo de equidad y el deseo de igualdad son aspiraciones que hay que tener en cuenta en el trato con el personal. La equidad resulta de la combinación de la benevolencia con la justicia.

12. Estabilidad del personal.

La rotación tiene un impacto negativo sobre la eficiencia de la organización. Cuanto más tiempo una persona permanezca en un cargo, más tendrá la posibilidad de manifestar interés, acción e iniciativa y podrá explotar sus habilidades dentro de la organización. La excesiva rotación de personal es una inversión cara que nunca se recobra.

13. Iniciativa.

Es la capacidad de visualizar un plan y de asegurar su éxito, la libertad de proponer y la de ejecutar. La organización debe ser lo más flexible y permeable posible, así sus elementos podrán tenerla convicción de manifestarse.

14. Unión del personal o espíritu de equipo.

"La unión hace la fuerza" es un dicho muy antiguo, pero en realidad es la única fórmula para que un equipo de trabajo logre sus objetivos. La empresa debe trabajar al unísono, como una sola alma y por un mismo objetivo. Cuando exista esa coordinación, seguramente estaremos hablando de una organización en especial. La armonía y la unión entre personas constituyen grandes fuerzas para la organización. Es necesario hacer uso de los controles para asegurar un orden, pero no abusemos de ellos porque entonces lo único que lograremos será una división de opiniones y, por ende, fomentaremos la división del personal.

El poder de la unión no se manifiesta sólo por los felices efectos de la armonía reinante entre los elementos de una empresa. Los convenios comerciales, los sindicatos, las asociaciones de todas clases desempeñan un papel considerable en el manejo de los negocios y, en consecuencia, en la cohesión de sus elementos. Evitar las frustraciones del trabajador también implica la creación de un equipo con espíritu.

2.5 ASPECTOS SOCIOCULTURALES ASOCIADOS AL TRABAJO.

El ser humano es un ser social, pero también un ser biológico y, por lo tanto, su existencia implica un conjunto de necesidades que precisan de elementos materiales para satisfacerse. La naturaleza es la única fuente para su obtención, pero, para conseguirlos, necesita relacionarse con ella, con ese almacén natural de donde puede obtener todo lo necesario.

Este proceso de relación tiene lugar a través del trabajo, del conjunto de actividades materiales e ideales mediante las cuales hombres y mujeres intercambian con ese medio natural para hacerlo su territorio, El trabajo no es solo la forma material mediante el cual el ser humano se relaciona con la naturaleza, este proceso es, también, ideal; es decir, que también a través de lo ideal, de la acción de su cerebro, de su pensamiento, de su conciencia, el ser humano convive e intercambia con el mundo objetivo que lo rodea, al tiempo que lo transforma, que lo asemeja a sí mismo. Esta culturización de la naturaleza se efectúa también por medio de las relaciones sociales, de las relaciones de unos seres humanos con otros, pues ambas formas de trabajo humano, la material y la ideal, son puras naturalezas sociales.

De esta forma se llega a conceptuar que el trabajo no es un castigo, es una actividad constructiva en la vida individual y social que vincula al hombre con su dimensión histórica. El revés de dicha situación es la alienación, es volverse otro distinto así mismo. Esto puede llegar a suceder cuando el hombre pierde el rumbo de la reflexión en el hacer, es decir en la cotidianidad del trabajo, no se da cuenta que lo que hace es depositar su existencia y subjetividad en los objetos que están fuera de nosotros mismos, otorgando más importancia a éstos que a las relaciones que han hecho posible tal situación: hablamos de las relaciones interhumanas generadas por el trabajo.

El fundamento del trabajo está en las relaciones de producción establecidas por los hombres; en ellas se producen los objetos que están sujetos al uso y el cambio. Quienes poseen los medios de producción enajenan o quitan al otro la posibilidad de generar riqueza para sí; la riqueza en pocas manos genera el monopolio que provoca las desigualdades y la lucha de las clases.

Marx iba más profundo. Para él lo importante es la transformación radical de las condiciones sociales y políticas: Marx comienza sus escritos políticos y filosóficos de 1884 anunciando que él considera las regulaciones básicas de la relación entre capitalistas y trabajadores, y que por si mismas determinan una relación de explotación. Concibe el capital como trabajo acumulado, con la consecuencia de que lo que el trabajo produce es arrebatado en grado creciente de las manos del obrero, que en manera creciente su propio trabajo se le opone como la propiedad de otra persona y que los medios de subsistencia y su actividad se concentran en forma creciente de los capitalistas[8].

[8] Op. Cit. P. 111.

Marx describe como un ciclo producido por el movimiento del capital y su acumulación, aumenta la división del trabajo. Dicha descripción se representaría de la ilustración 2.

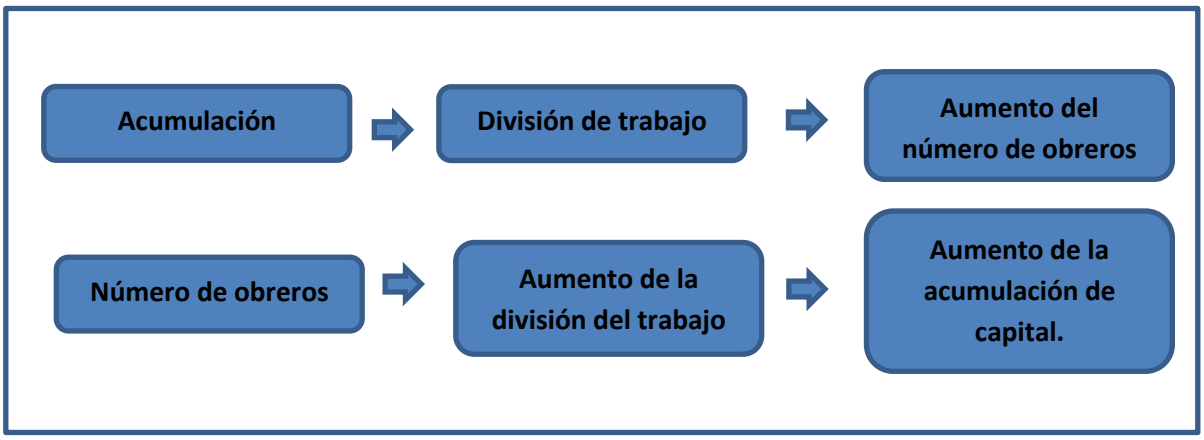


Ilustración 2. Esquema propuesto por Hopenhayn.

En el anterior esquema propuesto por Hopenhayn observamos varias situaciones:

1. La acumulación genera riqueza y poder.
2. La división de trabajo se multiplica.
3. Se pueden pagar más obreros.
4. A mas oferta mayor número de obreros.
5. A mayor número de obreros, salarios mas bajos.
6. Más oferta y más bajos salarios se traducen en mayor producción y más capital acumulado para el capitalista.
7. El obrero depende cada vez más de su trabajo.
8. El trabajo se convierte en algo abstracto y se vuelve dependiente de las reglas del mercado (oferta y demanda).

Por estos motivos el obrero o trabajador debe vender su fuerza laboral y a cambio obtienen un salario. En este camino el hombre pierde su dignidad al negociarse a si mismo. La riqueza que el trabajo debería devolver al hombre en forma de acumulación real, se va a otra parte, hacia los bolsillos del capitalista quien aprovechará la fuerza de trabajo de muchos. Este capital no se reinvierte ni retribuye en beneficio del trabajador, queda en el proceso de acumulación para fortalecer a sectores financieros y empresariales.

2.6 EL PROCESO Y EL SISTEMA PRODUCTIVO EN LA CONSTRUCCIÓN.

Dado que la construcción es una industria sujeta a muchas incertidumbres es necesario visualizar el universo de trabajo como un sistema. Este se encuentra inserto en un entorno que es la sociedad en general y, más concretamente, el medio económico y social ya que no pertenece a él pero influye directamente en su estado. Asimismo el sistema construcción se encuentra integrado por los proyectos de construcción, es decir, por un conjunto de actividades de naturaleza material o no, debidamente planificadas, cuyos objetivos son materializar una obra de ingeniería o construcción para satisfacer necesidades humanas y económicas dentro de un marco que se sustenta principalmente en la calidad, el costo y el plazo.(Santana, 1990). Por lo tanto, se puede decir que una obra de construcción es en sí es un sistema abierto dentro de la construcción ya que intercambia energía e información con su medio. Este enfoque se presenta en la Ilustración 3, la que, además, enmarca introductoriamente el área donde se encuentra inserta esta investigación: el nivel operacional en la construcción de un proyecto.

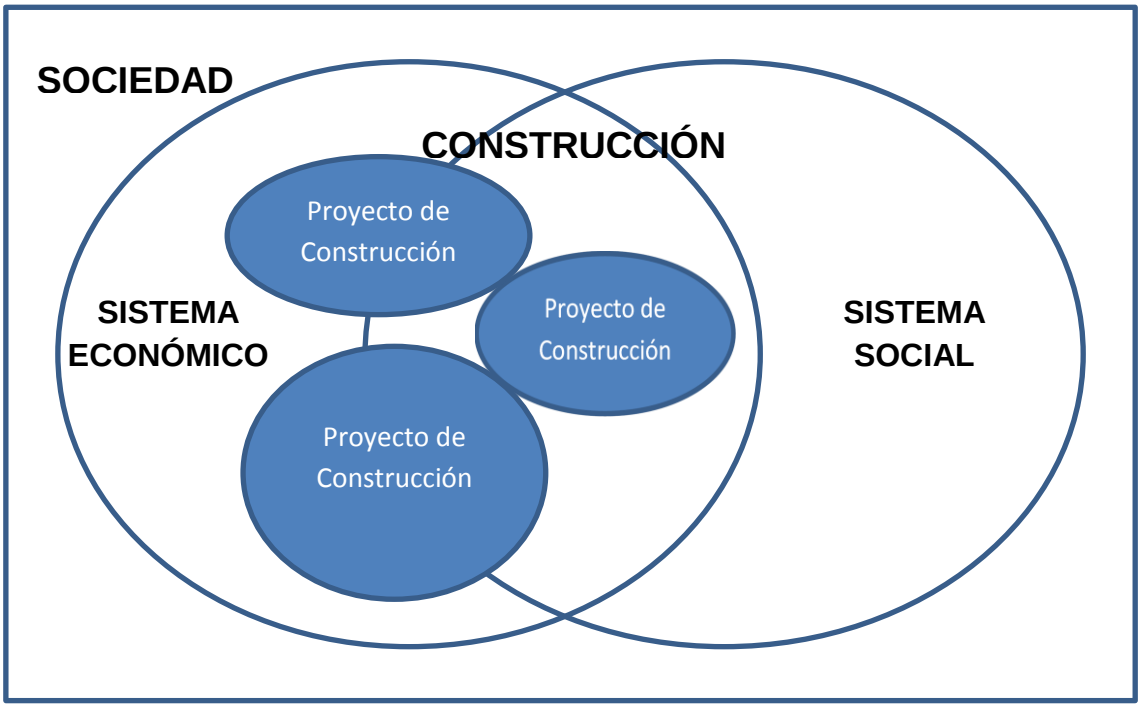


Ilustración 3. El sistema construcción (Santana, 1990)

La construcción de una obra es básicamente un proceso productivo y como tal debe ser administrado. Esto significa planificar, organizar, coordinar y controlar todas las actividades del sistema y del proceso productivo de manera de convertir los inputs del sistema (flujo de recursos), a través de actividades de conversión, en un producto terminado, que en este caso corresponde a una obra. (Serpell,1993). Es necesario hacer notar que estas actividades son interdependientes, es decir, el

término de algunas condiciona el inicio de otras, por lo tanto, es fundamental visualizar esta situación en las decisiones que constantemente tiene que estar tomando la administración de cualquier obra, pues su impacto afecta a todo el sistema productivo.

En la Ilustración 4, se ilustra en forma global dicho proceso, junto con la administración de estas actividades interdependientes.

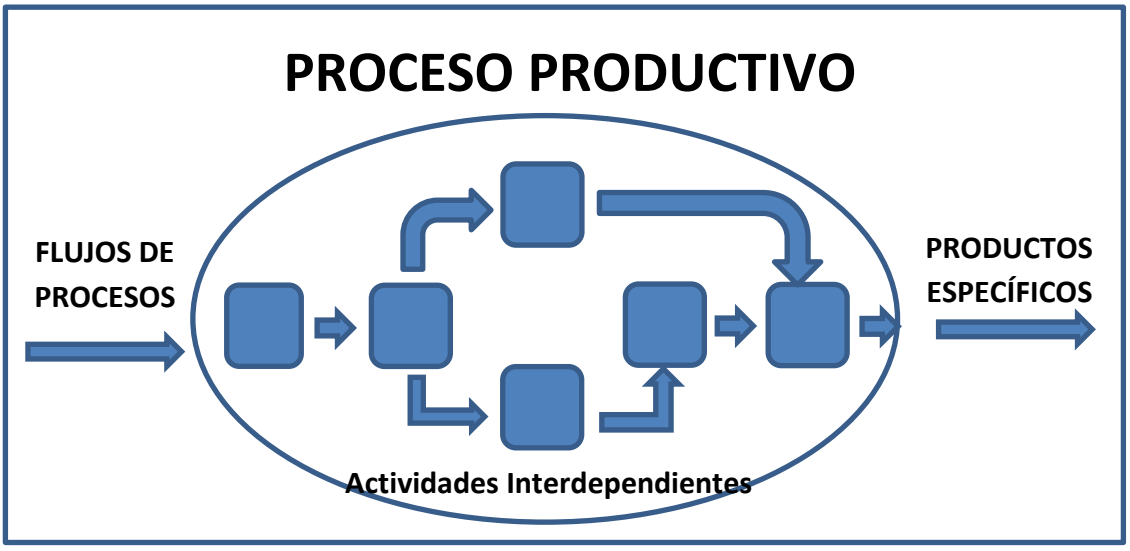


Ilustración 4. El proceso productivo de la construcción (adaptado de Serpell, 1993)

A medida que el proceso se desarrolla el sistema sufre cambios en el tiempo mediante el procesamiento de los flujos de recursos, razón por la cual también podemos asegurar que la construcción de una obra es un sistema dinámico pues modifica, ya sea sus componentes o su entorno, por medio de las propiedades que tiene en ese momento y sus valores asociados (Barros,1976).

Entonces, es fundamental establecer la estructura y funcionamiento que tiene básicamente el sistema productivo de la construcción. Ya en la década de los setenta Alexander (1974) presentó una sencilla forma de modelar un sistema dinámico (no precisamente para analizar el proceso en la construcción), proporcionando definiciones que ayudan a aclarar el sistema propuesto y las funciones de sus componentes. Su estructura se muestra en la Ilustración 5. e inmediatamente se presentan las definiciones realizadas por su autor para cada una de los cuatro componentes básicos del modelo.

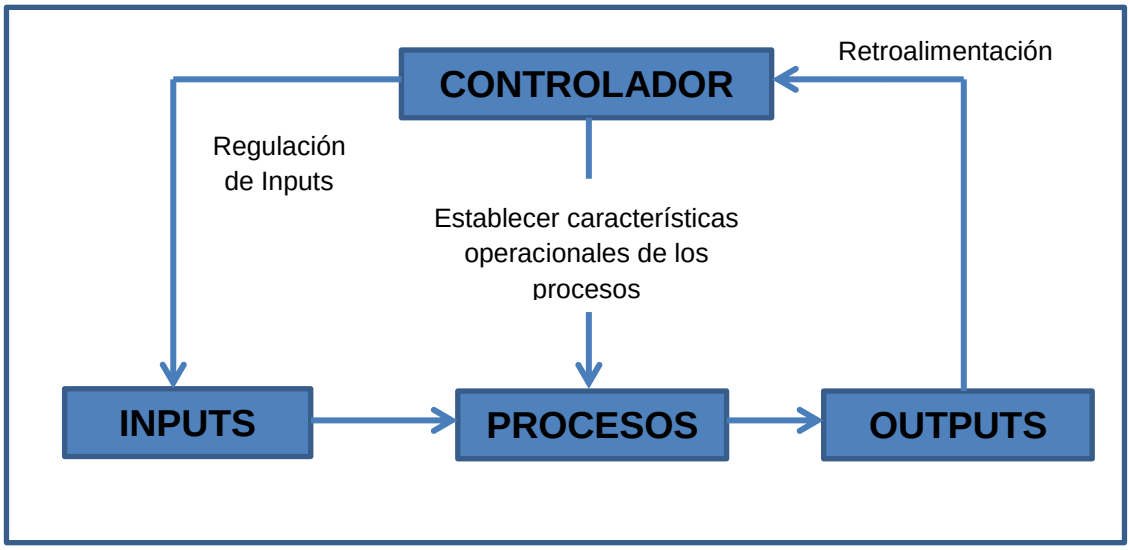


Ilustración 5. Modelo dinámico de sistema (Alexander, 1974)

- *Input(s):* Un elemento (o más) que se consume o transforma durante la operación del proceso dinámico.
- *Output(s):* Un elemento (o más) de un sistema dinámico que es creado por la operación de un proceso.
- *Proceso:* El método usado para convertir los recursos (inputs) haciendo uso de las facilidades del procesador (mano de obra) dentro del ambiente decidido por el controlador (administración) para la forma de output deseada.
- *Controlador:* Controla el flujo de inputs hacia el procesador y establece el modo operante del procesador. Este determina cómo el sistema logrará sus objetivos. En otras palabras, su función es proporcionar las reglas con las cuales el sistema debe operar para alcanzar outputs con calidad y cantidad deseada, a fin de que el sistema sea estable y balanceado.

De acuerdo con este modelo el controlador sólo se basa en la retroalimentación desde los outputs para alterar las características operacionales o regulares el flujo de inputs. En términos generales, este modelo ha servido como base para su adaptación al proceso propio de la industria de la construcción. Es así como Sanvido (1984) desarrolla un modelo más complejo, pero a su vez didáctico, para visualizar el proceso productivo de la construcción, el cual es ilustrado en la Ilustración 6.

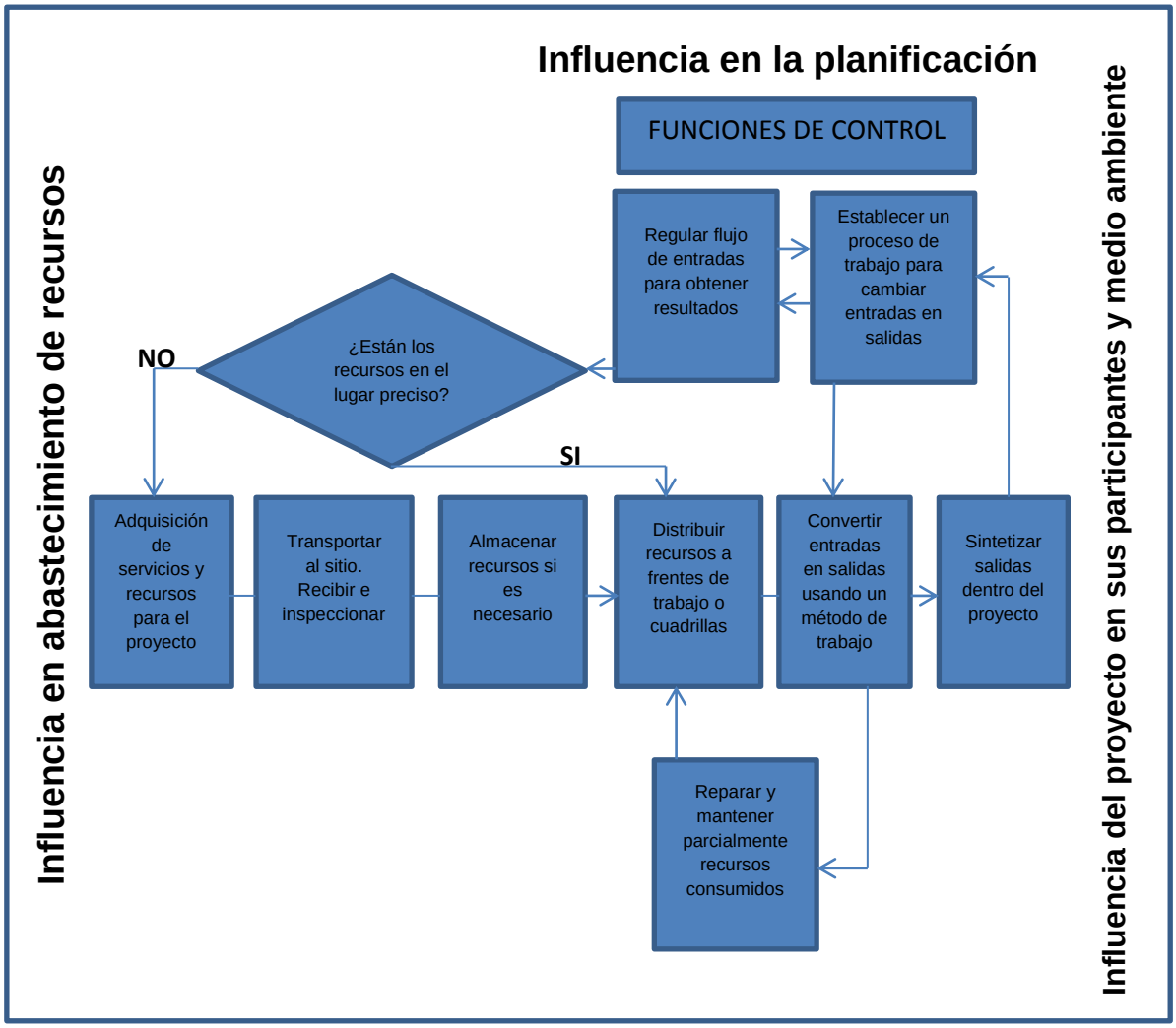


Ilustración 6. Vista del modelo constructivo (Sanvido, 1984)

Resulta interesante notar la incorporación del enfoque logístico de los flujos de recursos al centrar su problema de distribución, para transformarlos en productos, mediante la pregunta ¿Están los recursos en el lugar debido?, lo que implícitamente obliga a que también estén en el momento preciso. Además, también es interesante apreciar el reciclaje o redistribución a los frentes de trabajo considerado para los recursos parcialmente consumidos, como por ejemplo, el mantenimiento de obra falsa durante la obra gruesa.

Por otra parte, este modelo centra su atención en tres áreas globales del funcionamiento productivo; la planificación, los sistemas de abastecimiento de recursos y la influencia de los productos en el medio ambiente en que se desarrolla el proyecto.

2.7 CONCEPTOS DE PÉRDIDAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION.

Se consideran pérdidas a todas las actividades a todas las actividades que consumen recursos, tiempo y espacio, pero que no agregan valor, pero si un costo en el proceso de producción. Algunos ejemplos de pérdidas en actividades de la construcción son esperas por falta de equipos, espera por falta de instrucciones, sobrepoblación, actividades previas sin terminar o mal ejecutadas, tiempo ocioso por actitud del trabajador, conversando; transporte por mala distribución o localización de recursos, falta de equipos, reprocesos por trabajos mal ejecutados, o dañados por una cuadrilla diferente, entre otras.

Durante la ejecución de una obra comienzan a aparecer una serie de factores que afectan negativamente la productividad y producen una reducción o pérdida en ésta. De acuerdo al enfoque productivo, se entiende por pérdida de productividad un amplio concepto. Por ejemplo, la Toyota define pérdida como: "Todo lo que sea distinto de los recursos estrictamente necesarios para agregar valor al producto". Ahora bien, adaptando este principio amplio a la construcción de una obra, se puede definir una pérdida como "Aquellas actividades que, produciendo un costo, ya sea directo o indirecto, no agregan valor ni avance a la obra". Estas pérdidas se miden en función de sus costos, incluyendo el de oportunidad. (Alarcón, 1994).

2.7.1 Productividad en la construcción.

La productividad ha sido objeto de estudio por parte de todo tipo de industrias y empresas, especialmente en esta época donde la competencia obliga a que los niveles de productividad sean cada vez mas altos, sin embrago en la industria de la construcción son pocos los estudios de productividad que se han realizado, porque se desconocen metodologías al interior de los proyectos para efectuarlos y se piensa que por el costo relativamente bajo de la mano de obra es ilógico incurrir en gastos de este tipo, por este motivo se desconoce la utilidad que tienen estos estudios en la planeación y control de una obra, especialmente en lo referente al rendimiento y hacer mejor uso del ¨tiempo¨. Como resultado de la carencia en nuestro medio de herramientas metodológicas de estudio de productividad en construcción y reconociendo su importancia, se elabora la presente tesis, donde se deja claro el concepto de productividad, el impacto en empresas de construcción, ventajas y desventajas y se producen metodologías para lograr el mejoramiento de la productividad, que permite cuantificarla e identificar los factores que la afectan.

La situación de la industria de la construcción en los últimos años, los problemas generados por las altas tasas de desocupación laboral, el generalizado sentir de frustración de la sociedad por el gran esfuerzo requieren mantenerse y desarrollarse, donde la consigna es competir en precio y en calidad para mantenerse en el mercado, debido a una economía asignada por los cambios operados en el mundo de la globalización, induce a pensar con mayor intensidad en la ¨Productividad¨, como elemento generador de competitividad, ya que esta surge como una condición sustancial para el desarrollo económico y progreso social.

Al incrementar la competitividad y la productividad de la industria de la construcción, se pueden inferir los efectos positivos potenciales en los demás sectores, en el empleo, en el crecimiento que genera la industria de la construcción y esto constituiría a nivel nacional, el beneficio económico y social por lograr.

En la necesidad de incrementar la productividad, las empresas tendrán que mejorar los aspectos de calidad, el marco reglamentario, la capacitación y adiestramiento y las innovaciones, en pro de aumentar su nivel de participación dentro de la competencia que existe entre las empresas de esta industria. En éstas, los recursos humanos, técnicos, económicos, materiales y equipo son motivo de objeto permanente de optimización a través del incremento de su productividad, a fin de reducir costos en los bienes y servicios que se proporcionan a la comunidad.

Los índices de productividad coadyuvan asimismo en el establecimiento de metas realistas y puntos de control para llevar a cabo actividades de diagnóstico durante un proceso de construcción, señalando los cuellos de botella y trabas en el rendimiento. Además, sin un buen sistema de medición no puede existir mejora en las relaciones de trabajo o una correspondencia entre las políticas relativas a la productividad, los niveles salariales y la distribución de las ganancias.

Estrategias para mejorar la productividad[9]*.*

- Asesoramiento práctico (ayudar en el ¨como hacer¨ en el lugar de imponer el usted debe¨.
- Identificar y aplicar soluciones de bajo costo.
- Desarrollar soluciones orientadas a mejorar simultáneamente las condiciones de trabajo.
- Concebir mejoras adaptadas a las situaciones reales totales.

[9] Mohammad Khan ¨Methods of motivating for increased productivity¨Journal of construction engineering and management, (Nueva York), 9: 193, núm. 2. Pp. 148-156.

- Por énfasis en la obtención de resultados concretos.
- Vincular las condiciones de trabajo con los demás objetivos gerenciales.
- Usar como técnica el aprendizaje a través de la práctica.
- Alentar el intercambio de experiencias.
- Promover la participación de los trabajadores.
- Diseñar correctamente los puestos de trabajo.
- Usar eficientemente la maquinaría.
- Tener servicios de bienestar en el lugar de trabajo.
- Mejorar las condiciones y el medio ambiente del trabajo.

Ventajas de la productividad en empresas de construcción[10]*.*

- Mayor competitividad.
- Satisfacción del cliente.
- Confianza de clientes y proveedores.
- Permanecia en el mercado a mediano y largo plazo.
- Disminución y cumplimiento de los plazos de entrega.
- Disminución de costos.
- Uso eficiente de los recursos naturales y de la fuerza laboral, logrando con esto la reducción de desperdicios de materias primas.
- Eliminación de desplazamientos innecesarios de materiales y trabajadores.
- Evita atrasos en las fechas de determinación de cada elemento en la obra.
- La reducción de los tiempos muertos de máquinas.
- Ahorro de energía.
- Se incorporan medidas serias para controlar los efectos negativos para el entorno de accidentes imprevistos.
- Recuperación de espacios de trabajo inutilizados.
- Disminución de la rotación de personal.
- Mejoramiento continuo del capital humano y de un entorno que fomente la creatividad y la innovación, así como las relaciones laborales entre trabajadores.

2.7.2 Concepto de trabajo en actividades de construcción.

El trabajo

El trabajo son todas las acciones realizadas por los participantes del sistema para convertir los recursos en productos parciales o finales, o en términos

[10] Mohammad Khan ¨Methods of motivating for increased productivity¨Journal of construction engineering and management, (Nueva York), 9: 193, núm. 2. Pp. 148-156.

generales, para la producción de valor. Para introducirse en el estudio de la productividad es necesario analizar primero que nada el contenido del trabajo de las actividades que se realizan en una obra de construcción. Básicamente se diferencian tres tipos de contenido:

• Trabajo Productivo: Corresponde a aquellas labores que aportan en forma directa el avance de la obra, como por ejemplo, la colocación de formaletería, acero de refuerzo, concreto, ladrillos, etc.

• Trabajo Contributivo: Corresponde a aquellas labores que sirven para poder realizar las labores productivas, como por ejemplo, el transporte de materiales, realizar mediciones, leer planos, limpiar el área de trabajo, etc.

• Trabajo No Contributivo: Corresponde a aquellas labores que no aportan nada a la ejecución del proyecto, como por ejemplo, fumar sin hacer nada, esperando la llegada de algún material, caminar por la obra, etc.

La productividad del trabajo se mide en relación al contenido del trabajo productivo, el cual se ve afectado por la existencia de actividades contributivas y no contributivas que restan tiempo al tiempo disponible para realizar dicho trabajo (Serpell, 1993). Sin embargo, llegar a pensar en un 0 % de contenido de trabajo no contributivo, es algo totalmente utópico, puesto que el cuerpo y la mente humana no pueden trabajar mucho tiempo sin detener su actividad para tomar un descanso.

En varias obras Colombianas se ha realizado un seguimiento continuo de sus índices de trabajo, lo cual ha permitido establecer un conjunto de valores que constituyen una meta general para las obras. Estos son:

• Trabajo Productivo (T.P.): 50 %

• Trabajo Contributivo (T.C.): 24 %

• Trabajo No Contributivo (T.N.C.): 26 %

Los sistemas tradicionales de control de avance, costos y mano de obra, utilizados básicamente en la construcción, no son muy exactos ni ágiles para detectar problemas de productividad. En general, la información que se obtiene a través de ellos entrega una visión parcial del comportamiento de la productividad.

En esta investigación los muestreos del trabajo son la herramienta utilizada para analizar los niveles de actividad de las obras en estudio, es decir, el porcentaje de tiempo que la mano de obra y los equipos ocupan en ciertas categorías predeterminadas de actividades. Esta técnica permite medir dichos

niveles de actividad mediante una serie de observaciones aleatorias, realizadas en terreno, sustentadas en un muestreo estadístico.

2.7.3 Filosofías de producción aplicadas al sector de la construcción

Origen

La construcción tradicional se distingue por la lentitud en adoptar cambios, en los altos costos (con un elevado porcentaje de desperdicios), poca planeación, tiempo improductivo debido a la falta de materiales, esperas no previstas y la carencia de actividades administrativas para coordinar y motivar a los trabajadores a fin de mejorar sus tiempos productivos, entre otros (Hadavi, 1994).

Hasta ahora, el modelo conceptual utilizado para analizar dichos problemas de la construcción, es un modelo de conversión de entradas y salidas que ignora aspectos relevantes de flujo. El enfoque tradicional postula que la producción es una conversión de insumos hacia los productos (Koskela, 1992).

Durante muchos años, el uso de este modelo ha servido para enfatizar las diferencias que tiene la industria de la construcción con la actividad manufacturera estacionaria, las que a menudo son presentadas como razones o “excusas” cuando procedimientos bien establecidos y útiles de la manufactura no están implementados en la construcción, limitando la propagación de nuevas y valiosas filosofías de producción, las cuales son perfectamente aplicables a la industria de la construcción.

Es por esto que los avances desarrollados recientemente en la industria japonesa, y actualmente en propagación en Estados Unidos y Europa, están basados en filosofías de producción que consideran explícitamente los flujos de información y recursos para el análisis de los procesos productivos. En efecto, la construcción depende de la administración de los flujos de recursos e información.

A pesar de las características propias de la construcción, se pueden lograr flujos tan eficientes como en la manufactura. Los flujos de construcción pueden ser mejorados, pero ciertamente es una emergencia esencial el entender esas peculiaridades y ser capaz de evadir o aliviar sus efectos nocivos (Koskela, 1992). Entonces, esta filosofía está más orientada hacia el desarrollo de eficiencia en los flujos de procesos, a diferencia del enfoque tradicional que se orienta a la de los procesos.

La nueva filosofía de producción, promueve un mejoramiento continuo en los procesos productivos a través de una reducción de pérdidas (tiempo, recursos,

procesos innecesarios, etc.) y un incremento en valor (calidad, avance, productos terminados, etc.) (Alarcón, 1994).

Las ideas que sirven de base para esta nueva filosofía tienen sus raíces en diferentes principios tales como, Gestión de Calidad Total, Producción Justo a Tiempo, Reingeniería de Procesos, Ingeniería Concurrente, Benchmarking y muchas otras con origen en el desarrollo hecho por las empresas de manufactura japonesas, en especial de la compañía Toyota. Sin embargo, todas estas metodologías se originan a partir de uno o más principios centrales, cuyo fundamento se explica posteriormente.

Diferencias entre la filosofía tradicional y la nueva filosofía de producción: "Construcción Sin Pérdidas".

Ambos enfoques fijan y centran como meta el cambio. Aumentar el producto e innovar el proceso, es objetivo común para los dos, pero a pesar de ello, es útil analizar y establecer ciertas diferencias del enfoque tradicional con la nueva filosofía de producción, ya que ésta es un concepto relativamente nuevo para la industria de la construcción.

El enfoque tradicional está centrado en la eficiencia de las actividades de conversión, mediante la implementación de nuevas tecnologías, a través de las cuales se logra incrementar la eficiencia de los procesos (Koskela, 1992). Sin embargo, parte de las causas de los problemas crónicos de la construcción tienen su origen en la aplicación de estos diseños tradicionales de producción y organización de actividades, los cuales con el tiempo se han vuelto ineficientes. Teóricamente dichas causas se aclaran determinando los problemas de los procesos en los cuales se producen, sin embargo existe poco incentivo para encontrar soluciones mejores que aquellas que por experiencia son conocidas para trabajar. La actitud mental que se aprecia en la construcción no es, en general, favorable para mejorar esta situación, siendo una de las razones de fondo el considerar que lo tradicional es eficiente.

La nueva filosofía de producción está orientada hacia el desarrollo de la eficiencia de los flujos de procesos mediante el mejoramiento continuo y en aumento de pequeños pasos y detalles para la obtención de los logros mediante el esfuerzo de las personas (Koskela, 1992). Este pensamiento surge al reconocer que dentro de los flujos de procesos se genera una gran cantidad de actividades que no agregan valor al producto (llamadas también pérdidas), las cuales no son el centro de atención del enfoque tradicional. Estas se producen principalmente por tres razones:

a) La estructura organizacional de las empresas y su jerarquización provoca un aumento en la inspección, los movimientos y las esperas cada vez que una actividad es realizada por especialidades distintas. En otras palabras, cada jerarquía organizacional se agrega al tiempo de ciclo de corrección de error y solución del problema, aumentando las actividades que no agregan valor.

Según el nuevo enfoque, el tiempo de ciclo debe ser comprimido sistemáticamente a través de la eliminación de las actividades que no agregan valor, tal como se ilustra en la Ilustración 7.

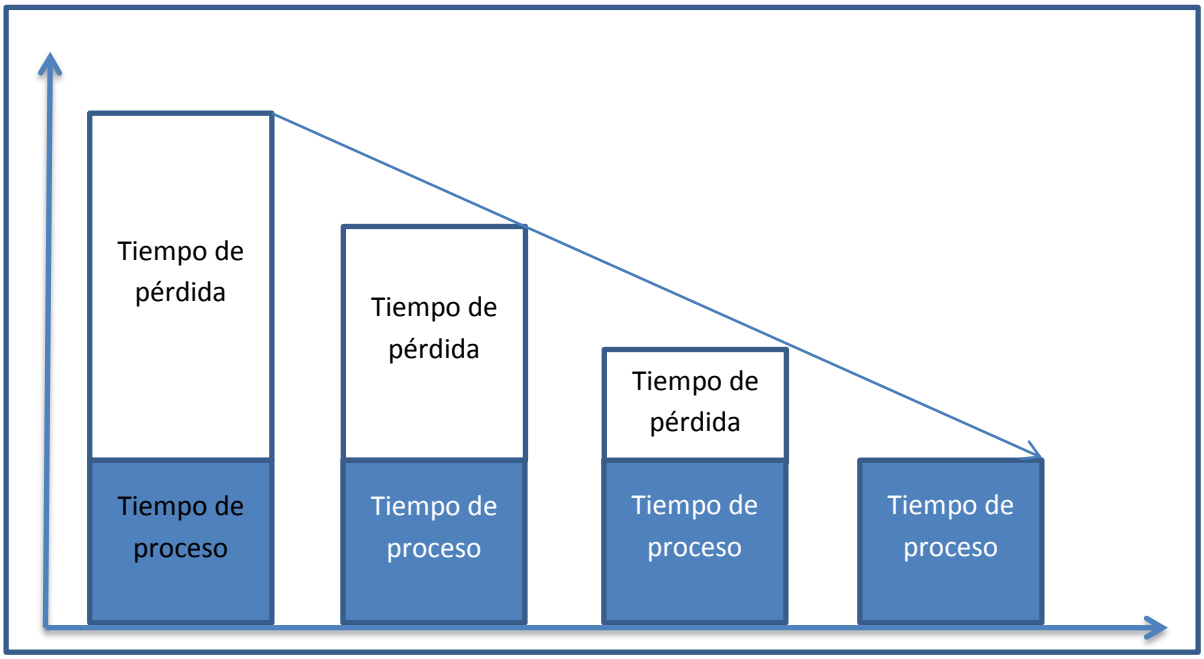


Ilustración 7. Disminución sistemática del tiempo de ciclo a partir de la reducción de las actividades que no agregan valor (Koskela, 1992)

b) Los procesos de producción no son debidamente establecidos por parte de la administración, logrando desenvolverlos sólo a la manera presente.

c) En la naturaleza de la producción las actividades que no agregan valor existen, ya que el trabajo en proceso es transformado de una conversión a otra, surgiendo los defectos.

La aplicación práctica de este nuevo enfoque provee la evaluación de flujos existentes, identifica un perfeccionamiento potencial y pautas para una acción de mejoramiento operacional.

Por otro lado, dentro de los principios considerados para el diseño del flujo de procesos, el incrementar el valor a través de la consideración sistemática de los

requerimientos del cliente es fundamental, ya que para cada actividad existen dos tipos de clientes, el de la actividad siguiente y el cliente final. Esto obliga a definir y aclarar las exigencias para cada etapa de un proyecto, pues el valor se refiere a la ausencia de defectos en el producto y al desempeño que éste tenga durante su vida útil.

2.7.4 Concepto de pérdida.

Durante la ejecución de una obra comienzan a aparecer una serie de factores que afectan negativamente la productividad y producen una reducción o pérdida en ésta.

De acuerdo al enfoque productivo descrito recientemente, se entiende por pérdida de productividad un amplio concepto. Por ejemplo, la Toyota define pérdida como: “Todo lo que sea distinto de los recursos estrictamente necesarios para agregar valor al producto”. Ahora bien, adaptando este principio amplio a la construcción de una obra, se puede definir una pérdida como “Aquellas actividades que, produciendo un costo, ya sea directo o indirecto, no agregan valor ni avance a la obra”. Estas pérdidas se miden en función de sus costos, incluyendo el de oportunidad. (Alarcón, 1994).

Como se puede apreciar, este amplio concepto permite identificar una serie de pérdidas propias de los flujos de procesos (ver números 9, 10, 16, etc. de la Ilustración 8.) que para el enfoque tradicional son considerados casi como normales dentro del desarrollo de un proyecto. Es así como para un proyecto de edificación en altura se pueden identificar claramente una serie de ejemplos de pérdidas, las cuales se presentan en la Ilustración 8.

Al analizar con mayor detención esta lista amplia de ejemplos de pérdidas, es posible concluir que básicamente se distinguen dos tipos principales; tiempo improductivo (H-H, H-M, Min.) y materiales (#), las que finalmente se traducen en costos adicionales para cualquier proyecto.

1. Trabajo sin hacer (#)
2. Rehacer trabajo (#) (H-H) (H-M)
3. Trabajo Innecesario (H-H) (H-M)
4. Errores (#)
5. Detenciones (Min.)
6. Pérdida de materiales (#)
7. Deterioro de materiales (#)
8. Pérdida de mano de obra (H-H)
9. Movimientos innecesarios de gente (H-H) (H-M)
10. Movimientos innecesarios de materiales (H-H)
11. Exceso de vigilancia (H-H)
12. Supervisión extra (H-H)
13. Espacio adicional (m^2)
14. Retraso de actividades (Min.)
15. Procesamientos extra (H-H)
16. Aclaraciones (#)
17. Desgaste anormal de equipos (H-M)

Ilustración 8. Pérdidas en un proyecto de edificación en altura (Alarcón, 1994)

Es así como Borcherding (1986) propone una clasificación con sólo cinco categorías globales de tiempo improductivo para construcciones grandes y complejas, las cuales constituyen para los académicos nacionales que se dedican al estudio de la productividad en la construcción, hasta el momento, una de las mejores aproximaciones tentativas de las pérdidas de productividad que normalmente se producen en la ejecución de un proyecto. Estas son:

a) Pérdidas por esperas

b) Pérdidas por traslado

c) Pérdidas por trabajo lento

d) Pérdidas por trabajo inefectivo

e) Pérdidas por rehacer trabajo

De esta clasificación, la única categoría que considera implícitamente pérdidas de materiales es el Trabajo Rehecho, pero como se dijo anteriormente, éstas constituyen la otra gran área de las pérdidas de productividad de un proyecto.

Básicamente las pérdidas de materiales corresponden a todo material que no haya alcanzado a ser transformado en un producto parcial o final durante el proceso productivo, donde se pueden distinguir dos categorías globales para clasificarlas (Skoyles, 1979):

1) Pérdidas directas: Pérdidas completas de materiales.

2) Pérdidas indirectas: Estas se pueden clasificar en tres subcategorías:

i) Sustitución: Cuando los materiales son utilizados para propósitos distintos de aquellos por los que fueron adquiridos.

ii) Uso en producción: Uso excesivo de materiales para realizar ciertas actividades, en otras palabras corresponde a derroches de material.

iii) Negligencia: Cuando se requieren materiales extras debido a desviaciones en el cumplimiento del diseño por errores del contratista.

3. DESARROLLO DEL MARCO TEORICO.

3.1 CLASIFICACIÓN DE PÉRDIDAS DE PRODUCTIVIDAD.

Tal como se concluyó en el último concepto del capítulo anterior, básicamente las pérdidas de productividad se manifiestan en pérdidas de tiempo (Horas-Hombre u Horas-Máquina) y de materiales. También existe otro tipo de pérdidas indirectas como el desgaste anormal de herramientas y equipos y el ocupar espacios adicionales, pero no son las que determinan en mayor medida la productividad de una obra de construcción.

3.1.1 Pérdidas de tiempo productivo

Es el tiempo que no se ocupa para realizar actividades productivas en la obra. Esta situación ocurre tanto cuando no se trabaja como cuando se trabaja. En el primer caso es obvio que durante una inactividad laboral no se realizan actividades productivas, pero en el segundo caso no lo es tanto. Se consideran pérdidas de tiempo productivo, durante la ejecución de los trabajos, el hecho de tener que realizar actividades de apoyo que no agregan valor a los productos y por otra parte, las inefectividades detectadas tanto en las actividades de flujo como en las de conversión. En la Ilustración 9, se ilustra la clasificación propuesta para estas pérdidas.

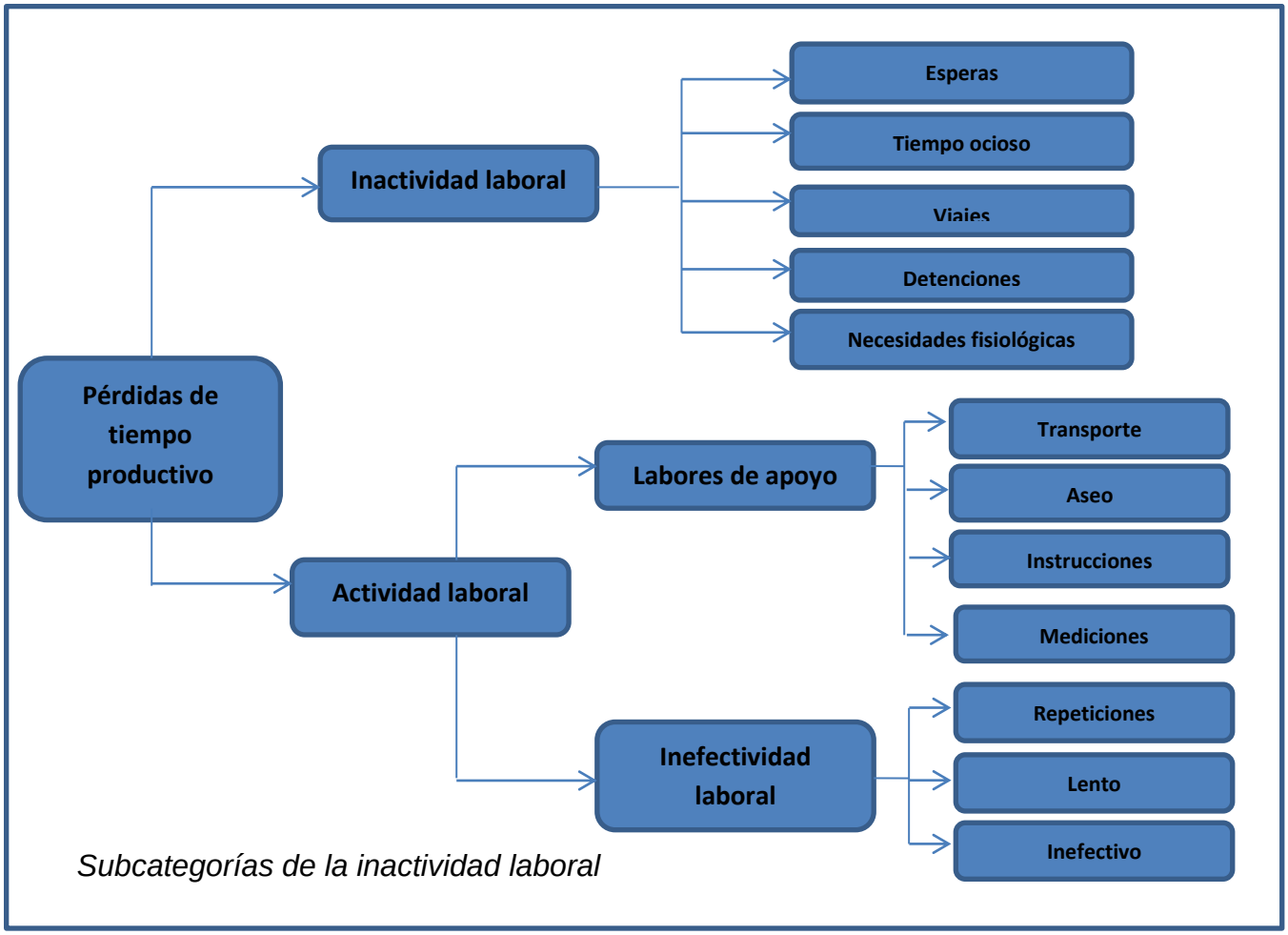


Ilustración 9. Categorías de pérdidas de tiempo productivo

- *Esperas:* Son todas aquellas detenciones atribuibles a causas ajenas al personal, es decir, por razones no voluntarias.

- *Tiempo Ocioso:* Son todas aquellas detenciones atribuibles netamente a la voluntad del personal.

- *Viajes o desplazamientos innecesarios:* Todo desplazamiento que se realice sin llevar nada en las manos.

- *Necesidades Fisiológicas:* Toda detención que se realice para descansar y recuperar energía del desgaste que implica el trabajo o para ir al baño.

- *Detenciones:* Todas aquellas paralizaciones del trabajo como términos temprano, inicios tardíos de la jornada o huelgas laborales.

Actividad Laboral

- Subcategorías de las labores de apoyo

    - *Transporte:* Todo desplazamiento que realicen las personas con algún elemento en las manos, como por ejemplo, herramientas, materiales en carretillas, etc.

    - *Aseo:* Toda actividad realizada para despejar un área de elementos que no sirvan.

    - *Instrucciones:* Estar recibiendo indicaciones de algún supervisor o compañero sobre el trabajo a realizar, como por ejemplo, lectura de planos, indicaciones del Maestro de Obra, etc.

    - *Mediciones:* Realizar medidas en terreno, como por ejemplo, tirar plomos, chequear escuadras, ver niveles, etc.

    - *Otros:* Todas las actividades que completan las actividades contributivas, como por ejemplo, armado de andamios, limpieza de herramientas, apoyar a un maestro sujetándole las escaleras, etc.

- Subcategorías de inefectividad laboral

    - *Trabajo Lento:* Trabajos con mal rendimiento provocados por razones voluntarias o involuntarias.

    - *Trabajo Rehecho:* Trabajos ejecutados más de una vez, ya sea por una mala calidad de ellos, por deterioros de otras cuadrillas o por factores climáticos.

    - *Trabajo Inefectivo:* Trabajos que no aportan nada al avance de la obra, como inventar trabajos para aparentar estar ocupado.

3.1.2 Pérdidas de materiales

La estructura de clasificación se refiere a pérdidas indirectas, la cual se refiere a requerimientos extras de materiales debido a razones no controlables por el contratista, tales como el entorno, los cambios de diseño, etc., a la cual se le ha denominado con el nombre de “Externas”. La clasificación de estos tipos de pérdidas se ilustra mediante la Ilustración 10.

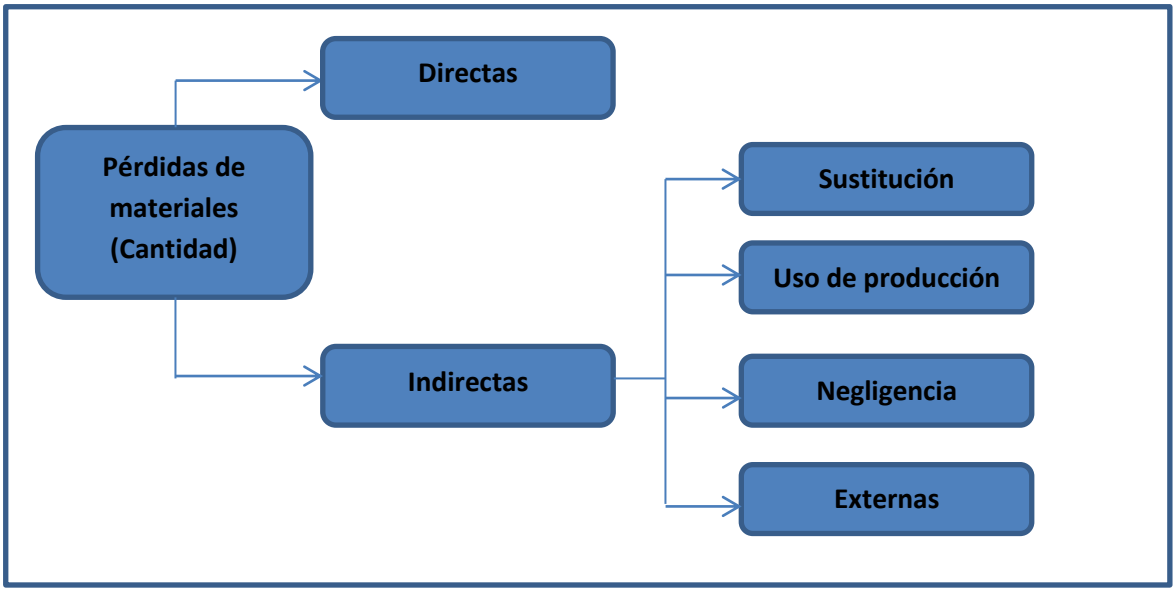


Ilustración 10. Categorías de pérdidas de materiales

3.1.3 Limitaciones de la Clasificación

- *Trabajo Lento:* Esta pérdida de tiempo esta relacionada con la eficiencia de los procesos, de los equipos y del personal, por lo tanto, es difícil medirla ya que es necesario conocer la eficiencia óptima que se puede alcanzar, lo que no siempre es posible.(Alarcón, 1994).

- *Trabajo Rehecho:* No siempre es producto de una inefectividad laboral ya que también se debe rehacer trabajos por efectos del entorno, como por ejemplo los desastres naturales.

3.2 CLASIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE PÉRDIDAS DE PRODUCTIVIDAD.

Esta clasificación centra su atención en el impacto que tienen las decisiones de la administración dentro del sistema productivo, vale decir, dentro del entorno controlable. Paralelamente, existe otro grupo de causas de pérdidas que no dependen de la administración y que provienen de los flujos externos y del entorno no controlable, cuyo impacto se estudia, pero en forma secundaria. A continuación se propone una clasificación amplia de estas causas, pero para facilitar su comprensión se ilustra, mediante la Ilustración 11, el criterio utilizado para agrupar sus fuentes.

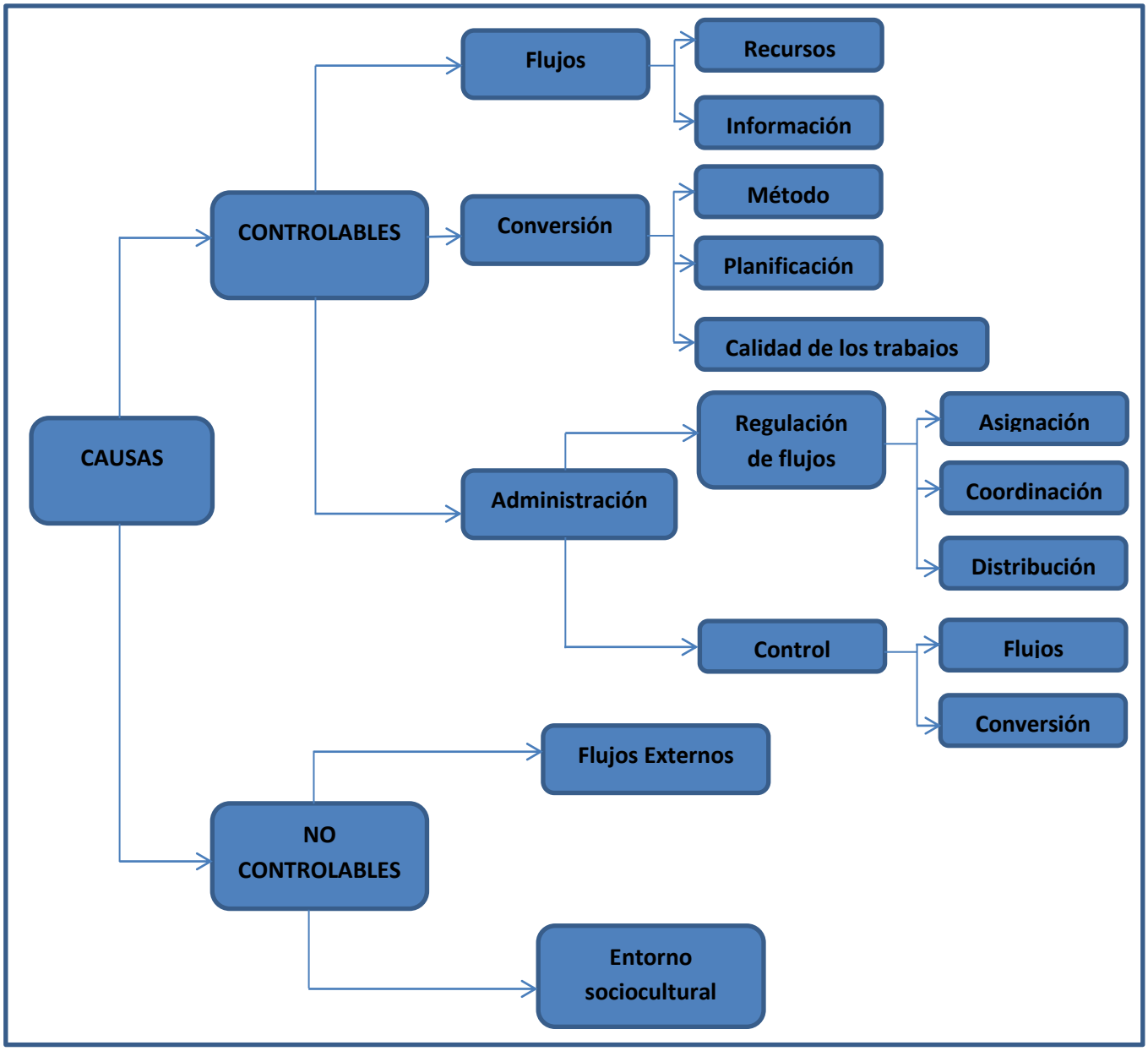


Ilustración 11. Criterio de clasificación de fuentes de causas de pérdidas

3.2.1. Causas controlables por la administración operacional

- *Flujos*
  - *Características de los recursos y/o de la información*: Mala calidad de los materiales y/o maquinaria, falta de educación y capacitación de la mano de obra, actitudes de trabajo de la mano de obra (relajo, desmotivaciones, antagonismos, huelgas laborales, ausentismo, paralizaciones,etc.), distorsiones de la información debido a que ésta es transmitida en forma poco clara, lo cual puede ocurrir desde la obra a la oficina central de la empresa y viceversa o desde la

empresa a los subcontratos (como no realizar especificaciones de los detalles constructivos) como también, de los mandos superiores de la obra a los trabajadores.

- *Habilidad del personal*: Errores en las cotizaciones de materiales y maquinaria, manipulación poco cuidadosa de los materiales durante el acopio o abastecimiento y/o de la maquinaria (accidentes de personas y/o de materiales).

- *Conversión*

  Métodos Inadecuados de Trabajo:

  - *Mal diseño de cuadrillas*: Cuadrillas con exceso o falta de personal o cuya conformación interna es desbalanceada.
  - Procedimientos inadecuados: Forma incorrecta de realizar las actividades, como ocupar herramientas que no corresponden para la labor u ocupar una mala metodología de trabajo como no alternar personal en labores con desgaste físico.

  Planificación:

  - *Mala coordinación entre cuadrillas:* Traslapos inoportunos de cuadrillas.
  - *Actividades previas sin realizar que atrasan a la conversión:* Aseo, trazado, etc.
  - *Aglomeraciones de personal:* Interferencias entre cuadrillas producto de atrasos en las actividades o por tratar de sacar rápido el trabajo; cuadrillas muy numerosas trabajando en espacios reducidos.
  - *Malas condiciones de trabajo:* Mala iluminación, acumulación de escombros y/o basura, mucho polvo, falta de baños, malas condiciones de higiene, etc.
  - *Procesamientos extras:* Realizar actividades de conversión no necesarias como pintar zonas que llevarán otros recubrimientos.
  - *No prevención deterioros posteriores:* No proteger los trabajos ya realizados contra efectos climáticos como la lluvia o contra efectos de otras cuadrillas.

- *Calidad de los trabajos*

    - *Trabajos mal ejecutados:* Por ejemplo dejar el acero de refuerzo con traslapos insuficientes o desalineada; recubrimientos diferentes a los especificados, etc.
    - *Trabajos realizados en forma poco cuidadosa*: Causan deterioros en aquellos que están terminados.
    - *Trabajos incompletos:* No terminar completamente las labores asignadas, teniendo que finiquitarlas la cuadrilla siguiente.

- *Administración*

  Regulación de los Flujos:

  Asignación:
    - *Mala definición de las necesidades de recursos y/o información:* Errores en el cálculo de las cantidades requeridas de materiales, solicitar maquinaria inapropiada para la obra, contratar mano de obra inadecuada para los requerimientos de la obra, información insuficiente y/o innecesaria, etc.
    - *Mala asignación de recursos y/o información:* Errores en las cantidades o calidades de los envíos de material a los frentes de trabajo, apoyo inadecuado de maquinaria, mala asignación de labores a la mano de obra, información equivocada, etc.

  Coordinación.
    - *Mala planificación de las necesidades de recursos y/o información:* Pedidos a destiempo de materiales y/o maquinaria, contratación inoportuna de personal, información poco oportuna, etc.
    - *Mala planificación en la asignación de recursos:* Errores en la secuencia y/o frecuencia de los envíos de materiales a los frentes de trabajo, apoyo inoportuno de la maquinaria por una mala programación de su uso, la asignación poco oportuna de labores al personal, información inoportuna, etc.)
    - *Mala coordinación de las actividades de mantenimientos de los recursos o reciclaje de recursos parcialmente consumidos*: Mantenimiento y/o retiro poco oportuno de la maquinaria, limpieza o reparación poco oportuna de herramientas, formaletería, etc.)

Distribución.

- *Malos métodos de distribución de los recursos:* Almacenamiento o acopio de los materiales en forma desordenada ocupándose espacios adicionales, abastecimiento de los materiales ocupando tamaños y distribución inadecuada de cuadrillas, utilización de la maquinaria con ciclos mal diseñados, excesivo transporte manual, etc.
- *Distribución de los recursos en lugares inapropiados:* Almacenamiento y/o acopio de materiales en lugares que entorpecen los accesos, abastecimiento de materiales lejos de los frentes de trabajo, instalación de maquinaria en lugares poco estratégicos, distribución del personal a lugares donde no ocupan bien su tiempo, etc.
- *Distribución de la información a la persona inadecuada:* Distorsiones en la información al mandar recados con la persona inapropiada.

Control:

Flujos:

- *Poca, excesiva o mala supervisión en las actividades:* Movilidad sin causa, uso inadecuado de maquinaria, no uso de elementos de seguridad, excesiva vigilancia, etc.
- *Poco o mal control de los recursos y/o información:* Recepción de materiales inadecuados o defectuosos, mal control de insumo de recursos para los subcontratos, aclaraciones de la información debido a que no se asegura el entendimiento de las instrucciones, etc.
- *Excesivo control de recursos*: Burocracia para solicitar materiales.

Conversión:

- *Poca, excesiva o mala supervisión de las actividades:* No uso de elementos de seguridad de la mano de obra, no uso de material remanente, excesiva vigilancia, etc.
- *Poco o mal control de las actividades:* No cumplimiento de los plazos debido al poco o mal conocimiento de los avances de las obras provisionales, costos adicionales a lo presupuestado debido al poco o mal conocimiento de los gastos realizados, etc.

3.2.2. Causas no controlables por la administración operacional

- *Flujos externos:*

  Recursos:
  - *Problemas con la oferta:* Disponibilidad limitada en el mercado del material y/o maquinaria que se requiere en obra y/o de personal adecuado y capacitado.
  - *Ineficiencias en el abastecimiento externo:* Llegada a la obra de material distinto al especificado, en cantidades diferentes a las pedidas o en forma impuntual.
  - Mal funcionamiento de la maquinaria por fallas propias del equipo.

  Información:
  - Cambios de diseño.
  - Errores y omisiones en planos y especificaciones.

- *Entorno:*

  - *Varios:* Se consideran eventos imponderables tales como lluvias, terremotos, festividades, cortes de energía eléctrica, etc. Además la ubicación de la obra en zonas de difícil acceso.

El modelo propuesto como sistema productivo tipo para una obra de construcción tiene como primer criterio de análisis lo que es controlable o no por la administración. Su estructura general de funcionamiento se basa en el modelo propuesto por Alexander en la Ilustración 2.6.3, pero a diferencia de éste, propone una retroalimentación directa de cada uno de sus componentes para alterar las características operacionales de los métodos de trabajo o regular los flujos de entradas. Los elementos que conforman este modelo se basan en los conceptos de la Construcción Sin Pérdidas, la cual considera explícitamente la administración de flujos de recursos y de información, además de las actividades de conversión.

Por otro lado, las pérdidas propuestas que determinan la productividad de una obra de construcción son las de tiempo productivo y materiales. Las pérdidas de tiempo productivo aparecen al haber inactividad laboral y también cuando hay actividad (el hecho de tener que realizar labores de apoyo, y también, la inefectividad de los trabajos realizados en las actividades de flujo y de conversión). Las pérdidas de materiales se clasifican globalmente en Directas (pérdida completa del material) e Indirectas (pérdida parcial del material). Finalmente, la clasificación propuesta de las causas que dan origen a las pérdidas, en general,

son principalmente debido a ineficiencias administrativas en el manejo del recurso humano, donde sus fuentes son precisamente los elementos del modelo productivo propuesto para una obra de construcción.

3.3 CLASIFICACIÓN DEL COMPONENTE SOCIO ECONÓMICO.

¿Cómo percibe la fuerza laboral el sector de la construcción?

En varias partes del mundo se ha comprobado que los trabajadores de la construcción no ven su empleo con muy buenos ojos. La construcción se considera prácticamente en todas partes como un empleo de baja posición.

En Latinoamérica, los jóvenes preferirían estar desempleados antes que trabajar en la industria de la construcción. Esta reacción se atribuye a las prácticas de empleo arcaicas, al trabajo al aire libre y a la predominancia de la mano de obra temporal y ocasional. Durante los últimos años la industria se ha visto obligada a depender de la mano de obra de municipios diferentes a las capitales del país, se calcula que en 2013 la mano de obra procedente de lugares diferentes a cabeceras urbanas representa el 59 por ciento de toda la fuerza laboral de la construcción (Información obtenida de esta investigación). Los empleadores están de acuerdo en señalar que la industria continuará dependiendo de la mano de obra importada (pueblos o municipios pequeños) en el futuro inmediato.

Algo similar ocurre en algunos países desarrollados donde el trabajo en la construcción ha sido realizado durante muchos años principalmente por inmigrantes, o por los hijos de inmigrantes (OIT, 1995). Asimismo, en los últimos años la población local de otros muchos países ha comenzado a rechazar el trabajo en la construcción.

En España la industria tiene actualmente dificultades para contratar a nuevos trabajadores, especialmente jóvenes mejor cualificados, a pesar de que la tasa de desempleo en la economía en general es del 12 por ciento. En las condiciones de auge que se han producido desde 1995 los empleadores confían en las entradas continuas de trabajadores migrantes procedentes de Africa del Norte, América Latina y Europa Oriental (Byrne, 2000). En el Reino Unido los problemas para contratar a trabajadores varones jóvenes (la fuente tradicional de contratación) están obligando a contratar a otros grupos de la comunidad — mujeres y minorías étnicas (Bowen, 1996). En muchos otros países europeos la fuerza laboral de la construcción está envejeciendo y las jubilaciones no están siendo compensadas con nuevas contrataciones (DG Enterprise, 2000).

La situación es similar en los Estados Unidos donde la ventaja salarial de que disfrutaban tradicionalmente los trabajadores de la construcción con respecto a otras industrias (y que era necesaria para que permaneciesen en la misma) se

ha ido reduciendo de manera constante en los últimos 20 años, provocando una fuga de trabajadores calificados de la industria y dificultando su reemplazo (Philips, 2000). La fuente de trabajadores con títulos profesionales parece ser la que más se está reduciendo, lo cual obliga a muchos constructores a contratar personal sin experiencia ni formación. Aunque muchos sectores se ven afectados por un mercado laboral difícil, en el sector de la construcción se teme que éste no sea un problema a corto plazo que pueda paliarse a medida que la actividad económica se calma. Es un problema a largo plazo que no se resolverá a menos que la industria pueda acceder a una nueva generación de trabajadores potenciales. Por lo general, se reconoce que la industria debe mejorar su imagen. La mayoría de las personas no considera que la construcción sea una carrera viable (Washington Post, 2000). Según un dirigente sindical de Florida: «todo el mundo piensa que el trabajo en la construcción es muy desagradable (...) ningún padre desea que sus hijos trabajen en la construcción» (Wall Street Journal, 2000a).

En otros muchos países, tanto ricos como pobres, la gente trabaja en la construcción por necesidad y no por elección. Prácticamente todo el mundo desea algo mejor para sus hijos. Por supuesto, no siempre tiene que ser así. En algunos países (por ejemplo Suecia y Dinamarca) el trabajo en la construcción está bien pagado y los trabajadores disfrutan de una protección adecuada. El trabajo en la construcción también puede ser muy gratificante. Escribiendo como trabajador de la construcción en Estados Unidos, el antropólogo Herbert Applebaum describe los factores positivos y gratificantes del trabajo en la construcción como sigue: la autonomía y el control del trabajador sobre el medio ambiente laboral y la producción, la supervisión del trabajo no es muy estrecha, la organización del trabajo no es burocrática, el trabajo en equipo y la camaradería, la pertenencia a un gremio y el prestigio profesional. No obstante, admite que estos factores positivos han de contraponerse a la inseguridad en el empleo, que es la principal fuente de insatisfacción de los trabajadores de la construcción (Applebaum, 1999).

Cambios recientes en las relaciones de trabajo y en la estructura del sector.

La subcontratación ha ocupado siempre un lugar importante en la industria de la construcción, en particular en la construcción de edificios, en la que el proceso de producción se divide en varias actividades distintas. Estas tareas o actividades a menudo se llevan a cabo de manera sucesiva y pueden requerir mano de obra especializada. Por ello, con frecuencia lo más lógico — desde el punto de vista técnico y económico — es que los contratistas generales cedan en subcontratación algunas tareas a unidades especializadas independientes.

Sin embargo, en todo el mundo hay indicios de que la subcontratación ha aumentado de manera significativa en las dos o tres últimas décadas y en la actualidad ya no se limita a las tareas especializadas. En algunos países el grueso de la mano de obra del sector de la construcción se contrata ahora a través de subcontratistas y de otros intermediarios a medida que la externalización ha pasado a ser la norma.

El Trabajador de la construcción en su entorno habitacional y en su entorno laboral.

Mucho se habla acerca de los trabajadores del sector de la construcción y muchos estudios demuestran que dicho trabajo es para aquellas personas que no tienen oportunidades laborales en ningún otro sector, además el sector de la construcción es considerado como aquella herramienta utilizada para solucionar los problemas que adquieren otros sectores. En pocas palabras la labor del obrero en la construcción es vista en su gran mayoría como una simple flor o como un simple vegetal en una larga cadena alimenticia, siendo este el eslabón más débil de dicha cadena.

El trabajador del sector de la construcción es el encargado de materializar las ideas de grandes profesionales que a la vez son su apoyo y quienes deben de transmitirle de forma clara sus ideas. Es ahí donde en realidad se debe tener en cuenta la verdadera importancia del trabajador o del obrero como lo llamamos en nuestro medio, son ellos “la línea de fuego” los que día a día vuelven realidad con sus propias manos lo que muchos profesionales diseñaron como alternativa a una solución planteada a un determinado problema.

Es por ello que en esta Tesis me he tomado el trabajo de estudiar los componentes sociales, culturales y económicos de los trabajadores del sector de la construcción, aunque en otras investigaciones de este carácter se afirme de que es un componente externo a la obra o al proyecto en construcción, en donde nosotros como administradores o Directores de dichos proyectos, no podemos hacer nada desde el interior de los mismos. ¿A caso nos imaginamos un avión con una sola ala?, o para no ir más lejos ¿Somos los mismos como seres humanos, si tuviésemos solo una pierna? El trabajador del sector de la construcción no se puede ver como una piedra suelta dentro de un proyecto o muchas veces caemos en el error de que es un insumo más de los costos directos, incluso comparándolo con una máquina a la cual le podemos exigir un rendimiento día a día. Olvidamos de que es un ser humano con un entorno que lo rodea y que nos puede beneficiar o no en la productividad que necesitamos día a día para cumplir con el objetivo principal del proyecto.

Por lo anterior se describe a continuación los elementos que se estudian dentro del entorno del trabajador de la construcción, teniendo como base su ambiente exterior al proyecto, el cual tiene que ver con todos los elementos que lo rodean por fuera del proyecto y también los elementos que lo rodean dentro del mismo, ilustración 12.

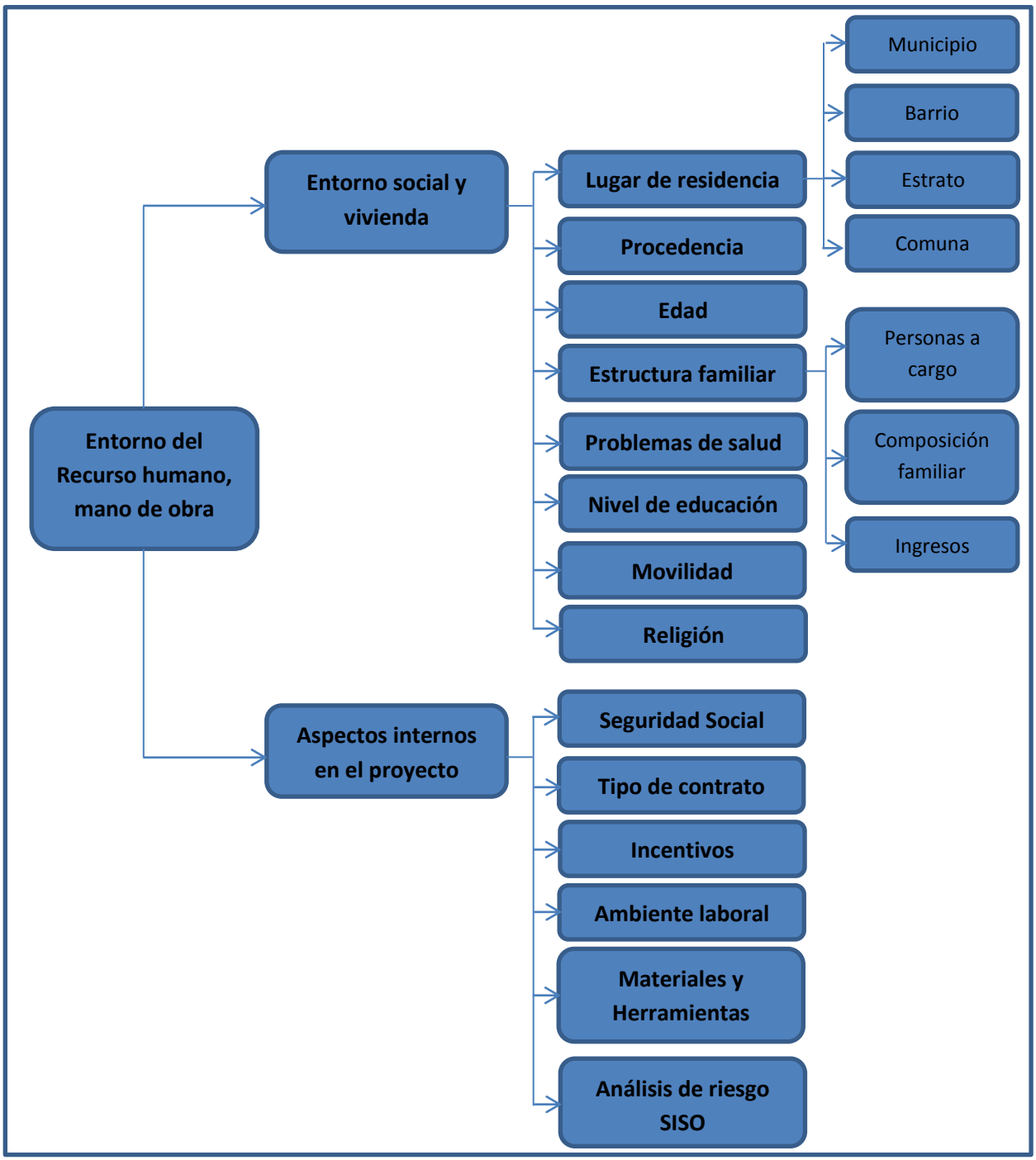


Ilustración 12. Análisis del entorno del trabajador

El lugar de residencia y procedencia en lo trabajadores de la construcción.

El desplazamiento es una situación que viene afectando al mundo entero, buena parte de su ocurrencia es provocada por conflictos sociales, políticos, religiosos y guerras que se viven actualmente en diversas partes del planeta, las que se han incrementado en los últimos años.

Las migraciones y los desplazamientos forzosos no son un fenómeno contemporáneo, ellas han hecho parte de la historia de la humanidad. Pero dado los crecientes efectos que han traído en la vida y la salud de los individuos, como los impactos a nivel político y económico en los países donde ocurre, es que hoy adquiere una dimensión de emergencia que requiere una oportuna e integral atención así como un atento estudio y comprensión de este.

Merece la pena recordar, que actualmente, en el mundo, hay una gran proporción de migrantes y de desplazados producto de conflictos y guerras, tal es la magnitud de estos acontecimientos que en el año 2000 se identificaron en cerca de 40 conflictos armados los que movilizaron aproximadamente el 1% de la población del mundial, con el consecuente impacto individual y colectivo para la salud mental de estas comunidades.

Colombia, en los últimos 10 años, ha sufrido un incremento de la violencia de origen sociopolítico generando cambios importantes en las estructuras y dinámica de las comunidades en donde se han presentado. Hechos como son las amenazas, asesinatos, desapariciones, torturas, persecuciones, han motivado la movilización de grupos de familias y comunidades enteras de sus tierras y lugares de origen, hacia otros municipios, particularmente a las grandes ciudades y en el año 2000 se constituyó en el tercer país que más desplazados forzados originó.

El fenómeno de la migración, como otros sucesos en la vida traen cambios, no solo en el ambiente físico y geográfico, sino en los esfuerzos que hace el individuo para adaptarse psicológicamente a estas nuevas condiciones. Aquí es necesario comprender las funciones psicológicas como un sistema, compuesto por diversos elementos que se relacionan mediante dinámicas particulares en donde participan los diversos componentes cognitivo, emocional, conductual y fisiológico que se hallan activamente relacionados, procesando continuamente información y realizando permanentes ajustes a las variaciones que encuentra en su medio para adaptarse a ellos.

En estos términos el individuo está en constante proceso de cambio, a las demandas del entorno. Cuando estos recursos de adaptación no son eficaces

para producir los resultados esperados es cuando se identifica una crisis, que refiere un estado temporal de desorganización, confusión e incapacidad para afrontar el medio.

Estructura personal y familiar como componentes vitales de los trabajadores.

Los procesos de modernización, los cambios en las estructuras económicas y sociales determinan, a su vez, cambios en la estructura familiar generando unos rasgos y características tan particulares que no permiten hablar de un solo modelo de familia, sino de núcleos familiares diferentes.

En el caso de Colombia, la estructura de la familia difiere, por regiones debido a las múltiples formaciones culturales que coexisten en el País, en donde no existen criterios unificados ni sociales ni culturales que indiquen una estructura familiar uniforme a lo largo y ancho del territorio nacional. Factores como la mayor o menor religiosidad, la pureza o mezcla de costumbres, la influencia de medios de comunicación, han propiciado estructuras familiares socialmente aceptadas en ciertas regiones y abiertamente rechazadas en otras, debido a la solidez o no que se manifieste en ellas por ejemplo: en los sectores rurales la estructura familiar es más sólida, en tanto las familias viven en relativo aislamiento con relación a sus vecinos por razones como las distancias geográficas y el menor acceso a medios masivos de comunicación, mientras que en el sector urbano las personas tienen más oportunidades de intercambiar conceptos, opiniones y nuevas formas de percibir el mundo, hecho que, indudablemente, influye en la estructura familiar.

Las estructuras familiares también son diferentes según los estratos sociales, las etnias, los credos religiosos y los antecedentes históricos. Todos estos conceptos conilustraciónn la cultura que se transmite de generación en generación, pues las familias tratan de conservar rasgos característicos que dan cuenta de su pasado histórico como grupo perteneciente a una determinada formación cultural.

Estos cambios en las estructuras familiares actualmente vienen generando inestabilidad, crisis y reacomodaciones produciendo en ellas nuevos contenidos normativos, nuevos roles y límites[11].

[11] Tomado de: http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/ErikaAcosta_Problematicadelafamilia_1/la_familia_colombiana_actual.html

4. DISEÑO METODOLÓGICO.

4.1 MATRIZ METODOLÓGICA.

Objetivo general	Objetivos específicos	Datos	Fuentes	Instrumentos
Analizar la productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, de edificaciones de la zona sur de Medellín.	Establecer parámetros para la medición de los niveles de productividad de proyectos en construcción, avances de obra y consumo de tiempo en las actividades en estudio. Identificar resultados de rendimientos y consumos de mano de obra en procesos constructivos como factor determinante, de edificaciones de la zona sur de Medellín. Determinar los factores socioculturales que afectan los rendimientos y consumos de mano de obra del subsistema de acabados arquitectónicos.	Obras en ejecución durante la investigación. Muestra seleccionada de manera estadística. Obras localizadas en el sur-oriente del Municipio de Medellín. Obras que se encuentren ejecutando actividades como mampostería y acabados. Trabajadores implicados en la ejecución de las actividades. Directores y residentes de obra de los proyectos seleccionados	Empresas constructoras. Obras en ejecución de características similares, durante la investigación. Labor culminada y cuantificada día a día por los trabajadores. Actividades del subsistema de acabados, culminada según especificaciones.	Formatos para recolección de datos. Instrumentos de medición. Seguimiento diario por un periodo determinado. Entrevistas al personal de la obra, tanto administrativo como técnico.

Instrumentos para la toma de datos. Productividad, consumo y rendimiento de mano de obra.

OBRA # EMPRESA # (Año)														
Medición	Actividad	Nivel	Fecha	Día	Hora	# de personas	Cargo	Tiempo en segundos				Productividad en %		
								TP	TC	TNC	TOTAL	TP	TC	TNC

Tabla 1. Formato para medición de productividad de mano de obra. Fuente: Autor

Dónde:

Medición: Según el tamaño de la muestra, el cual se demuestra en el acápite 4.2, se debe realizar 384 mediciones por medio de la observación, la medición entonces, será el orden consecutivo en el cual se vaya realizando dicha labor.

Actividad: Descripción de la actividad que se ejecuta en el momento que se realiza la medición. Ejemplo: Aplicación de estuco sobre revoque, 4 manos.

Nivel: Debido a que las edificaciones en las cuales se realizó el trabajo de mediciones son de características similares y en este caso la altura de la misma es un común denominador, se debe identificar en qué nivel de la estructura se está realizando una labor determinada.

Fecha, Día y Hora: Con el fin de identificar momentos determinados en los proyectos acerca de la productividad que lleva la mano de obra cuando ejecutan labores, se deben tomar datos como la fecha, el día y la hora.

Número de personas y Cargo: En estos ítems nos referimos al número de personas que conforman la cuadrilla y a la labor que desempeña cada una de ellas, ya que a cada una de las personas que conforman la cuadrilla se le debe hacer sus respectivas mediciones.

Tiempo en segundos: La medición consta de 300 segundos por medio de la observación, los cuales se deben clasificar en tiempo productivo, tiempo contributivo y tiempo no contributivo. Dichos conceptos ya han sido explicados en el acápite 2.3.

Productividad en porcentaje %: Con el fin de identificar porcentualmente y analizar los tiempos antes mencionados, se procede a calcularlos de forma porcentual y de esta manera se hace más fácil su interpretación.

OBRA # EMPRESA # (Año)																		
Medición dias	Actividad	Nivel	Fecha	Día	Hora Inicio	Hora Final	# de personas	Cargo	Tiempo en minutos laborados		Unidad de Medida	Cantidad de obra ejecutada	Cantidad de obra total	Consumo de mano de obra Hh-m^2	Rendimiento teórico		% Productividad	Rendimiento real	
									Minutos	TOTAL					H-m^2	m^2-dia		H-m^2	m^2-dia

Tabla 2. Formato para medición de rendimientos y consumo de mano de obra. Fuente: Autor

Dónde:

Mediciones por día: Según el tamaño de la muestra, el cual se demuestra en el acápite 4.2, se debe realizar 384 mediciones por medio de la observación para determinar la productividad, en cuanto a la rendimiento y consumo de mano de obra, se tienen en cuenta los días en los que se toma la productividad y de una vez se aprovecha para tomar rendimientos y consumos por día laborado, la medición entonces, será el orden consecutivo en el cual se vaya realizando dicha labor día a día.

Actividad: Descripción de la actividad que se ejecuta en el momento que se realiza la medición. Ejemplo: Aplicación de estuco sobre revoque, 4 manos.

Nivel: Debido a que las edificaciones en las cuales se realizó el trabajo de mediciones son de características similares y en este caso la altura de la misma es un común denominador, se debe identificar en qué nivel de la estructura se está realizando una labor determinada.

Fecha, Día y Hora: Con el fin de identificar momentos determinados en los proyectos acerca de la productividad que lleva la mano de obra cuando ejecutan labores, se deben tomar datos como la fecha, el día y la hora.

Número de personas y Cargo: En estos ítems nos referimos al número de personas que conforman la cuadrilla y a la labor que desempeña cada una de ellas, ya que a cada una de las personas que conforman la cuadrilla se le debe hacer sus respectivas mediciones.

Tiempo laborado en minutos: Dicho tiempo es tomado en cada actividad durante una jornada diaria de labores que tenga cada cuadrilla de trabajo, a este tiempo no se le tiene en cuenta las paras de los trabajadores para tomar los recesos transversales a las demás cuadrillas tales como almuerzos, desayunos y los que se tengan establecidos.

Unidad de medida, Cantidad de obra ejecutada y Cantidad de obra total: Para estos ítems nos concentramos en la labor realmente ejecutada día a día, cada que haya un receso se toman medidas de lo ejecutado y al finalizar la jornada se realiza la totalización, todo ello teniendo de manera muy clara la unidad de ejecución de dicha labor.

Consumo de mano de obra horas – hombre por unidad ejecutada: Dicho ítem hace referencia al tiempo total laborado en la jornada diaria, por el número de personas que integren la cuadrilla realizando la labor medida en relación con la cantidad de obra ejecutada en esa jornada.

Rendimiento teórico: Se divide en dos columnas, una denominada horas por unidad ejecutada, la cual arrojaría datos para determinar cuánto tiempo se invierte por unidad de ejecución, y la utilizaríamos para realizar Análisis de Precios Unitarios (APU) en el componente mano de obra de los Costos Directos. Y la otra columna es denominada, unidad de ejecución por día, aunque matemáticamente las dos columnas son el mismo valor, la primera es utilizada para APU y la segunda para efectos de Programación. Todo lo anterior es considerado como resultados teóricos.

Porcentaje de productividad: Este valor se obtiene de los resultados obtenidos en cuanto al análisis de productividad de cada actividad en la Ilustración 13, ya que los mismo afectarán los rendimientos teóricos volviéndolos reales.

Rendimiento real: Se divide en dos columnas, una denominada horas por unidad ejecutada, la cual arrojaría datos para determinar cuánto tiempo se invierte por unidad de ejecución, y la utilizaríamos para realizar Análisis de Precios Unitarios (APU) en el componente mano de obra de los Costos Directos. Y la otra columna es denominada, unidad de ejecución por día, aunque matemáticamente las dos columnas son el mismo valor, la primera es utilizada para APU y la segunda para efectos de Programación. Todo lo anterior lo calcularemos luego de multiplicar el rendimiento teórico con el porcentaje de productividad.

MEDICIONES LEAN - DIAGNOSTICO GENERAL CUADRILLAS DE TRABAJO																	
PROYECTO						OBRA											
ELABORADO POR						AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN											
VALIDADO POR						INVESTIGADOR PRINCIPAL											
ITEM	CONTEXTO ENTORNO VIVIENDA																
ACTIVIDAD	COMPOSICION CUADRILLA Tipo de personal (M, OOB, OON, AE, AR)	LUGAR DE RESIDENCIA				EDAD	PROCEDENCIA (lugar de nacimiento)	ESTRUCTURA FAMILIAR			Ha sufrido enfermedades en el transcurso del proyecto		EDUCACION (NT,P,BI,B,T, TL,U)	MOVILIDAD		RELIGION
		MUNICIPIO	BARRIO	ESTRATO	COMUNA			# Personas a Cargo	Composición familiar	Ingresos económicos en la familia en SMMLV	SI, NO	Cual		Sistema de Transporte	Cuantos para ir y volver	

Tabla 3. Formato para análisis sociocultural de la mano de obra, Componente entorno y Vivienda. Fuente: Autor

MEDICIONES LEAN - DIAGNOSTICO GENERAL CUADRILLAS DE TRABAJO														
PROYECTO					OBRA									
ELABORADO POR					AUXILIAR DE INVESTIGACIÓN									
VALIDADO POR					INVESTIGADOR PRINCIPAL									
LABOR EN EL PROYECTO														
AFILIACIÓN S.S.	TIPO DE CONTRATACIÓN	RECIBEN INCENTIVOS (S,N)	TIPO INCENTIVO	AMBIENTE LABORAL (1A5)	MATERIALES UTILIZADOS (1A5)	GRADO DE DIFICULTAD DE LA LABOR (1A5)	HERRAMIENTAS UTILIZADAS ESTADO (E, B, R, D)	ANALISIS DE RIESGO DE LA ACTIVIDAD (EPP)						CAPACITACION SEGURIDAD INDUSTRIAL (S,N)
								Casco	Botas	Monogafas	Tapones auditivos	Uniforme	Otro	

Tabla 4. Formato para Formato para análisis sociocultural de la mano de obra, Componente Interno en el proyecto. Fuente: Autor

Las Tablas 3 y 4, hacen parte de un solo instrumento de medición el cual se enfoca en el análisis sociocultural de los trabajadores del sector que participaron en las mediciones de las actividades que se indagaron. La Ilustración 15, se enfoca en el análisis del entorno externo al proyecto de la construcción.

Dónde:

Actividad y composición de la cuadrilla: En dichas columnas se refieren a la descripción de la actividad que ejecuta el trabajador y en cuanto la composición de la cuadrilla, se indaga acerca del cargo que desempeña el obrero. Ejemplo: Oficial, Ayudante Entendido o Ayudante Raso.

Lugar de residencia: Es el lugar en el cual el trabajador se encuentra ubicado viviendo con sus familias, y se descompone en Municipio, Barrio, Comuna y Estrato, lo anterior para identificar las zonas y su situación social y nos llevará a un análisis en cuanto a recorridos y desplazamientos urbanos desde sus viviendas hacia sus lugares de trabajo.

Edad: La edad en muchos casos es símbolo de vigor y fortaleza en cuanto mas jóvenes son los trabajadores, pero la edad también es símbolo de experiencia y recorrido en sus labores, por ello se indaga dicho elemento con el fin de analizar la productividad dependiendo de su edad.

Estructura Familiar: Componente que a su vez contiene información como, el número de personas a cargo por parte del trabajador, quienes componen su estructura familiar, es decir las personas que viven dentro de su hogar así no haga parte de su obligación financiera y los ingresos económicos expresados en salarios mínimos mensuales legales vigentes.

Ha sufrido accidente en la ejecución del proyecto: Se indaga en este ítem, con el fin de buscar si por causa de un accidente sufrido en la ejecución del proyecto se ha visto perjudicada la productividad de las labores del trabajador.

Educación: Lastimosamente para muchos empleados del sector de la construcción, dicha labor no es una opción en sus vidas, todo lo contrario, lo ven como un salvavidas ante una necesidad económica y es por ello que indagamos en este ítem y analizar la relevancia de sus niveles de educación en la productividad, consumo y rendimiento de mano de obra.

Movilidad: El desplazamiento del lugar de residencia hacia el lugar de trabajo en muchas ocasiones es caótico por los diferentes tipos de ubicación, por lo general son polos opuestos, lo que genera un gran tiempo invertido en desplazamientos.

Religión: Creencias, costumbres y la moral son factores apegados a nuestra sociedad, el fin de este ítem, es analizar que tanto influyen las creencias en el trabajo del ser humano.

En cuanto a la Ilustración 16, se enfoca en el análisis del entorno interno del proyecto en construcción.

Dónde:

Afiliación al sistema de seguridad y tipo de contrato en la obra: En cuanto al tema de afiliación al sistema de seguridad social, se indaga si los trabajadores cumplen con los requerimientos mínimos para poder ejercer sus labores y en cuanto al tipo de contrato, se busca indagar la relación del interés del trabajador según el tipo de contrato que tenga en el proyecto.

Reciben incentivos y tipo de incentivos: La motivación en los trabajadores del sector de la construcción es escaza lo que quiere decir que no se genera ningún tipo de sentido de pertenencia ya que siente que no hace parte de la empresa constructora.

Calificación del ambiente laboral: El trabajar cómodos y a gusto genera mayor compromiso y productividad en el trabajador, sea cual sea el área, lo que buscamos es identificar el trabajador como se siente en su entorno laboral.

Calificación de los recursos utilizados en cuanto a herramientas y materiales: Dicho ítem busca evaluar la calidad y la disponibilidad de los recursos, ya que ellos se vuelven elementos importantes como complemento de la mano de obra.

Análisis de riesgo de la actividad: Esta columna contiene varios subcomponentes que son los implementos que se utilizan como protección personal de seguridad industrial y de esta manera nos damos cuenta de que manera es protegido el trabajador en su entorno.

Capacitaciones en el tema de seguridad industrial: Aunque los trabajadores deben de contar con su respectiva ARL legalmente, se quiere indagar acerca de la capacitación que ellos tienen en este tema, lo anterior para analizar detalladamente la cultura del autocuidado en lo mismos trabajadores, ya que muchos caen paradigmas que atentan en contra de su propia integridad.

4.2 ÁREA DE ESTUDIO PARA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Características.

La información que se pretende recolectar y analizar es de orden cualitativo y cuantitativo, conformando las variables de estudio y, de esta manera la investigación se ajusta a:

Enfoque: Cualitativo - Cuantitativo.
Tipo: Descriptivo
Muestra: Probabilística.
Muestreo: Aleatorio simple.

Criterios de exclusión:
Personas que no están vinculadas directamente con las actividades, es decir que no sean trabajadores u oficiales de cuadrilla, o sea, se aplica solo a las personas que participen en los procesos constructivos sometidos a medición.

Fuentes y técnicas de recolección de información.

En la investigación Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación, los datos cualitativos y cuantitativos se reflejan como variables incidentes en la investigación y, por su naturaleza e importancia, se acude para la recolección de información a las siguientes fuentes y técnicas:

- *Fuente primaria:* Instrumentos de medición aplicados a una muestra óptima de 384 mediciones por actividad, en cada una de las cuatro obras (proyectos), de las cinco empresas con una actividad similar en el sector de la construcción, con características igualmente similares.

- *Fuente primaria:* Observación directa de los auxiliares de investigación, en cuanto a convivencia y calidad de vida, donde están manifiestas las expresiones culturales y costumbres de los trabajadores artífices.

- Fuente primaria: Encuesta aplicada a los trabajadores protagonistas de los procesos productivos, para tener información acerca de su situación educativa, familiar y económica.

Ficha técnica:

Después de haber realizado dos pruebas piloto, se pudo observar la homogeneidad en las mediciones obtenidas en las actividades de los proyectos, aspecto que lleva a optar por un muestreo aleatorio simple, de manera probabilística, con las siguientes características y parámetros:

- Tipo de muestreo: Aleatorio Simple.
- Población: Infinita. Dada la importancia del estudio y la carencia de información sistematizada.
- Nivel de confianza definido por los investigadores= 95%. ➡ Z=1.96
- Margen de error definido por los investigadores= 5%.

Cálculo de la muestra óptima:

• Nivel de confianza	95%
• Margen de error	5%
• Población	Infinita
• Total mediciones	384

Cálculo de muestra para población infinita

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{e^2} = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2} = 384$$

Dónde:

- *n* = Tamaño de la muestra= 384
- N= Población total = infinita
- Z = Valor obtenido, de acuerdo al nivel de confianza= 1, 96
- p = Se asume con 0,5 por ser primer estudio y no hay porcentajes históricos
- q = Se asume con 0,5 por ser primer estudio y no hay porcentajes históricos
- $p + q = 1$.
- e = El error se definió del 5% para mayor precisión en los análisis e inferencias de la investigación.

Dadas las características de la investigación e importancia de la temática, con fines académicos de trabajo de Maestría y de relevante interés para el sector de la construcción, se realiza un muestreo riguroso, tanto en el

diseño como en la recolección de la información; asumiendo una población infinita, asumiendo que se necesitan gran cantidad de mediciones, para obtener calidad de información en lo atinente a validez y confiabilidad.

El cálculo de la muestra se realiza con el programa Excel, que suministra una matriz con diferentes resultados óptimos de muestras, para diferentes niveles de confianza y diferentes márgenes de error, tanto para variables cualitativas como cuantitativas.

Matriz de Tamaños y Errores Muestrales para diversos niveles de confianza, al estimar una proporción en poblaciones Infinitas

Cálculos Personalizados | *p* [prob. de ocurrencia] | 0,5 | Escriba aquí el valor de *p*

Margen de Error	Confianza 99,0%	97,0%	95,0%	90,0%	Tamaño de la Muestra	99,0%	97,0%	95,0%	90,0%	Margen de Error
	Valor de Z 2,58	2,17	1,96	1,64		2,58	2,17	1,96	1,64	
1,0%	16.641	11.772	9.604	6.724	1.000	4,08%	3,43%	3,10%	2,59%	
1,5%	7.396	5.232	4.268	2.988	800	4,56%	3,84%	3,46%	2,90%	
2,0%	4.160	2.943	2.401	1.681	750	4,71%	3,96%	3,58%	2,99%	
2,5%	2.663	1.884	1.537	1.076	700	4,88%	4,10%	3,70%	3,10%	
3,0%	1.849	1.308	1.067	747	650	5,06%	4,26%	3,84%	3,22%	
3,5%	1.358	961	784	549	600	5,27%	4,43%	4,00%	3,35%	
4,0%	1.040	736	600	420	550	5,50%	4,63%	4,18%	3,50%	
4,5%	822	581	474	332	500	5,77%	4,85%	4,38%	3,67%	
5,0%	666	471	384	269	450	6,08%	5,11%	4,62%	3,87%	
5,5%	550	389	317	222	400	6,45%	5,43%	4,90%	4,10%	
6,0%	462	327	267	187	350	6,90%	5,80%	5,24%	4,38%	
6,5%	394	279	227	159	300	7,45%	6,26%	5,66%	4,73%	
7,0%	340	240	196	137	250	8,16%	6,86%	6,20%	5,19%	
7,5%	296	209	171	120	200	9,12%	7,67%	6,93%	5,80%	
8,0%	260	184	150	105	180	9,62%	8,09%	7,30%	6,11%	
8,5%	230	163	133	93	150	10,53%	8,86%	8,00%	6,70%	
9,0%	205	145	119	83	120	11,78%	9,90%	8,95%	7,49%	
9,5%	184	130	106	75	100	12,90%	10,85%	9,80%	8,20%	
10,0%	166	118	96	67	75	14,90%	12,53%	11,32%	9,47%	

Cálculos personalizados

1,46%	7.807	5.5[illegible]3	4.506	3.154	30	23,55%	19,81%	17,89%	14,97%

Escriba aquí el *error*

Fórmula Empleada: $n = \frac{z^2\ p*(1-p)}{e^2}$

Escriba aquí el *tamaño muestral*

Tabla 5. Esta es la muestra óptima. Matriz de tamaños y errores muestrales. Fuente: Autor

El diseño metodológico, con un nivel de confianza del 95% permite tener la certeza de que las inferencias, conclusiones y recomendaciones son producto de un rango amplio y fiable en el estadístico analizado. Así mismo, el margen de error tan bajo, posibilita tener una mayor precisión en los

análisis numéricos absolutos o relativos, de las variables suministradas a través de los instrumentos relacionados. El hecho de tomar una cantidad necesaria y suficiente de medidas, en cuatro proyectos de las cinco empresas, posibilita realizar cinco análisis diferentes, para determinar el comportamiento por empresa y establecer comparativos, tanto en productividad como en rendimientos.

De esta manera, todas las unidades muestrales de la población total, o sea, todas las actividades, tienen la misma posibilidad de pertenecer a la muestra a través de una recolección de información aleatoria, en las cinco empresas seleccionadas para la investigación.

Panorama sociocultural en el sector de la construcción en consonancia con la productividad.

Para dar cumplimiento al tercer objetivo específico de la investigación: Diagnostico sociocultural de las cuadrillas adscritas a veinte proyectos constructivos en la ciudad de Medellín; se realiza un muestreo adicional, cobijando la totalidad de trabajadores activos en los proyectos relacionados; cuyo desarrollo es esencialmente un sub-proyecto de esta investigación, dadas las características y complejidades que enmarcan la situación del sujeto productivo en el sector de la construcción, bajo consideraciones que no se han tenido en cuenta en la ejecución de proyectos de carácter académico o empresarial.

Ficha técnica:

Después de haber realizado una prueba piloto, se pudo observar la homogeneidad en la información de los trabajadores vinculados a los proyectos, aspecto que lleva a optar por un muestreo aleatorio simple, de manera probabilística, con las siguientes características y parámetros:

- Tipo de muestreo: aleatorio Simple.
- Población: Finita= 1000 trabajadores en las 20 obras.
- Nivel de confianza definido por el investigador = 95%. ⇨ Z=1.96
- Margen de error definido por el investigador= 6.5%.

Cálculo de la muestra óptima:

- Nivel de confianza
- Margen de error
- Población
- Total unidades muestrales

- 95%
- 6.5%
- Finita
- 185

Cálculo de muestra para población finita

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{(e^2(N-1) + Z^2 * p * q)} = \frac{1000 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.065^2(999) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 185$$

Dónde:

- n= Tamaño de la muestra= 185
- N= Población total = 1000 trabajadores
- Z = Valor obtenido, de acuerdo al nivel de confianza= 1, 96
- p= Se asume con 0,5 por ser primer estudio y no hay porcentajes históricos
- q= Se asume con 0,5 por ser primer estudio y no hay porcentajes históricos
- $p + q = 1$.
- e= El error se definió del 6.5% para mayor precisión en los análisis e inferencias de la investigación del factor humano.

Dadas las características de la investigación e importancia de la temática, con fines académicos de trabajo de Maestría y de relevante interés para el sector de la construcción, se realiza un muestreo riguroso, tanto en el diseño como en la recolección de la información; para un población finita, y que se necesitan un número de mediciones óptimo, para obtener calidad de información en lo atinente a validez y confiabilidad.

El cálculo de la muestra se realiza con el programa Excel, que suministra una matriz con diferentes resultados óptimos de muestras, para diferentes niveles de confianza y diferentes márgenes de error, para variables cuantitativas, en poblaciones finitas.

Matriz de Tamaños Muestrales para diversos margenes de error y niveles de confianza, al estimar una proporción en poblaciones Finitas

N [tamaño del universo]	1.000
p [probabilidad de ocurrencia]	0,5

Escriba aquí el tamaño del universo

Escriba aquí el valor de p

Nivel de Confianza (alfa)	1-alfa/2	z (1-alfa/2)
90%	0,05	1,64
95%	0,025	1,96
97%	0,015	2,17
99%	0,005	2,58

Fórmula empleada

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}} \quad \text{donde:} \quad n_o = p^*(1-p)^* \left(\frac{Z\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)}{d} \right)^2$$

Matriz de Tamaños muestrales para un universo de 1000 con una p de 0,5

Nivel de Confianza	d [error máximo de estimación]									
	10,0%	9,0%	8,0%	7,0%	6,0%	5,0%	4,0%	3,0%	2,0%	1,0%
90%	63	77	95	121	157	212	296	428	627	871
95%	88	106	130	164	211	278	375	516	706	906
97%	105	127	155	194	246	320	424	567	746	922
99%	143	170	206	254	316	400	510	649	806	943

Tabla 6. Esta es la muestra óptima. Matriz de tamaños y errores muestrales con universo de 1000. Fuente: Autor

El diseño metodológico, con un nivel de confianza del 95% permite tener la certeza de que las inferencias, conclusiones y recomendaciones son producto de un rango amplio y fiable en el estadístico analizado para este renglón tan importante de la investigación. Así mismo, el margen de error tomado, posibilita tener una mayor precisión en los análisis numéricos absolutos o relativos, de las variables suministradas a través de la encuesta aplicada a los 185 trabajadores. El hecho de tomar una cantidad necesaria y suficiente de trabajadores, en cuatro proyectos de las cinco empresas, posibilita realizar análisis unidimensionales, bidimensionales y tablas de contingencias, que permitan realizar cruces de variables y establecer relaciones, que precisen las relaciones y factores influyentes en la productividad y rendimiento de los trabajadores, visto desde la óptica del ser humano.

De esta manera, todas las unidades muestrales de la población total, o sea, todos los trabajadores tienen la misma posibilidad de pertenecer a la muestra a través de una recolección de información aleatoria, en las cinco empresas seleccionadas para la investigación.

4.3 CARACTERÍSTICAS DE PROYECTOS A EVALUAR.

Teniendo en cuenta un detallado estudio del estado del arte de la investigación, se consideran algunas recomendaciones realizadas por expertos en el tema como el Arquitecto Constructor Luis Fernando Botero Botero[12] y el Ingeniero Alfredo Serpell Bley[13], donde manifiestan algunas características y parámetros para tener en cuenta al momento de realizar las mediciones pertinentes en busca de resultados, tales como:

- Obras con alto número de repeticiones.
- Obras en las cuales tenga continuidad las cuadrillas que ejecutan las actividades.
- Obras altamente organizadas.
- Obras de características similares en cuanto a procesos de ejecución y tipología de las mismas.

Una vez asimilados los criterios anteriores, se seleccionaron los proyectos en los cuales se realizaron las observaciones, en total se indagaron 20 proyectos de 4 empresas constructoras importantes de la Ciudad de Medellín, los cuales se encuentran ubicadas en la zona sur oriental de dicho Municipio.

Durante 8 meses aproximadamente se realizaron las mediciones pertinentes en cada proyecto, con el fin de obtener los datos suficientes para ser analizados de forma estadística, en formatos diseñados previamente para tal fin los cuales se enseñan en el acápite 4.1, incluyendo todos los factores que afectan los ítems estudiados.

En cada proyecto como mínimo se realizaron 384 mediciones, las cuales parten de la observación y cuyo objetivo principal era determinar la productividad, los consumos y los rendimientos de mano de obra en actividades de la construcción y determinar la influencia de los factores de afectación en el recurso en estudio.

[12] Arquitecto Constructor Luis Fernando Botero Botero, Especialista en Gerencia de Empresas de Ingeniería Escuela de Ingeniería de Antioquia y Magister en Ciencias de la Administración de la universidad EAFIT.

[13] Profesor Titular del Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción de la P. Universidad Católica de Chile. Ingeniero Civil, P.U.C., Chile; M.Sc. y Ph.D., University of Texas at Austin, USA. Director Ejecutivo, Centro de Excelencia para la Calidad en la Construcción.

5. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

5.1 ANÁLISIS DE LA PRODUCTIVIDAD HALLADA EN LOS PROYECTOS.

Tal y como se menciona en el capítulo 4, se tomó de manera estadística una muestra de 384 mediciones con el fin de evaluar la productividad, el rendimiento y el consumo de mano de obra en el sector de la construcción.

En el caso de la productividad, las mediciones se realizaron de forma aleatoria en los proyectos que se estudiaron, dichas mediciones se hicieron durante todos los días que se laboraron y en diferentes horas de la jornada laboral, lo anterior con el fin de obtener resultados en todos los momentos en los que los proyectos se encontraban en ejecución.

Todas las actividades que se encontraban en ejecución fueron tenidas en cuenta para la toma de mediciones, claro que se realizó más énfasis en las actividades que más adelante fueron tomadas en cuenta para el análisis de rendimientos y consumo de mano de obra.

A continuación en la ilustración 13, se ilustra los resultados obtenidos por medio de las mediciones par cada una de las obras, donde se puede ver claramente los estudios en cuanto a los tiempos productivos (TP), tiempo contributivos (TC) y tiempo no contributivo (TNC), las mediciones que mencionamos constan en observar durante cinco minutos (300 segundos) a cada uno de lo trabajadores que pertenecen a una cuadrilla o equipo de trabajo y evaluar su labor, donde se puede identificar de manera clara si están realizando TP, TC ó TNC, con su respectivo análisis.

Una vez se identifica la productividad expresada en tiempos en cada uno de los proyectos, se procedió a analizar la misma productividad en su totalidad, encontrando resultados que quizá llamarán la atención de las personas encargadas de liderar la ejecución de proyectos, dicho análisis lo podemos observar en la ilustración 14, donde aparece la distribución final de los tiempos como, tiempo productivo, tiempo no contributivo y tiempo contributivo.

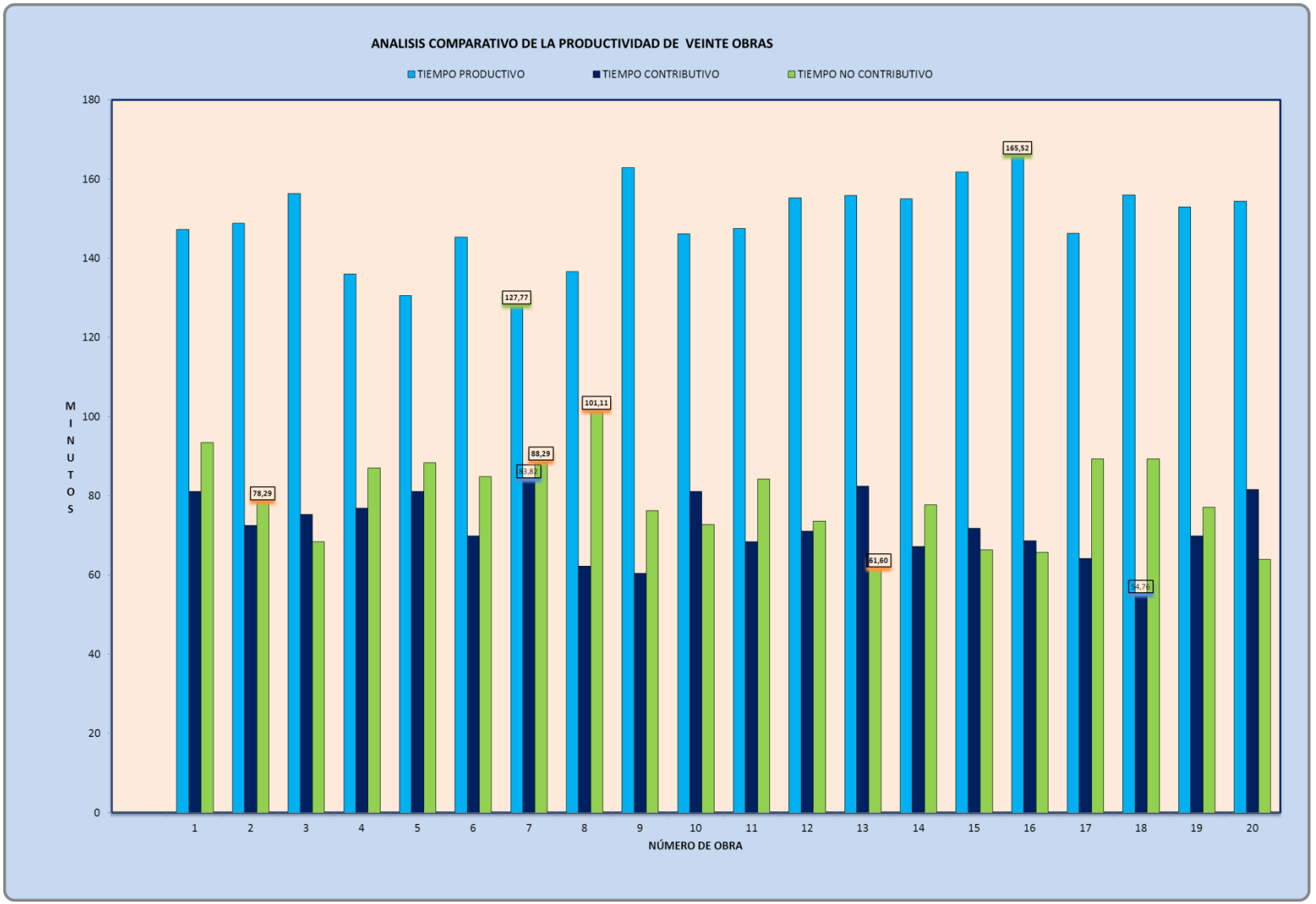


Ilustración 13. Análisis de productividad en cuanto a TP, TNC y TC para cada uno de los 20 proyectos. Elaborado por Investigador principal

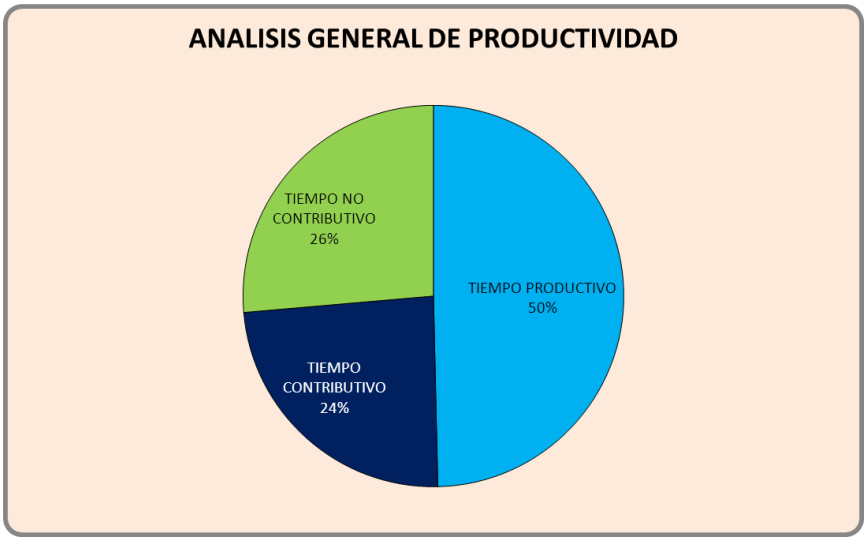


Ilustración 14. Análisis de productividad general. Elaborado por Investigador principal

De la gráfica anterior se pueden sacar un sinnúmero de conclusiones, tales como, que de la jornada total que se viene laborando, solo se viene ejecutando labores en un 50% de la misma, entre otras, más adelante en el capítulo de conclusiones se hará un análisis detallado de estos resultados.

El T.P. se encuentra un 10% bajo el valor óptimo de 60% propuesto por el S.P.G[14]. De este porcentaje de tiempo no ocupado en labores productivas un 9% proviene del exceso de T.N.C. por sobre su óptimo de 15%, y sólo un 1% proviene del T.C., el cual excede su valor óptimo de 25% en dicha magnitud. La distribución de estos resultados motiva a analizar con mayor énfasis las categorías del T.N.C., dado que su diferencia con el óptimo teórico es comparativamente mayor. Además, se debe recordar que esta categoría de pérdidas de tiempo representa inactividad laboral, a diferencia del T.C., el que está constituido por actividades que aunque no agregan valor al producto contribuyen a realizar las productivas.

Una aproximación del tiempo que implicó esta inactividad laboral en la muestra es de 9.984 minutos-Hombre. Si a este valor se le descuenta el 15% del óptimo propuesto, debido a las razones explicadas en el acápite 2.3, se tiene que 1.497 minutos-hombre fueron completamente desperdiciadas durante las jornadas de trabajo de las obras. Es importante entonces, recordar que el período de tiempo de las asesorías en que se construyeron estas obras fue en general el

[14] El Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile tiene a su cargo el Servicio de Productividad y Gestión, el cual realiza asesorías en el área de productividad y calidad a la ejecución de obras de construcción de diversos tipos a empresas constructoras que solicitan sus servicios.

correspondiente sólo al de obra gris y obra blanca, las cuales son etapas más críticas debido al alto número de especialidades.

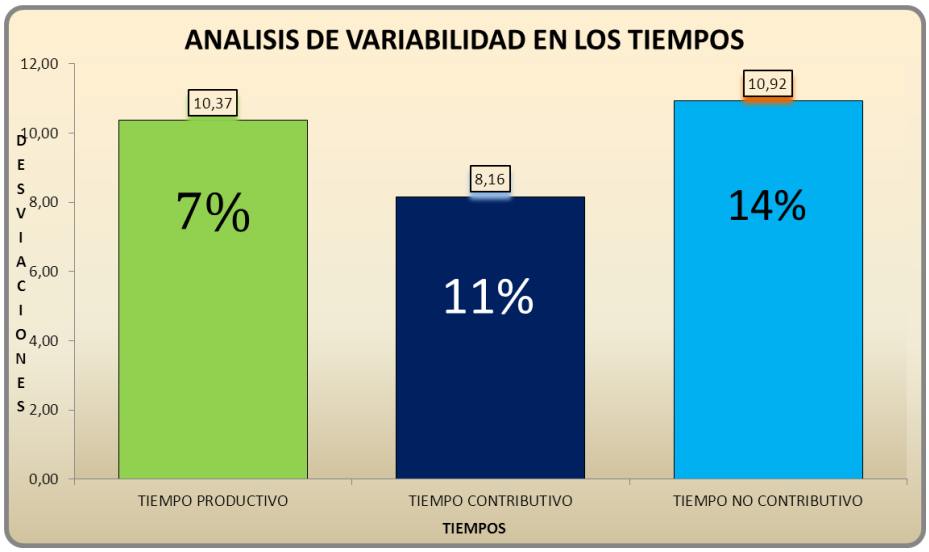


Ilustración 15. Análisis de variabilidad en los tiempos. Elaborado por Investigador principal

Los resultados estadísticos y los gráficos, dan fe de una muestra óptima, porque los resultados son consistentes, luego va a haber validez en las conclusiones; se puede apreciar como las mediciones de cada tiempo (TP,TC, TNC) en las 20 obras presentan poca variabilidad, lo que quiere decir que las obras son similares y sus comportamientos homogéneos.

Otra cosa muy distinta es la participación real de cada tiempo en la actividad (ver ilustración 14) y los rangos tan amplios en que se mueven los tiempos en cada obra, lo que se puede observar en los resúmenes estadísticos de cada obra en la ilustración 13.

5.2 ANÁLISIS DE TIEMPOS CONTRIBUTIVOS, NO CONTRIBUTIVOS Y CAUSAS.

La distribución de las categorías del T.N.C. para la muestra fue la siguiente:

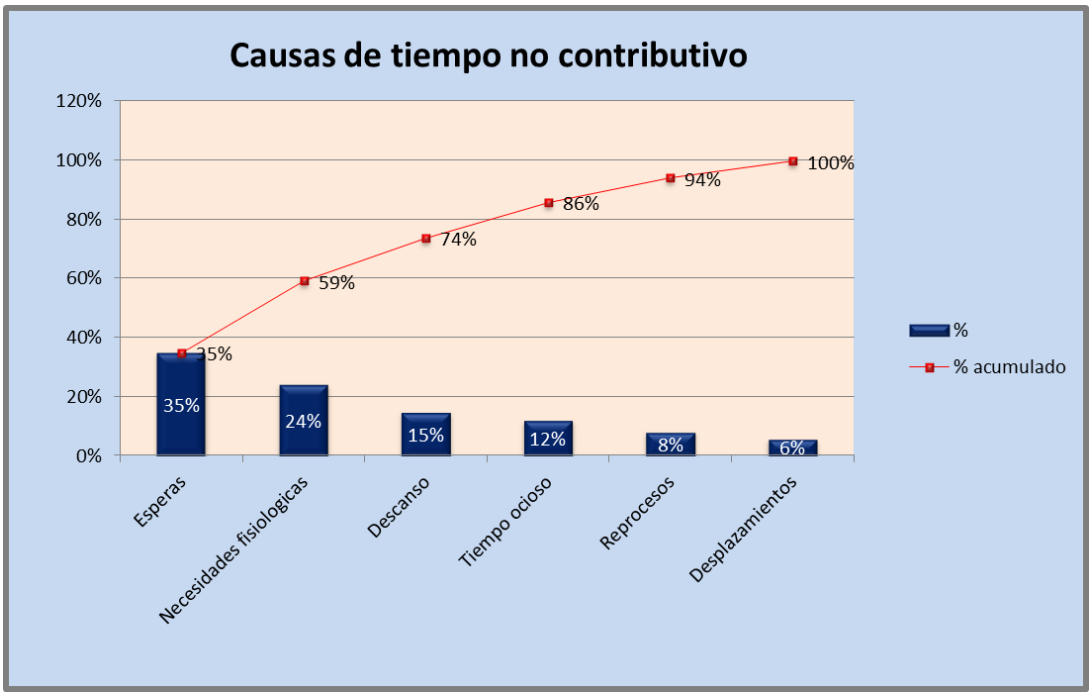


Ilustración 16. Distribución de las categorías del Tiempo No Contributivo. Elaborado por Investigador principal.

Se observa claramente la preponderancia del tiempo perdido en Esperas, Necesidades fisiológicas, Descansos, Tiempo Ocioso, Reprocesos y Desplazamientos. En tres de estas pérdidas de tiempo, se concentra el 74% de la inactividad laboral de la muestra, razón por la cual, en lo sucesivo, serán denominadas Pérdidas Principales y se analizarán en detalle las causas de cada una de ellas.

Por otra parte, la distribución del Tiempo Contributivo, se presenta en la ilustración 17, donde se observa claramente la preponderancia del tiempo ocupado en Preparación de mezclas por sobre el resto de las categorías contributivas.

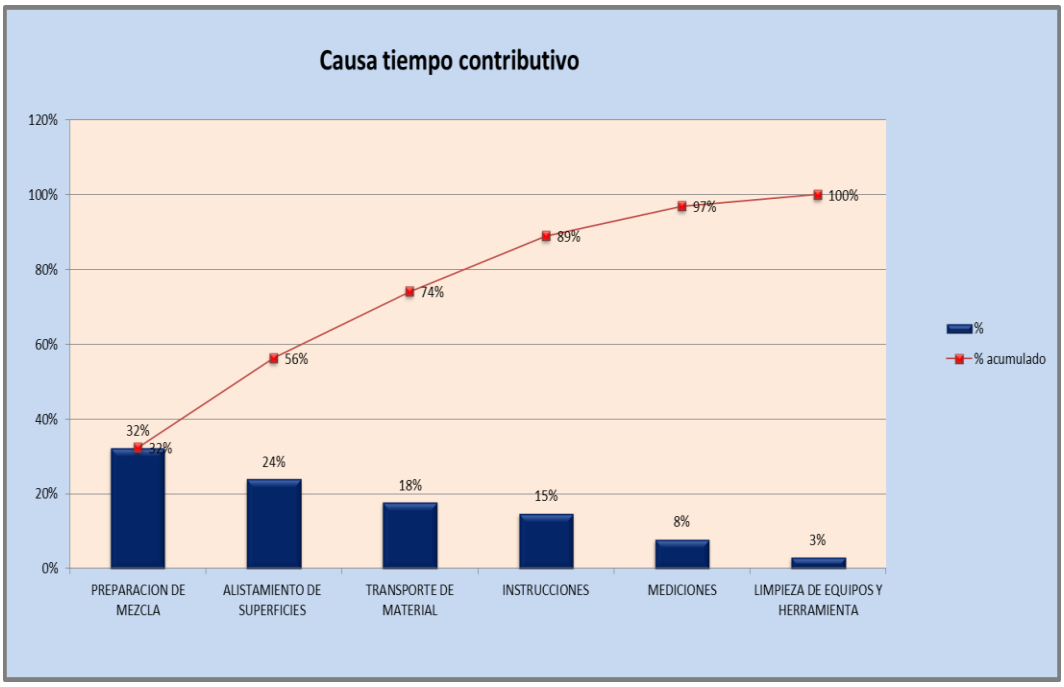


Ilustración 17. Distribución de las categorías del Tiempo Contributivo. Elaborado por Investigador principal.

Estas categorías de pérdidas de tiempo, más el tiempo ociosos y los reprocesos, serán denominadas de aquí en adelante Pérdidas Secundarias y se analizarán en forma general. La preparación de mezclas será estudiada con más detalle, por ser la principal de estas pérdidas, al representar prácticamente la mitad del tiempo destinado a trabajo contributivo en la muestra.

Análisis de causas de pérdidas principales.

- *Esperas:*

Esta pérdida de tiempo tiene como principal causa el diseño de cuadrillas sobredimensionadas, tal como se aprecia en el Ilustración 24 Los trabajadores que sobran, en este caso, deben detenerse a esperar que sus compañeros terminen sus trabajos para poder ejecutar las labores pendientes, o bien, porque trabajan muy rápido con respecto al abastecimiento de materiales o herramientas, dada la numerosa cantidad de personas que conforman la cuadrilla. Además, este problema también se refiere a la mala distribución interna de la cuadrilla, realizándose las labores en forma desbalanceada, existiendo personas que realizan mayor esfuerzo que otras para realizar las tareas asignadas.

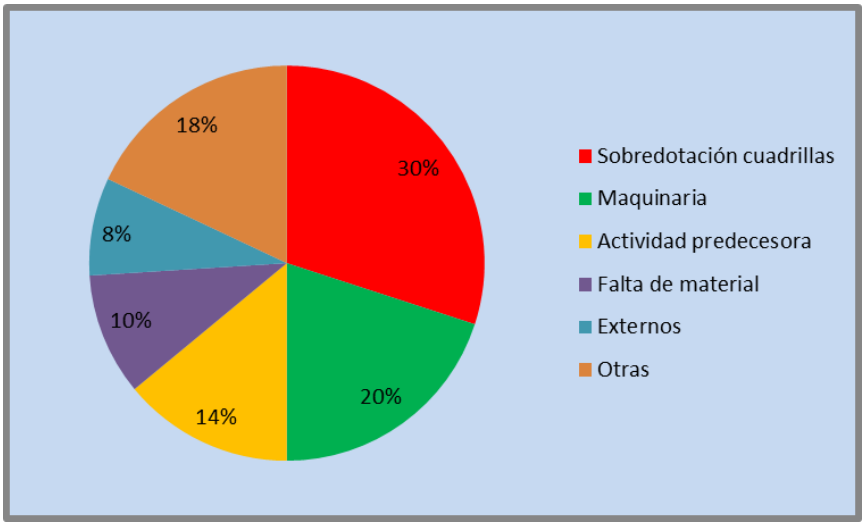


Ilustración 18. Causas de las esperas. Elaborado por Investigador principal.

La segunda causa en importancia que genera esta pérdida corresponde a la maquinaría, y en este caso en específico al transporte vertical, cuya razón de fondo no fue determinada completamente, pero sí se pudo detectar en forma clara la mala coordinación entre las cuadrillas interdependientes debido a problemas de rendimientos disparejos, lo cual genera una completa descoordinación en la utilización de dicha herramienta. Posteriormente, se identifican fallas en el flujo de materiales puesto que éstos no se encuentran en el momento requerido en los distintos frentes de trabajo. Esta situación va muy ligada al hecho de que no se dispone de maquinaria que los Transporte en el momento preciso, principalmente porque está siendo utilizada en otras labores.

- *Necesidades fisiológicas:*

Las causas que provocan esta pérdida de tiempo se identifican casi en un 100%, los grandes desplazamientos la principal de ellas, tal como se ilustra en la Ilustración 19. Esto se debe a que generalmente los Maestros de Obra tienen exceso de personal que supervisar, detectándose en casos extremos, obras con períodos en que la relación trabajador/Maestro alcanza valores que fluctúan entre 70 y 80. De igual manera se debe a la ubicación general de las obras provisionales, donde siendo proyectos de 15 niveles en promedio, dichas obras provisionales siempre permanecen en el nivel inferior del proyecto y en ningún momento se descentralizan.

La segunda causa más importante es debido a problemas administrativos, donde el trabajador aduce a la falta de material el no poder realizar sus labores de

manera completa, utilizando dicho argumento como una excusa y de esa manera afirma tener tiempo para ir a realizar sus necesidades fisiológicas. Con un resultado casi igual a la causa de falta de material, se encuentra la sobredotación de cuadrillas, donde algunos integrantes realizan los trabajos mientras otros simplemente miran o conversan al darse cuenta que las tareas asignadas para la cuadrilla se pueden realizar con menos personas o simplemente proceden a realizar sus respectivas necesidades fisiológicas. Finalmente la falta de control reflejada en la mala toma de decisiones para asignar tareas y distribuir el personal a lugares donde no ocupan bien su tiempo es la última causa detectada.

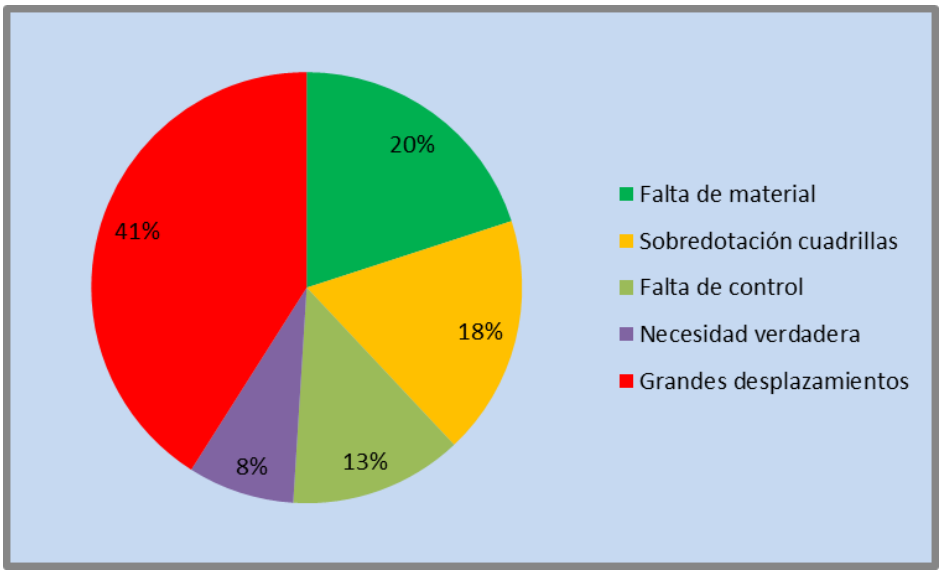


Ilustración 19. Causas de las necesidades fisiológicas. Elaborado por Investigador principal.

- *Descanso:*

Las causas que provocan esta pérdida de tiempo se identifican en un 100%, el tipo de contrato de los trabajadores es la principal de ellas, tal como se ilustra en la Ilustración 20. Esto se debe a que generalmente los contratos de obra que se utilizan al momento de ejecutar proyectos son los contratos por labor ejecutada o por precio unitario, generando en el trabajado un malestar o una falta de pertenencia por el proyecto en el cual viene laborando. Debido a ello debe de existir un control más riguroso el cual no es efectuado ya que el número de residentes es mínimo para llevar un control técnico necesario. Al existir este tipo de contrato, el trabajador simplemente se limita a lo que este a su alcance, ya que solo le pagaran lo que ejecute y de esta manera se le pagará *bastante* si realiza una gran cantidad de su labor y se le pagará *poco* si realiza su labor en menor escala.

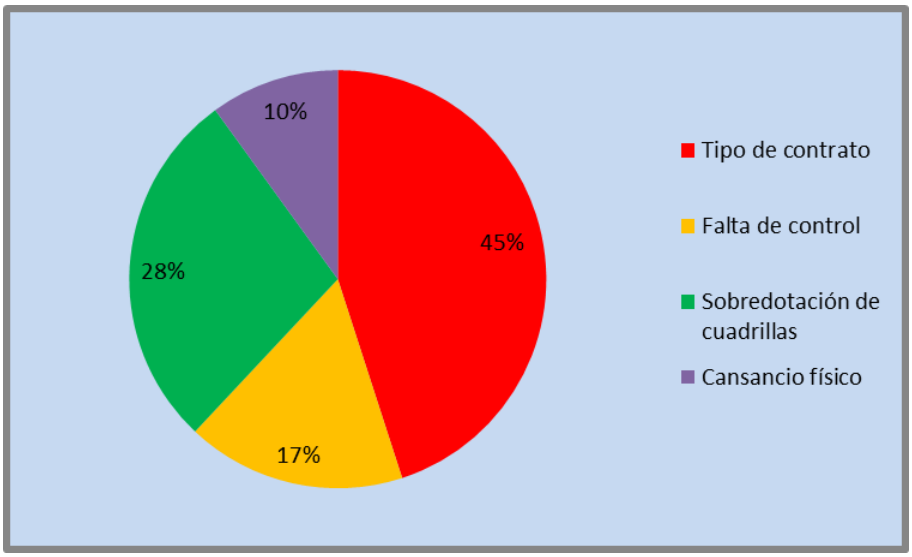


Ilustración 20. Causas del descanso. Elaborado por Investigador principal.

La segunda causa principal al igual que en análisis de esperas y de necesidades fisiológicas es la sobredotación de cuadrillas, donde algunos integrantes realizan los trabajos mientras otros simplemente miran o conversan al darse cuenta que las tareas asignadas para la cuadrilla se pueden realizar con menos personas y la tercera causa principal es la falta de control, donde se generan desplazamientos al haber pocos maestros para las necesidades reales de las obras, lo cual también tiene relación con la actitud propia del trabajador, generándose una movilidad sin causa, la cual siempre es difícil de controlar. Por último se encuentra el cansancio físico que además de ser reflejado en algunas ocasiones, en otras es manifestado por los mismos trabajadores los cuales en su gran mayoría no son los propios contratistas ni subcontratistas, son personas que pertenecen a ellos de manera laboral y se tiene desconocimiento acerca de sus verdaderas condiciones.

Análisis de causas de pérdidas secundarias.

- *Preparación de mezclas:*

Cuando se refiere a la preparación de mezclas como tal, se refiere a un sinnúmero de actividades que perjudican dicha labor. Las ineficiencias detectadas en el flujo de materiales son las principales causas de pérdidas en esta labor. El poco apoyo de ayudantes para realizar el abastecimiento de los materiales y/o herramientas a la mano de obra especializada hace que este personal pierda considerable tiempo en abastecerse por si mismo, siendo esta situación detectada

prácticamente en todos los edificios estudiados. Por otra parte, la mala forma de distribuir el material es la segunda causa en importancia derivada de esta fuente, tal como se ilustra en la Ilustración 27, lo cual es debido principalmente al uso de métodos inadecuados para llevar a cabo esta actividad, como el transportar materiales distancias excesivamente largas (lo que genera paralelamente un aumento de los descansos), y el no dejar en forma inmediata el material en el lugar de acopio definitivo cuando éste llega a la obra, lo que se traduce en vías de acceso poco expeditas y posteriores movimientos extras.

El poco apoyo de la maquinaria es otra causa significativa de los problemas que aumentan los índices del Transporte Manual. Dentro de este contexto, el 50% de las causas se produjo por la subutilización de equipos existentes en obra, ya que no cuentan con una planificación adecuada de su uso. Un ejemplo de esto es el hecho de haber encontrado, con frecuencia, mezcladoras con capacidad de fabricar morteros olvidadas en las obras provisionales sin uso ocupando espacio durante períodos prolongados. El restante 50% de estas causas se debe a que no se cuenta con suficiente maquinaria para realizar esta labor, situación que refleja una mala definición de las necesidades por este recurso y se traduce en un excesivo transporte ejecutado por la mano de obra.

Otra causa que afecta este ítem es la mala distribución del material, debido a esta misma fuente, es la mala coordinación o la falta de estudio de un diseño de ejecución previo conocido como layout. Donde se almacenará el material al momento de que llegue a la obra?, Como se desplazará dicho material hasta el punto donde será utilizado?, Quienes son las personas encargadas de realizar el acarreo interno de dicho material en el proyecto?. Preguntas como estas, no tienen respuesta dentro de cada uno de los proyectos que se analizaron, simplemente el material llegó.

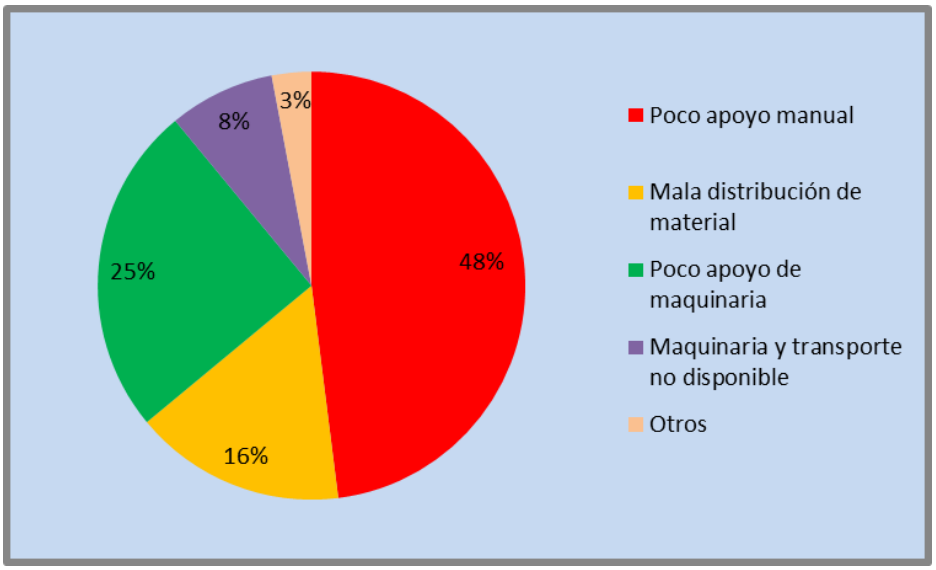


Ilustración 21. Causas de la preparación de mezclas. Elaborado por Investigador principal.

- *Tiempo Ocioso.*

Las causas que provocan esta pérdida de tiempo se identifican casi en un 100%, siendo la falta de supervisión la principal de ellas, tal como se ilustra en la Ilustración 22. Esto se debe a que generalmente los Residentes y Maestros tienen exceso de personal que supervisar, detectándose en casos extremos, obras con períodos en que la relación trabajador/Residente alcanza valores que fluctúan entre 90 y 110.

La segunda causa más importante es debido al diseño de cuadrillas sobredimensionadas, donde algunos integrantes realizan los trabajos mientras otros simplemente se relajan, se miran, conversan, fuman, etc. al darse cuenta que las tareas asignadas para la cuadrilla se pueden realizar con menos personas. En tercer lugar, con un porcentaje menor, esta pérdida se debe a la actitud propia del trabajador, como el parar de trabajar cuando los Residentes y Maestros están en otros sectores, a pesar de haber una relación Maestro/trabajador razonable, por relajo ante factores externos como el clima y las festividades, o en menor grado, debido a razones de desmotivación ante situaciones administrativas. Finalmente la mala toma de decisiones para asignar tareas y distribuir el personal a lugares donde no ocupan bien su tiempo es la última causa detectada.

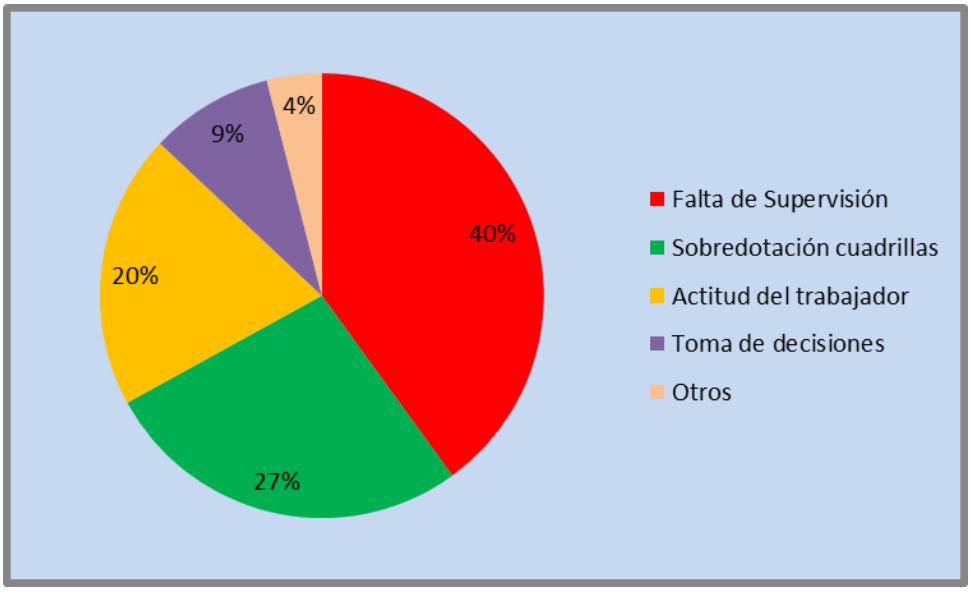


Ilustración 22. Causas del Tiempo Ocioso. Elaborado por Investigador principal.

- *Reprocesos.*

Esta pérdida de tiempo, a pesar de ser mínima en comparación a las principales, se analiza como una de las más relevantes dentro de los resultados secundarios al ser extremadamente negativa para la productividad del recurso humano puesto que influye directamente en la motivación de los participantes de las obras, y por ende, condiciona negativamente el entorno controlable, especialmente cuando es producto de una mala calidad de los trabajos. Además, este tipo de trabajo implica el requerimiento adicional de materiales para el desarrollo del proyecto.

La primera causa de los reprocesos, se debe a problemas de calidad detectados una vez ejecutados los trabajos, tal como se muestra en el Ilustración 23, donde destacan los desplomes, fisuras, aplicación de pintura mal ejecutada y desniveles. Esta situación no sólo es producto de la poca capacidad de la mano de obra para realizar buenos trabajos de una sola vez, sino que también es responsabilidad de la administración, ya que la calidad del trabajo es inspeccionada una vez que éstos se han realizado y no durante la ejecución de los mismos, como debería ser teóricamente.

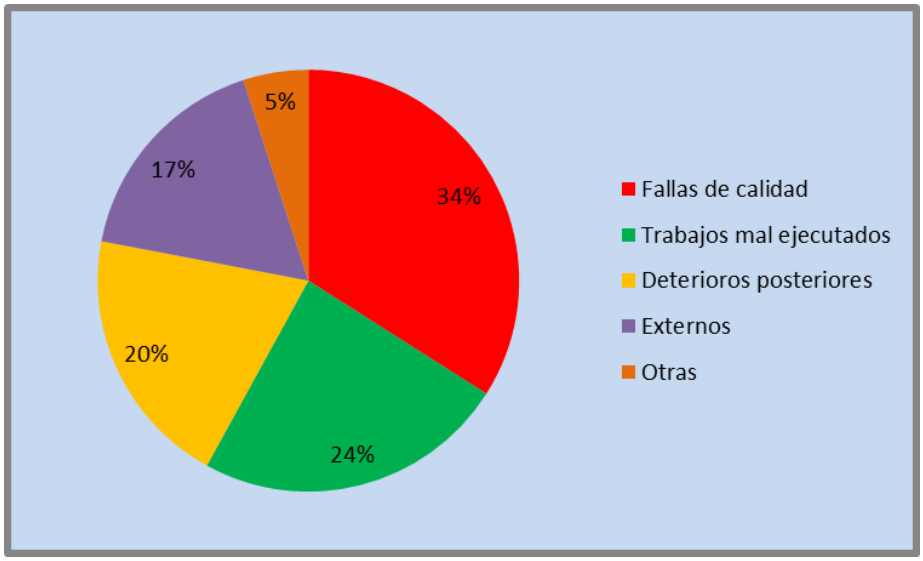


Ilustración 23. Causas de reprocesos. Elaborado por Investigador principal.

Por otro lado, los trabajos mal ejecutados previos que se pudieron detectar con certeza, como los problemas de trazado, formaletería débil que se abre al momento de vaciar concreto, revoques que no se dejan secar en un 100% para aplicar el estuco, que más adelante se nota deteriorado al igual que la aplicación de la pintura, producen una importante cantidad de Trabajo Rehecho.

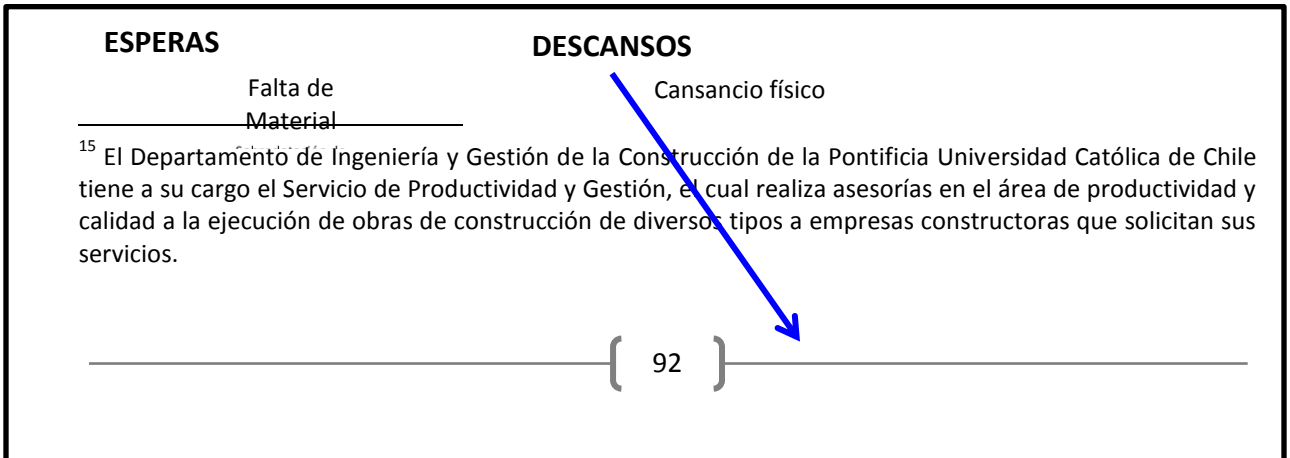
Los deterioros posteriores a trabajos ya realizados originan también considerable tiempo destinado a rehacer trabajo, sobre todo en zonas expuestas al paso constante de otras cuadrillas, siendo las causas más comunes el dañar los acabados como el estuco y la pintura, despuntar los filetes, agrietar pisos que se encuentran recién instalados. Esta situación se debe a que estos sectores no son debidamente protegidos y a que el personal no se preocupa mayormente de tener cuidado en no deteriorarlos.

Finalmente, dentro de las causas no controlables por la administración y que generan un buen porcentaje del trabajo que debe ser rehecho se encuentran los cambios de diseños posteriores a la ejecución de los trabajos.

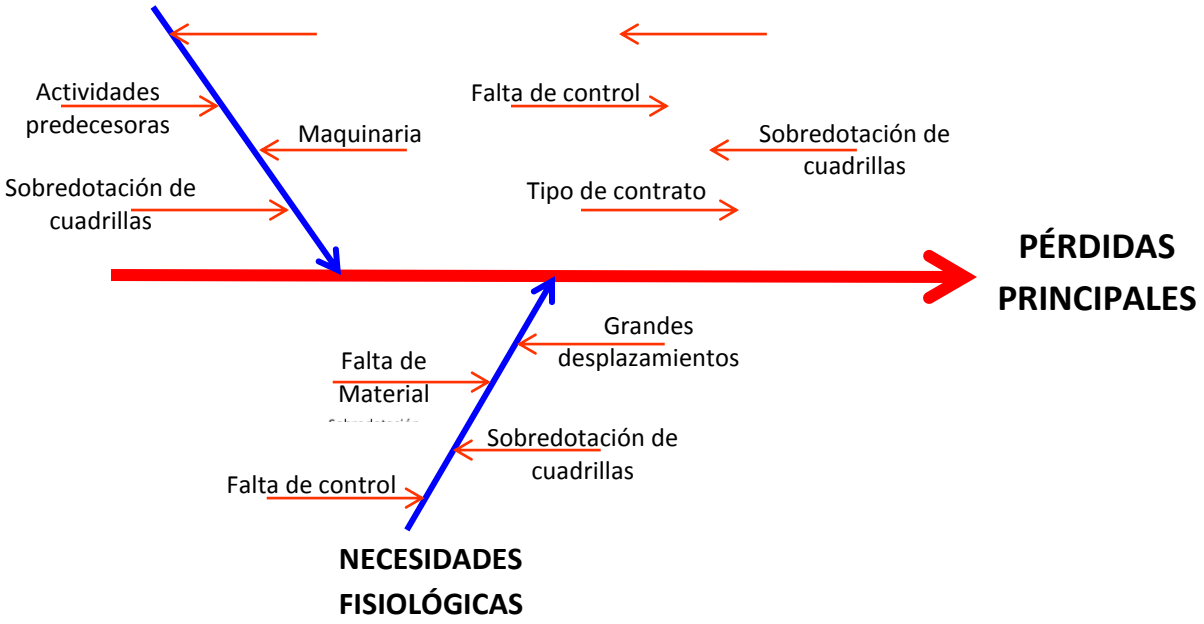
Resumen:

La distribución del tiempo del recurso humano durante las jornadas laborales de todas las obras estudiadas indica que un 50% del tiempo es dedicado a labores no productivas. Dentro de este porcentaje, tanto el T.C. como el T.N.C. sobrepasan los valores óptimos propuestos por el S.P.G[15]., siendo esta alza comparativamente mayor en el primer caso. Cabe señalar que dentro de estas actividades no contributivas, las categorías de Esperas, Necesidades fisiológicas y descanso un 74% del total, razón por la cual son denominadas Pérdidas Principales.

Dentro de las categorías del T.C. la preparación de mezclas representa aproximadamente el 40 % de estas actividades, siendo claramente la principal de ellas. Todas estas actividades contributivas son denominadas “pérdidas secundarias” ya que aunque son pérdidas de tiempo productivo al menos ayudan a realizar las actividades que agregan valor a los productos. Además se incluyen en este grupo los Tiempos ociosos, reprocesos, desplazamientos pues a pesar de representar actividades no contributivas el tiempo que se pierde en éstas es secundario en comparación a las principales.
Las causas de estas pérdidas de tiempo son diversas y se resumen en los siguientes dos diagramas Causa-Efecto presentados a continuaci



[15] El Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile tiene a su cargo el Servicio de Productividad y Gestión, el cual realiza asesorías en el área de productividad y calidad a la ejecución de obras de construcción de diversos tipos a empresas constructoras que solicitan sus servicios.



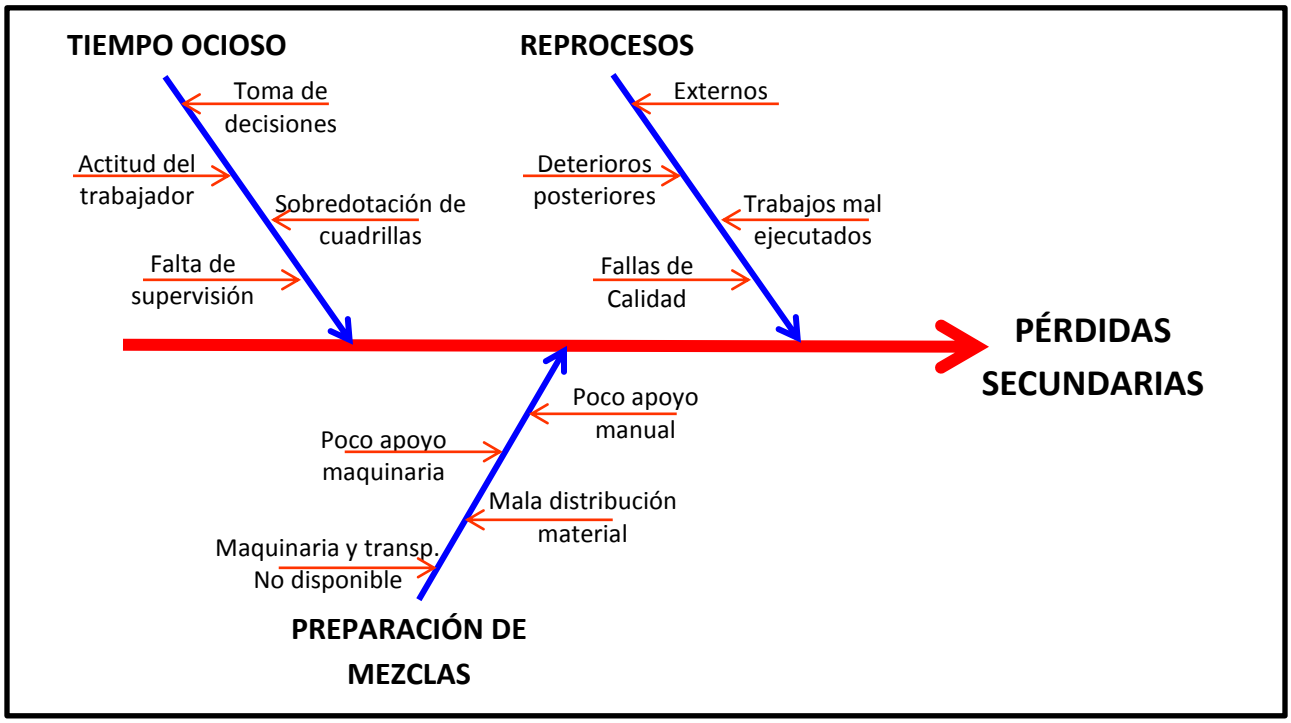


Ilustración 25. Diagrama Causa – Efecto, para las pérdidas secundarias. Elaborado por Investigador principal.

5.3 ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO Y CONSUMO DE MANO DE OBRA

Para muchas personas del gremio de la construcción, el rendimiento y el consumo de mano de obra son conceptos similares, lo cual es totalmente falso, ya que el rendimiento está encaminado hacia el tiempo invertido por una cuadrilla previamente diseñada para ejecutar una actividad, ejemplo: Una cuadrilla compuesta por un ayudante entendido y un oficial, pueden realizar 22 m^2 de mampostería al día. En cuanto al consumo de mano de mano de obra nos referimos al tiempo invertido por cada participante sumado, de la cuadrilla o equipo de trabajo por unidad de ejecución, ejemplo: En el mismo ejemplo que se tiene en cuenta para el concepto de rendimiento, podemos decir lo siguiente llevándolo al concepto de consumo: La cuadrilla en mención está compuesta por dos personas, las cuales realizan 22 m^2 al día (8 horas de labor teóricamente) y es equivalente a 0.36 horas para realizar 1 m^2 de mampostería, el cual llevándolo al consumo de mano de obra, tomamos el rendimiento y lo multiplicamos por el número de personas que integren la cuadrilla, para este caso entonces el consumo de mano de obra será 0.72 horas hombre por cada metro cuadrado (m^2) ejecutado.

Al momento de realizar una programación de obra debemos tener en cuenta el rendimiento de la mano de obra de cada cuadrilla en cada actividad que realicen, dicho rendimiento lo debemos de relacionar con la cantidad de obra por ejecutar y de esta manera obtendremos la duración para cada actividad. Estos rendimientos los debemos obtener por medio de la cultura de medición en obras similares en las cuales se haya laborado, pero al no tener la cultura de la medición se recurre a rendimientos sin estudios y lo pero aún sin tener en cuenta el factor del tiempo productivo con el fin de determinar rendimientos reales y no ficticios.

A continuación se relacionan las actividades en las cuales se identificaron rendimientos y consumos de mano obra en este proceso de estudio. Para dicho estudio se realizaron mediciones durante toda la jornada laboral, identificando tiempo laborado y cantidad de obra ejecutada, obteniendo de esta manera unos teóricos, los cuales se afectan más adelante con los tiempos productivos, identificando de esta manera rendimientos y consumos muy aproximados a la realidad.

ACTIVIDAD ESTUDIADA	UNIDAD DE MEDIDA	COMPOSICIÓN CUADRILLA
Mampostería a la vista, en ladrillo catalán	m^2	1 oficial y 1 ayudante entendido
Instalación de cielo falso continuo	m^2	1 oficial y 1 ayudante entendido
Instalación de piso laminado en madera	m^2	1 oficial y 1 ayudante entendido
Enchape cerámico sobre mampostería	m^2	1 oficial y 1 ayudante entendido
Instalación de piso en baldosa tipo terrazo	m^2	1 oficial y 1 ayudante entendido
Aplicación de pintura en interiores	m^2	1 oficial
Instalación de piso tipo porcelanato	m^2	1 oficial y 1 ayudante entendido
Mortero de nivelación para instalación de piso	m^2	1 oficial y 1 ayudante entendido
Aplicación de estuco sobre revoque	m^2	1 oficial
Aplicación de revoque sobre mampostería	m^2	1 oficial y 1 ayudante entendido
Aplicación de pintura fondeo	m^2	1 oficial

Tabla 7. Actividades estudiadas para consumo y rendimiento de mano de obra. Elaborado por Investigador principal.

Para cada una de las actividades descritas en la tabla 7, se determinó la productividad, el rendimiento y consumo de mano de obra teórico y el rendimiento y consumo de mano de obra real.

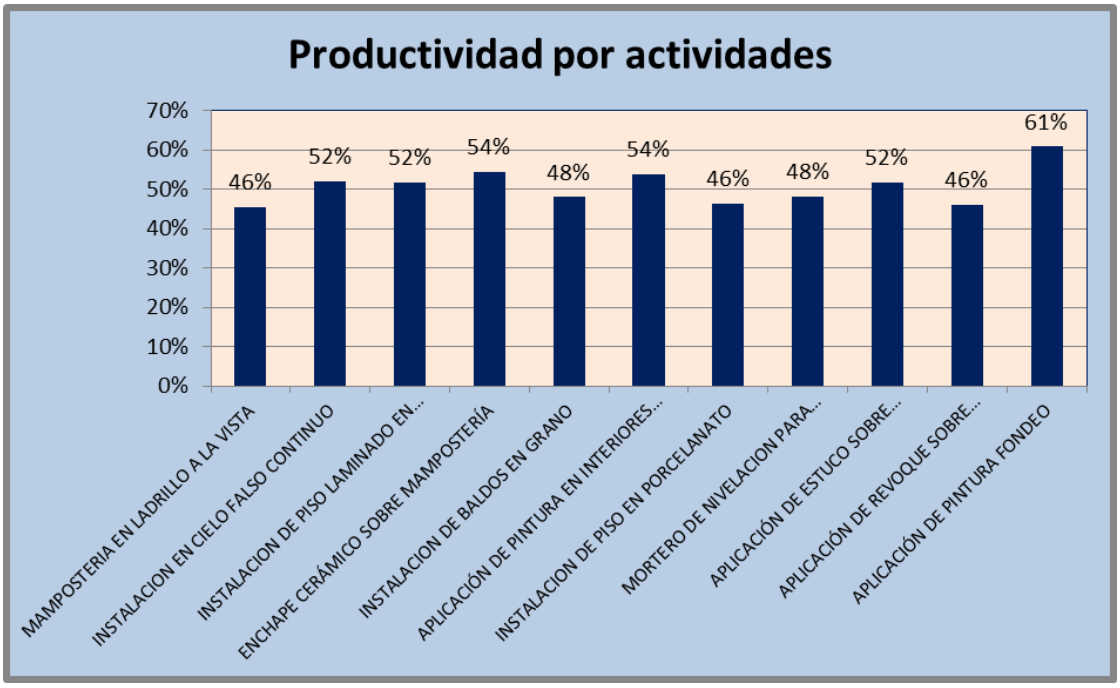


Ilustración 26. Productividad obtenida en cada una de las actividades en estudio. Elaborado por Investigador principal.

Análisis de productividad por actividad.

Tal y como lo ilustra la Ilustración 26, cada actividad que se ha estudiado, obtuvo su propia productividad con la metodología expresada capítulos atrás. Claramente se observa que porcentualmente no hay diferencias representativas, si se ve que hay unas actividades más productivas que otras, caso tal son las actividades donde la cuadrilla o equipo de trabajo está compuesta por una sola persona, dichas cuadrillas son más productivas como en actividades de aplicación de pintura en interiores (54% de productividad), aplicación de pintura fondeo (61% de productividad) y aplicación de estuco sobre revoque (52% de productividad), tranquilamente se podría concluir que las cuadrillas conformadas por solo oficiales son más productivas ya que no tienen otra persona que los está desconcentrando o a quien darle indicaciones para realizar labores.

Otras actividades como la mampostería en ladrillo a la vista (46% de productividad) e instalación de piso en baldosa de grano tipo terrazo (48% de productividad), son actividades donde su equipo de trabajo se compone de dos o más personas, incluso donde los mismos ayudantes son los grandes generadores de tiempos contributivos TC y tiempos no contributivos TNC y por lo contrario no generan o agregan valor al tiempo productivo TP.

Análisis de rendimiento de mano de obra por actividad.

A continuación se relaciona el rendimiento de mano de obra teórico en cada una de las actividades estudiadas.

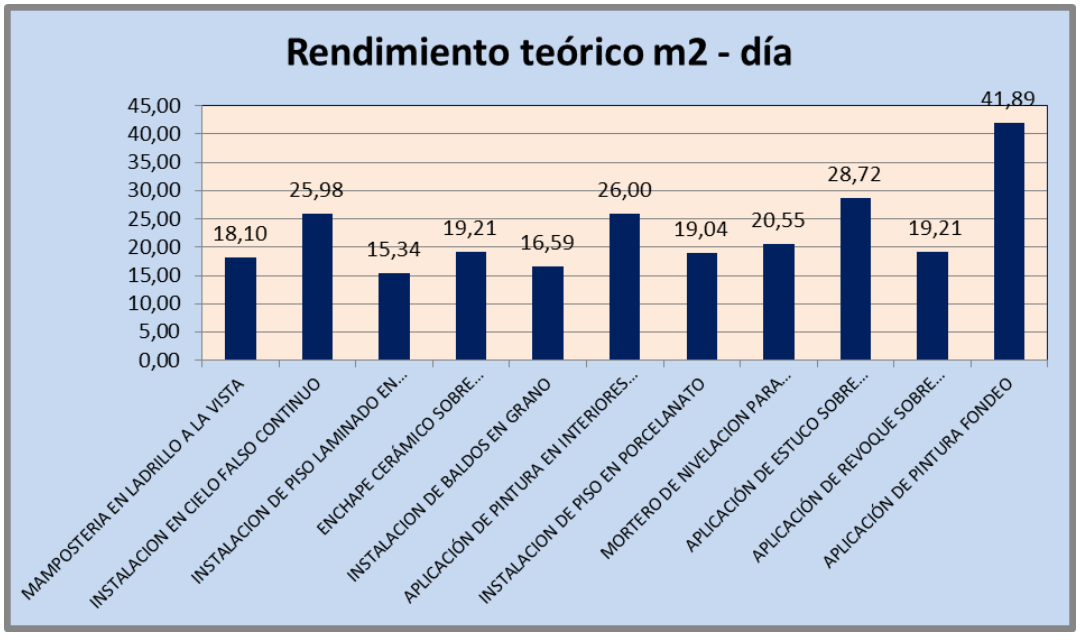


Ilustración 27. Rendimiento teórico en unidad de ejecución por día (se utiliza para programar). Elaborado por Investigador principal.

De igual forma que la productividad en cada actividad, se observa claramente que las actividades donde el equipo de trabajo es compuesto por una sola persona, son las que más unidades de ejecución realizan al día (m^2/día), pero se debe aclarar que existen actividades donde el trabajo artesanal es de mucho detalle, por lo cual no será la misma cantidad y es imposible que lo sea en todas las actividades en estudio.

Al momento de realizar una programación de obra, donde se necesite como insumo el rendimiento de la mano de la obra, tomamos datos como los que se muestran en la ilustración 27, en casos donde se tenga la cultura de la medición, pero lastimosamente se olvida el factor productivo, es por ello que a este rendimiento lo llamamos teórico o ideal. De igual manera cuando se pretende costear una actividad se deben tener en cuenta los Costos Directos en el Análisis de Precio Unitario y uno de esos componentes es la mano de obra, por ello se debe tener en cuenta este rendimiento, pero ya no en unidad de ejecución por día (m^2/día), sino en tiempo por unidad de ejecución (Horas/m^2) ya que el análisis es unitario. En la Ilustración 35, se puede observar de manera clara los rendimientos teóricos en tiempo por unidad de ejecución (Horas/m^2).

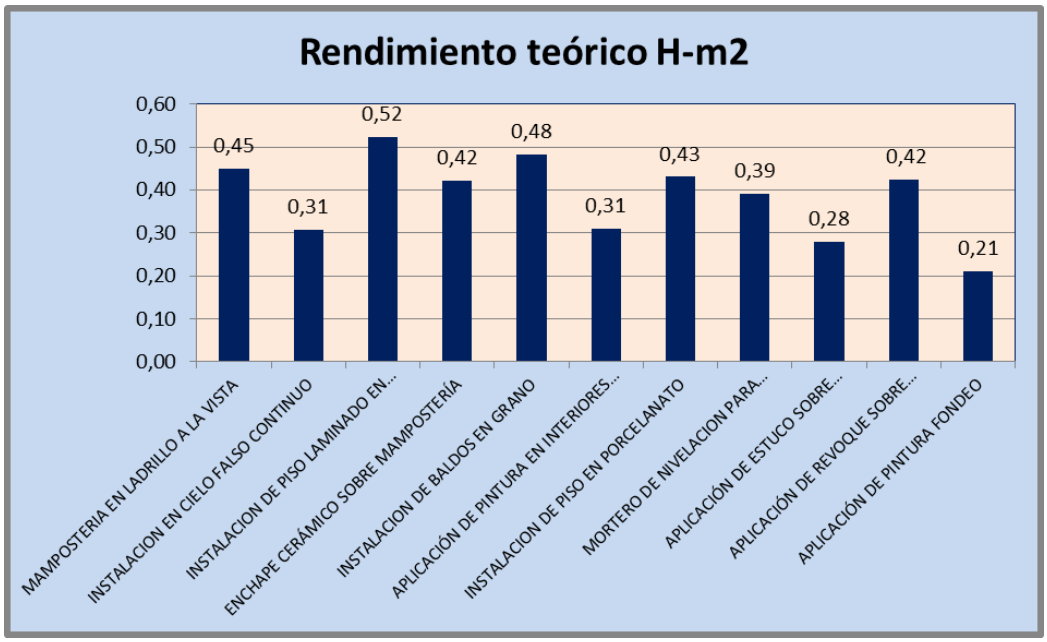


Ilustración 28. Rendimiento teórico en tiempo por unidad de ejecución (se utiliza para costear). Elaborado por Investigador principal.

Los resultados ilustrados en la anterior ilustración son inversamente proporcionales a la ilustración 27, ya que aunque expresan los mismos resultados, sus unidades de ejecución son diferentes, para el caso de aplicación de pintura

fondeo se observa que se invierte menos tiempo por unidad de ejecución y traduce que se hace mayor cantidad por día laborado.

Análisis de rendimiento de mano de obra real, teniendo en cuenta el TP.

De la misma forma en que se explica el rendimiento teórico se explica el rendimiento real, a manera de concepto, lo que los diferencia, es que para llegar al rendimiento real, se debe afectar el rendimiento teórico por cada uno de sus propios tiempos productivos y de esta manera se podrá trabajar con tiempos aproximados a una realidad, lo que nos llevaría a resultados en la programación de los proyectos a tiempos reales y no ficticios. A continuación se ilustra en la ilustración 29, la diferencia entre cada uno de los rendimientos en las actividades en estudio y de esta manera se pueden notar las grandes diferencias entre lo real y lo teórico.

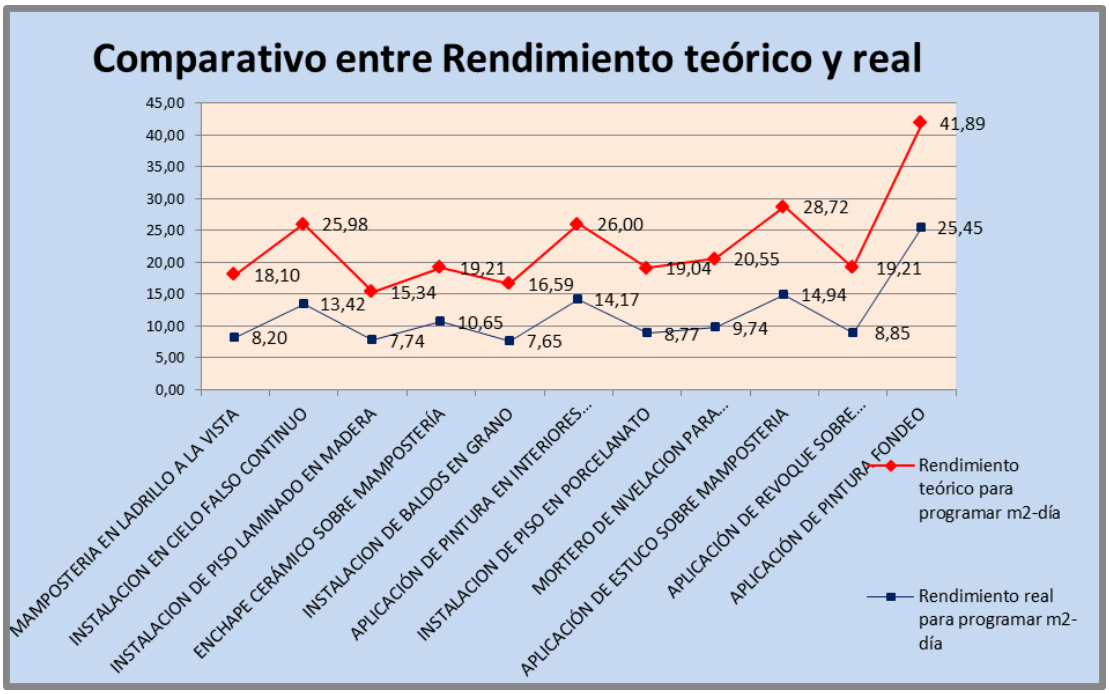


Ilustración 29. Comparativo entre el rendimiento real y el rendimiento teórico para cada actividad. Elaborado por Investigador principal.

La mejor forma de comprender la ilustración anterior es llevarla a un caso real. En un proyecto de construcción donde se tiene por ejecutar 850 m^2 de mampostería a la vista y se trabaja con un rendimiento teórico de 18.10 m^2/día por cuadrilla obtendríamos lo siguiente en caso de trabajar con 2 cuadrillas:

$$Duración = \frac{\text{Cantidad de obra}}{\text{Rendimiento} * \#\text{ de cuadrillas}}$$

$$\text{Duración} = \frac{850\ m^2}{(18.1\frac{m^2}{\text{día}} * 2\text{cuadrillas})} \quad Duración = 23.48\ días\ \approx 24\ días$$

El anterior cálculo nos indica que la duración para dicha actividad es de 24 días, eso sí, trabajando con un rendimiento teórico y lo ideal para obtener una programación más precisa es trabajar con rendimientos reales, donde se tienen en cuenta los tiempos productivos para cada actividad. Para el caso particular de la mampostería a la vista el TP fue del 46% el cual debe afectar al rendimiento teórico, el cual pasaría de 18.10 m^2/día a 8.20m^2/día por cuadrilla y nos traduce lo siguiente para el ejemplo que se viene trabajando:

$$\text{Duración} = \frac{850\ m^2}{(8.20\frac{m^2}{\text{día}} * 2\text{cuadrillas})} \quad Duración = 51.82\ días\ \approx 52\ días$$

Podríamos concluir entonces teniendo como base este simple ejemplo, que en solo la programación de una sola actividad, tendríamos un desfase de 28 días para la ejecución de la misma, lo que llevaría a contratar más cuadrillas y a no seguir una planificación que quizás se tendrías previamente, llevando el proyecto a improvisar y a esperar resultados que no estaban planificados. De ahí la importancia de tener en cuenta la cultura de medición en los proyectos de construcción y de esta manera obtener resultados aproximados en cuanto a rendimientos, consumos y productividad de mano de obra.

Análisis del consumo de mano de obra por actividad.

El consumo de mano de obra es un elemento ligado al rendimiento de la mano de obra, la diferencia entre estos es que el consumo se ve afectado por el número de personas que integren una cuadrilla y de igual manera se ve afectado por los tiempos productivos para cada actividad.

En el gremio de la construcción, el tiempo es sinónimo de valor en pesos, lo que debe llevar a este estamento a realizar planificaciones concienzudas, con el fin de obtener buenos rendimientos y disminuir los consumos de mano de obra. En la ilustración 30, se observa el consumo de mano de obra para cada una de las actividades en estudio, y en el caso de actividades donde el equipo de trabajo o cuadrilla está compuesta por una sola persona será igual al rendimiento expresado en tiempo por unidad de ejecución, mientras que en las otras cuadrillas dicho rendimiento se debe multiplicar por el número de personas que la conformen.

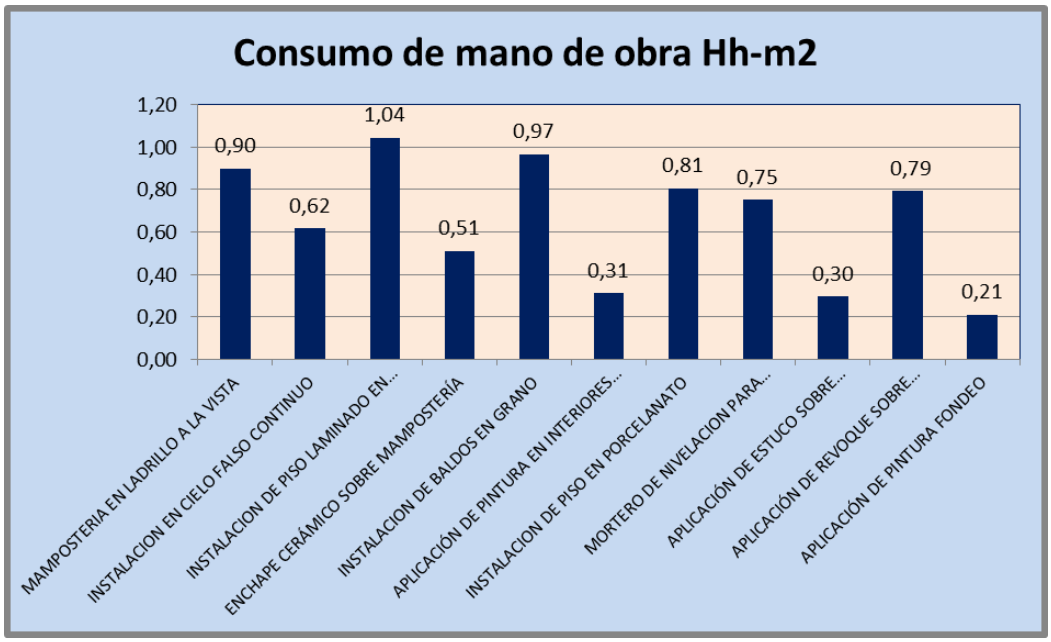


Ilustración 30. Consumo de mano de obra en tiempo por unidad de ejecución para cada actividad. Elaborado por Investigador principal.

Actividades como la instalación de piso en baldosa de grano tipo terrazo, poseen un consumo muy alto de mano de obra por unidad de ejecución, dicho consumo podría disminuir incluso a la mitad, pasar de 0.97 Hh/m^2 a 0.48 Hh/m^2 si se implementan estrategias logísticas, como planos de construcción, modulaciones definidas, distribución oportuna de materiales necesarios, entre otras, incluso obteniendo todas esas herramientas, se puede prescindir en algunas labores del ayudante ya sea raso o entendido y de esta manera se disminuyen las Horas hombre (Hh).

Cuando se le pregunta al representante de una empresa constructora que de donde salen los precios de la mano de obra para determinada actividad, la respuesta más común es: "*la que exista en el mercado*", ¿acaso esa es una respuesta lógica? ¿No debería existir un análisis, respecto a la mano de obra donde existan variables como el jornal y el rendimiento en tiempo por unidad de ejecución? Como ejemplo se puede tomar la actividad descrita anteriormente como lo es la Instalación de piso en baldosa tipo terrazo y determinar lo siguiente:

Es una cuadrilla compuesta por un oficial y un ayudante entendido, donde los salarios por hora con prestaciones sociales pueden estar en promedio en $6.900 y $5.020 respectivamente y se toma el rendimiento real para dicha actividad en horas por unidad de ejecución de la ilustración 28, que es igual a 0.48 Hh/m^2. Si lo llevamos al cálculo y se determina el valor de la mano de obra en pesos colombianos por m^2, se llega a lo siguiente:

- $6.900 (Jornal hora oficial) * 0.48Hh/m^2 = $3.312
- $5.020 (Jornal hora ayudante) * 0.48Hh/m^2 = $2.410

Si se suman los dos resultados anteriores se puede llegar a decir el costo directo de la mano de obra en la actividad en estudio es de $5.722 m^2 instalado y si se tiene en cuenta en el diseño de ejecución una cuadrilla o el personal necesario para abastecer a los oficiales del material, junto con los planos de construcción que indiquen como elaborar su tarea, los costos incluso podrían reducirse ya que los ayudantes entendidos se utilizarían en labores muy específicas. Para esta labor entonces el valor podría disminuir en el costo directo hasta $2.410 por m^2.

A continuación se relacionan las actividades estudiadas con sus respectivos rendimientos tanto teóricos como reales, y la productividad detectada para cada una de ellas.

ACTIVIDAD ESTUDIADA	UNIDAD DE MEDIDA	PRODUCTIVIDAD	RENDIMIENTO TEÓRICO. m^2/día	RENDIMIENTO REAL. m^2/día
Mampostería a la vista, en ladrillo catalán	m^2	46%	18.10	8.20
Instalación de cielo falso continuo	m^2	52%	25.98	13.42
Instalación de piso laminado en madera	m^2	52%	15.34	7.74
Enchape cerámico sobre mampostería	m^2	54%	19.21	10.65
Instalación de piso en baldosa tipo terrazo	m^2	48%	16.59	7.65
Aplicación de pintura en interiores	m^2	54%	26.00	14.17
Instalación de piso tipo porcelanato	m^2	46%	19.04	8.77
Mortero de nivelación para instalación de piso	m^2	48%	20.55	9.74
Aplicación de estuco sobre revoque	m^2	52%	28.72	14.94
Aplicación de revoque sobre mampostería	m^2	46%	19.21	8.85
Aplicación de pintura fondeo	m^2	61%	41.89	25.45

Tabla 8. Productividad y rendimientos hallados en la investigación. Elaborado por Investigador principal.

5.4 ANÁLISIS DEL ENTORNO SOCIOCULTURAL DEL TRABAJADOR DE LA CONSTRUCCIÓN.

Al momento de realizar la investigación, se tuvieron en cuenta datos de índole externo e interno del proyecto, ya que el trabajador es un ser humano y así se piense que la productividad solamente depende factores internos en el proyecto, también hay factores en un entorno social que afectan y de gran manera las labores que ellos desempeñan.

Para llevar a cabo dicho análisis, se integraron los factores tanto externos como internos y de esta manera se logra una combinación de aspectos, los cuales generan unos resultados para la interpretación de estas características.

Contexto entorno y vivienda.

- *Análisis de lugar de residencia.*

En dicho análisis se tiene en cuenta el Municipio, el estrato y la Comuna donde habita el trabajador que desempeña la labor de construcción, lo anterior con el fin de analizar los desplazamientos desde su vivienda hacia el lugar de trabajo y de esta forma poder determinar los tiempos de movilidad, de igual manera nos permite realizar un estudio acerca de los problemas sociales que se tienen en las diferentes zonas del lugar donde reside, ya que se puede llegar a tener problemas tales como barreras invisibles, lo que genera una tensión en el trabajador.

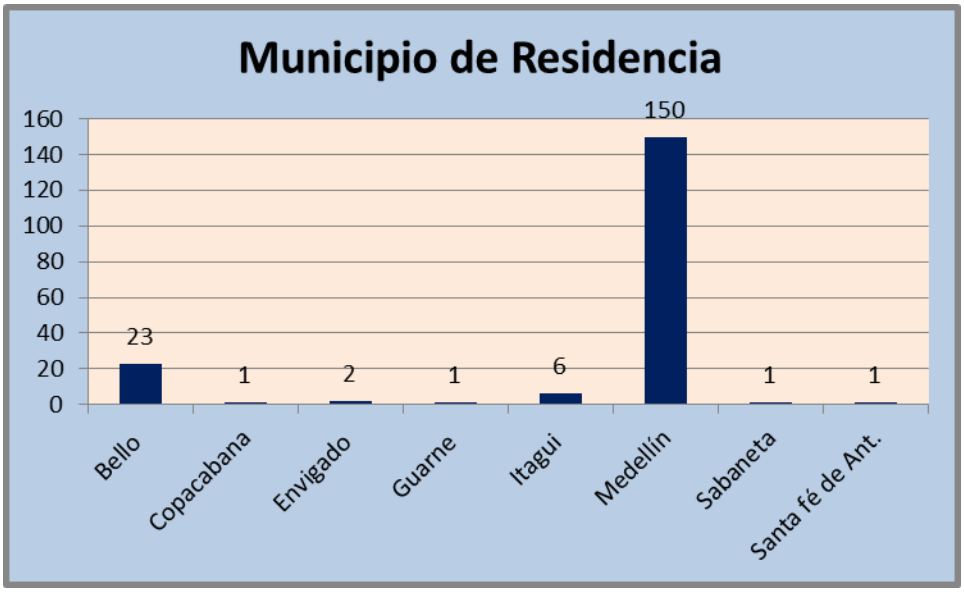


Ilustración 31. Municipio de residencia de los trabajadores en los proyectos visitados.

Tal y como se observa en la ilustración 31, el 81.1% de los trabajadores que corresponde a 150 de los 185 estudiados, habitan en el Municipio de Medellín, que es el mismo que sirvió como zona de estudio para esta investigación. El 12.4% que equivale a 23 trabajadores, habitan en el Municipio de Bello, el cual se encuentra ubicado en la zona norte del Valle de Aburrá. El 6.5% restante es personal que habita en otros municipios aledaños a Medellín.

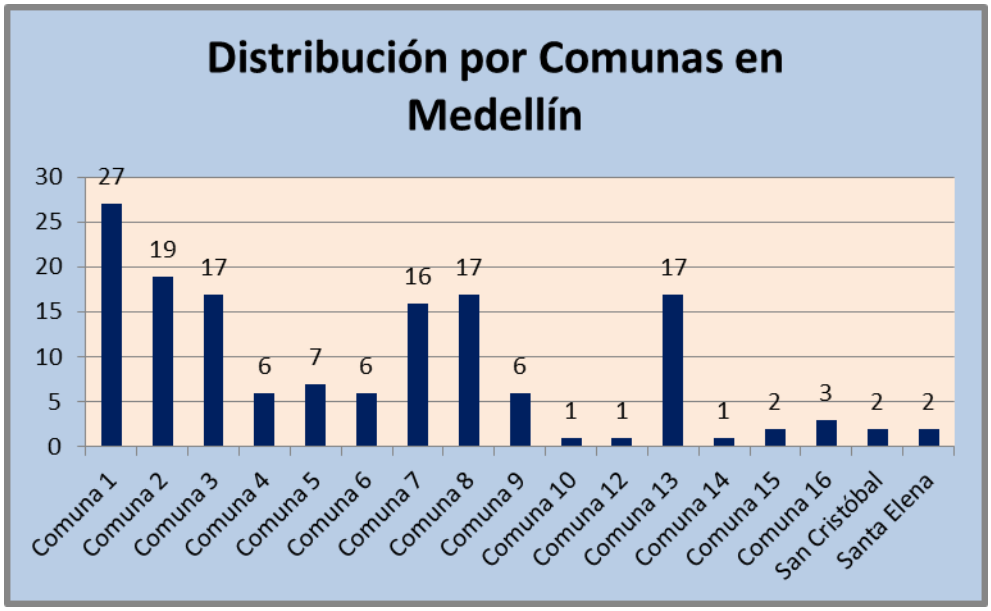


Ilustración 32. Distribución de ubicación de trabajadores por Comunas en el Municipio de Medellín.

Ya que el 81.1% de los trabajadores seleccionados para la muestra habitan en el Municipio de Medellín, se les realiza el estudio acerca de la Comuna en la cual habitan, lo anterior con el fin de tener más en detalle un estudio de desplazamientos de un lugar a otro y de la problemática social que los rodea.

Tal y como se puede observar en la ilustración 32, el grueso de los trabajadores habitan en las comunas 1, 2, 3, 7, 8 y 13, ocupando el 75.3% de la totalidad de ellos, a continuación se ilustra en un mapa del Valle de Aburrá, la ubicación de los proyectos estudiados con relación a la ubicación de los trabajadores, donde se podrá evidenciar de forma clara los traslados que ellos realizan para poder llegar a sus lugares de trabajo.

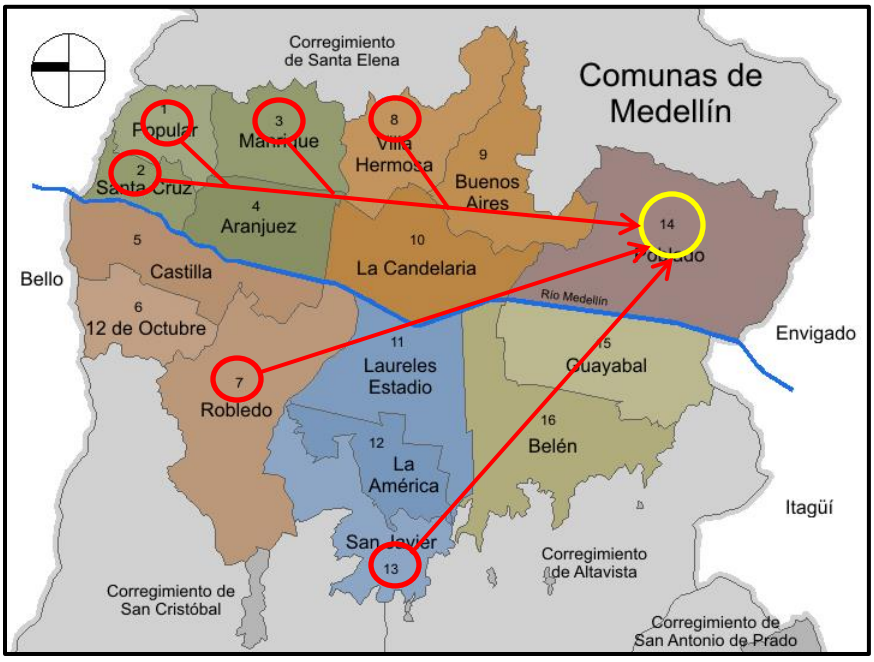


Ilustración 33. Principales puntos de ubicación de vivienda de los trabajadores del sector de la construcción vs punto de trabajo.

Se evidencia de forma clara que el nivel de desplazamiento al cual se enfrenta los trabajadores en estudio, las distancia entre el punto de trabajo con respecto a la vivienda son extremos e indica que se debe de cruzar la ciudad casi en su totalidad, lo que puede generar incluso un desgaste emocional y físico antes de empezar su jornada.

Además la situación social de estos sectores al momento de realizar la investigación no eran los mejores. Informes como los siguientes son muy recurrentes, donde se habla incluso de desplazamientos intraurbanos, los cuales afectan la estabilidad de las personas que allí habitan:

"*En 2013 se reportan 17 homicidios a jóvenes de edades entre los 17 y los 25 años, y 5 casos de desaparición forzada, según denuncias realizadas por la comunidad en escenarios de participación.*

Es preocupante la situación de la población civil que está atrapada en medio del conflicto, especialmente los niños 5 menores de edad han sido heridos por causa de explosiones de granadas de fragmentación, que son en la actualidad una práctica recurrente de los grupos paramilitares enfrentados.

Según los censos realizados por el Plan de Desarrollo Local en los sectores donde se concentra el conflicto armado habitan aproximadamente 32.000 personas, siendo los menores de edad un alto porcentaje de la población. Por

causa del conflicto, han aumentado los desplazamientos intraurbanos, convirtiendo a varios sectores de la Comuna en "barrios fantasma" como es el caso de Esfuerzos de Paz 1 y 2 y Unión de Cristo, donde se pueden contar en los dedos de las manos las familias que aún viven allí. Más de 43 familias se han desplazado de la comuna por temor a arriesgar sus vidas por vivir en medio de la confrontación armada; ¿Cómo salieron estas familias?, ¿qué protección o acompañamiento tienen?, ¿Qué entidades están velando por la protección de sus derechos? Son algunas de las preguntas que tenemos para la Administración Municipal. Cabe anotar que la mayoría de estas familias llegaron de otras regiones del departamento desterradas de sus territorios y despojadas de tierras y bienes causa del conflicto armado en sus lugares de origen, y estaban tratando de reconstruir sus vidas en la comuna ocho"[16].

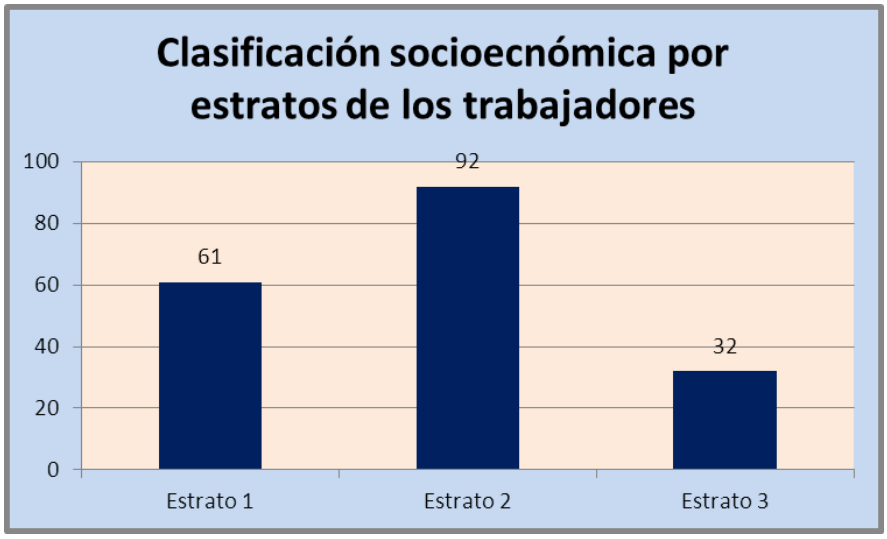


Ilustración 34. Clasificación socioeconómica por estratos de los trabajadores seleccionados en la muestra.

Según el Municipio de Medellín, las personas que allí habitan se clasifican de la siguiente manera en el aspecto socioeconómico:

Estrato 1: Bajo- Bajo.
Estrato 2: Bajo.
Estrato 3: Medio – Bajo.
Estrato 4: Medio.
Estrato 5: Medio – Alto.
Estrato 6: Alto.

[16] Tomado de: http://prensarural.org/spip/spip.php?article10268

Lo anterior junto con la ilustración 34, evidencia que el trabajador de la construcción pertenece en un 82.7% a los estratos 1 y 2, demostrando de esta manera que dicho personal carecen de recursos en todo su ámbito social y deben de recurrir a oficios como el de la construcción para subsistir.

- *Análisis de procedencia.*

"Cerca de la mitad de los desplazados en Colombia provienen de los departamentos de Cauca, Nariño, Valle y Chocó, según denunció este miércoles la Defensoría del Pueblo, en el marco del día de la Afrocolombianidad.

La entidad hizo un llamado urgente a las autoridades "nacionales, departamentales y municipales, para profundizar las acciones de protección de los territorios, evitar el desplazamiento forzado de las comunidades, fortalecer la ruta de restablecimiento de derechos e implementar medidas de asistencia con enfoque diferencial".

Según un informe de la Defensoría, basado en datos de la Unidad Para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas (Uariv), el 48,1 % de los desplazados en Colombia por el conflicto armado se encuentran en los departamentos de la región Pacífica.

De esta forma, hasta el 2013 se habían contabilizado 18.167 desplazados en Nariño; 17.468 en el Valle del Cauca; 12.156 en el Cauca y 7.736 en el Chocó. La Defensoría agrega que "el 47,7 por ciento de los desplazados pertenecen a comunidades negras y el 23, 9 por ciento a comunidades indígenas".

El informe también indica que de la lista de 25 municipios con mayor desplazamiento en el país, doce hacen parte de estos cuatro departamentos: Buenaventura y Cali (Valle del Cauca); Tumaco (Nariño); Quibdó, Litoral de San Juan, Riosucio y Bajo Baudó (Chocó); Suárez, López de Micay, Argelia, Timbiquí, El Tambo y Bolívar (Cauca).

La entidad recuerda que la situación de desplazamiento más reciente se presentó en el Alto Baudó, en el Chocó, donde más de 2.500 personas abandonaron sus hogares por el temor ante los enfrentamientos entre el ELN y las Autodefensas Gaitanistas.

Sobre el Valle del Cauca, la Defensoría indicó que las Farc son responsables de los desplazamientos en zonas rurales de Florida, Pradera, Buga y Tuluá; mientras que las bandas criminales, cuya jurisdicción es principalmente

urbana, atemorizan a las poblaciones mediante sicariato, extorsiones y microtráfico.
Lo anterior se evidencia claramente en Buenaventura, donde se concentra el 11,7 % de la población desplazada a nivel nacional, seguida por Tumaco, con el 9,5 %"[17]

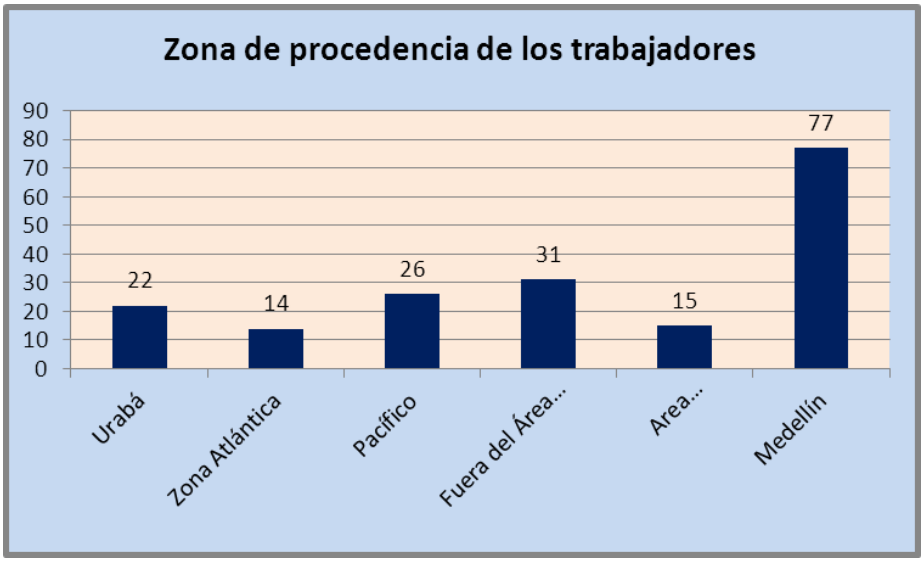


Ilustración 35. Zona de procedencia de los trabajadores objeto de estudio.

Como se menciona al inicio de este estudio, nuestro país vive en constante problema con el desplazamiento a nivel nacional por diferentes factores. Una de las zonas mas afectadas por esta problemática es la zona pacífica del país de donde tenemos muchas personas que ejercen en el sector de la construcción y por los problemas antes mencionados se ven en la necesidad de desplazarse y ejercer cualquier tipo de labor, entre ellas la construcción.

En esta investigación se evidencia que el 50% de los trabajadores, aunque vivan dentro del Área Metropolitana provienen de lugares fuera de la misma e incluso fuera del mismo departamento en zonas como la costa Atlántica o la zona Pacífica la cual es una de las mas afectadas con el tema de desplazamiento.

- *Análisis de estructura familiar.*

Nuestro entorno social en los estratos más bajos, se ha caracterizado por tener familias numerosas, lo que indica un mayor sacrificio para las cabezas de familia, ya sean mujeres u hombres. Dichos estratos en muchos casos son reacios a las

[17] Tomado de: http://www.elpais.com.co/elpais/judicial/noticias/mayoria-desplazados-colombia-provienen-pacifico-denuncia-defensoria

intervenciones sociales, en cuanto a temas de control de natalidad, acceso a la educación, entre otros, etc.

A parte de lo mencionado, la cultura en dicha composición social se considera machista, relegando a la mujer en muchos de los casos a estar o permanecer en sus casas al cuidado de los hijos, o en el peor de los casos son abandonadas por sus parejas y sin ningún tipo de ayuda emocional ni económica.

A continuación se evidencia para los trabajadores objeto de estudio, un breve análisis acerca del número de personas que tienen a cargo o dependen de ellos económicamente y el nivel de ingresos mensual, con el cual deben de sostener su grupo familiar.

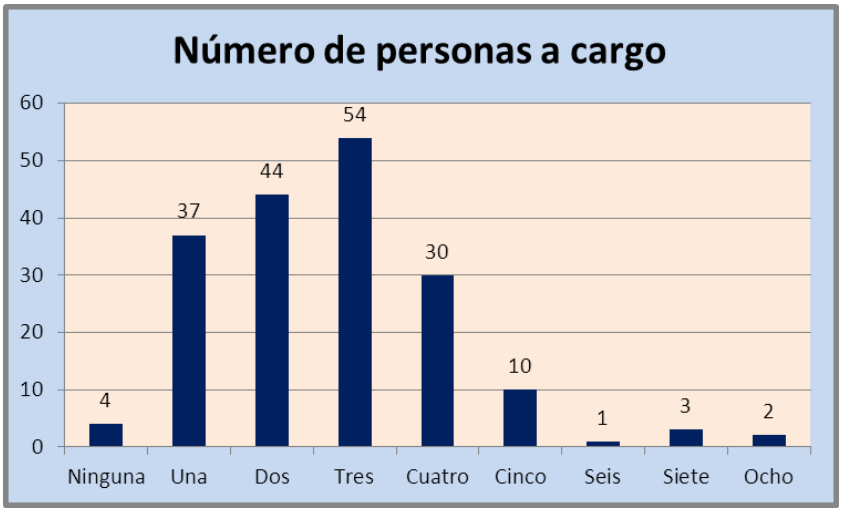


Ilustración 36. Zona de procedencia de los trabajadores objeto de estudio.

La ilustración 36, ilustra la cantidad de trabajadores con respecto a l número de personas que se tienen a cargo o dependen de el económicamente, claramente se puede observar que cerca de un 69% tienen entre dos y cuatro personas a cargo sin contarse ellos mismos, lo que quiere decir que estamos hablando entre tres y cinco personas que viven o subsisten con un salario.

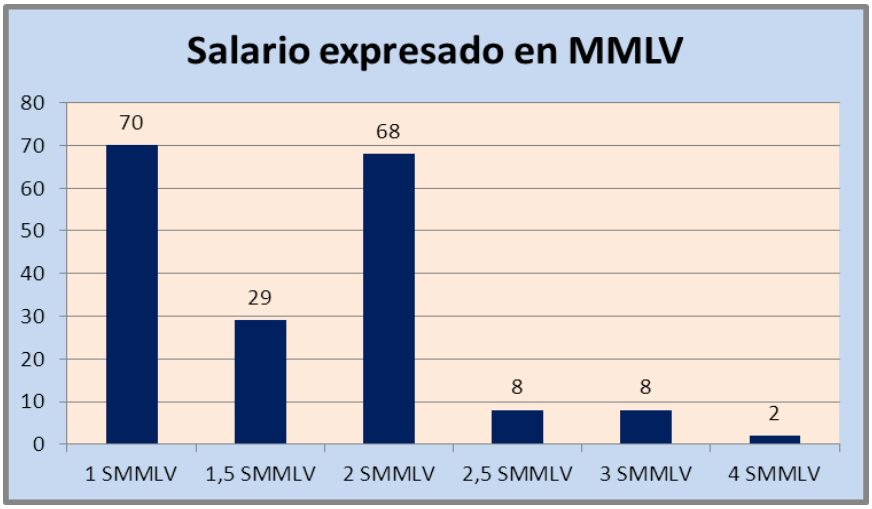


Ilustración 37. Salario en mínimo mensuales legales vigentes, que reciben los trabajadores objeto de estudio.

Claramente se evidencia que el 38% de los trabajadores del sector de la construcción reciben de como remuneración un salario mínimo mensual legal vigente, con el cual deben hacerse cargo de sus obligaciones y de las personas que se encuentran a cargo. Hoy en día el salario mínimo en Colombia equivale a $616.000 mensuales más prestaciones sociales, lo cual es difícil al interior de una familia para cubrir sus necesidades básicas como la alimentación, el techo y la educación.

- *Análisis del nivel de educación de los trabajadores.*

“La falta de igualdad de acceso a la escuela es una de las principales causas de la posterior desigualdad social en Colombia, señala la Unesco en su informe "Educación para Todos", en el que asegura que la riqueza adquirida por el país en corto tiempo no ha afectado demasiado a la población más pobre.

"Colombia ha sido uno de los países que más rápido ha crecido en América Latina, pero se trata de un crecimiento volátil, afectado por los conflictos y por la discriminación" tanto étnica como de género, indica el estudio.

Desde hace una década, este informe de la Organización de Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Unesco, mide los progresos de más de un centenar de países en materia educativa, en base a seis objetivos que se comprometieron a cumplir tras la firma de un acuerdo sobre educación en Dakar en el año 2000.

Según la edición 2012, Colombia tiene "una buena tasa de alfabetización entre adultos, pero un porcentaje de escolaridad bajo entre los niños y un índice de continuidad de los estudios especialmente reducido", según el informe.

La desigualdad se manifiesta desde el inicio de la edad escolar, con el retraso de la entrada en la escuela de un 42 % de los niños de hogares más pobres frente al 11 % de los hijos de familias más acomodadas.

En el caso de la escuela secundaria, la brecha se agrava y mientras "la inmensa mayoría" de los jóvenes de hogares pudientes accede al instituto, solo la mitad de los estudiantes procedentes de familias pobres lo hacen.

Lo que toca por igual a jóvenes de todo estatus económico es la falta de competencias digitales: hasta el 70 % tienen carencias en el uso de nuevas tecnologías, según el estudio.

También se ha detectado una tendencia que afecta a Colombia y a otros países de renta media: pese a que tradicionalmente se ha incidido en la desigualdad en detrimento de las niñas, son los niños quienes muestran mayor inclinación a abandonar la escuela"[18].

Así como se evidencia con la referencia anterior, la educación en nuestro país no es para todos, así hoy en día se brinden oportunidades, las características sociales en muchos sectores hacen que los menores tengan que salir al denominado "rebusque", con el fin de ayudar a la manutención de sus familias ya que el salario percibido por las personas adultas en muchas ocasiones por no decir en todas, es insuficiente.

[18] Tomado de: http://www.elpais.com.co/elpais/colombia/noticias/desigualdad-acceso-educacion-persiste-colombia-unesco

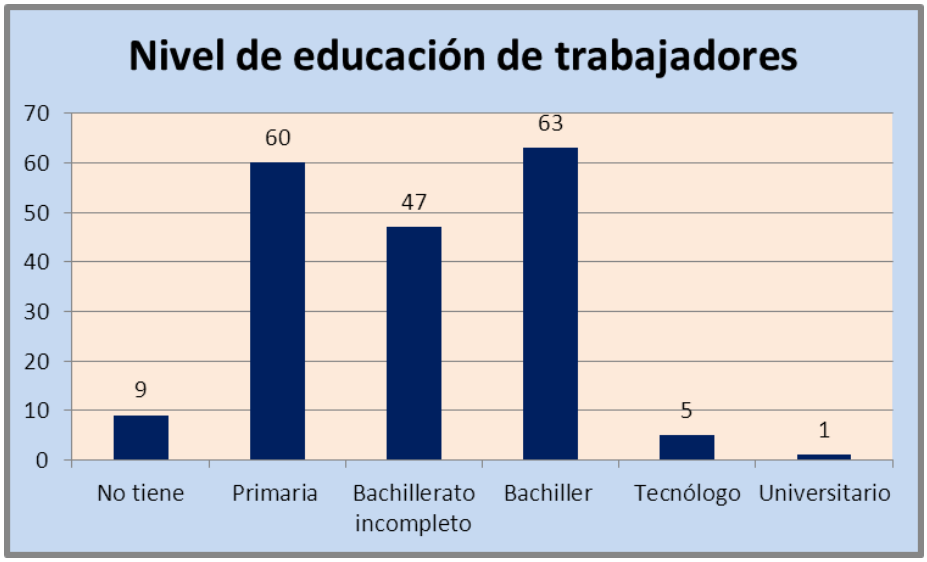


Ilustración 38. Nivel de educación de trabajadores en el sector de la construcción.

En la ilustración 38, ilustra el nivel de educación que tienen los trabajadores que han sido objetivo de esta medición, tal y como se observa, 60 de 185 de ellos solo han cursado la educación básica primaria y 47 iniciaron el bachillerato sin llegar a un feliz término, lo cual lleva a deducir que el 58% de los trabajadores se han quedado con estudios completos de primaria. De igual forma se evidencia que el 37% culmino su bachillerato, pero lastimosamente no tuvieron oportunidades tangibles para continuar con sus estudios.

Contexto interno del proyecto "La Obra"

- *Análisis de tipo de contrato.*

Por lo general en nuestro entorno, los trabajadores del sector de la construcción son contratados bajo la modalidad de contrato por precio unitario o labor ejecutada, el cual se concentra simplemente en pagar la cantidad ejecutada con resultados óptimos, de esta manera la interventoría o supervisión se vuelve mucho más técnica ya que desde un inicio se tiene pactado la parte administrativa. Otra minoría se contrata por la modalidad de administración, al día o administración delegada, donde a dicho contrato se le tiene temor desde la parte administrativa ya que el trabajador de la construcción es visto como una persona la cual no funciona si no tiene el debido control.

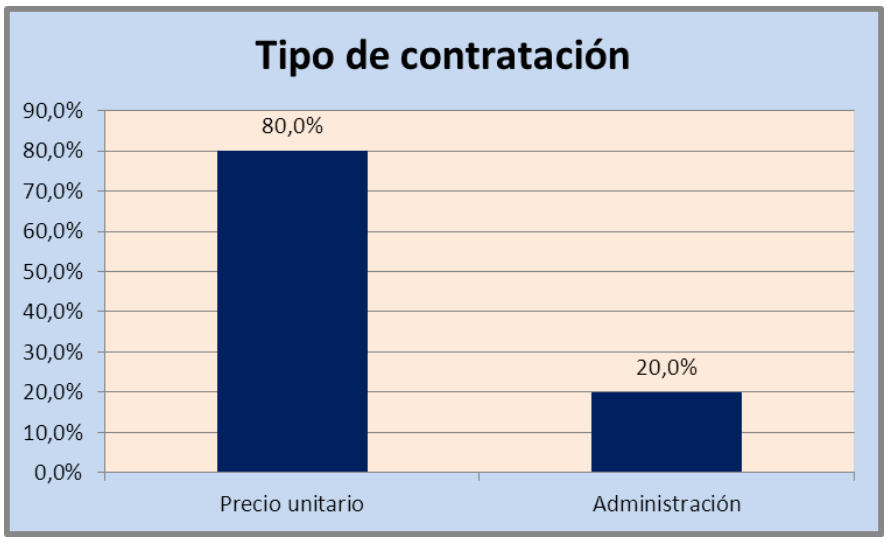


Ilustración 39. Tipo contrato que tienen los trabajadores

Como se menciona en el párrafo anterior, al momento de hacer el análisis acerca del tipo de contrato que tienen los trabajadores, nos encontramos con que el 80% están bajo la modalidad de precio unitario o labor ejecutada, lo cual incide en la productividad final de los proyectos ya que la preocupación del trabajador solo esta en el número de unidades ejecutadas y de esta manera poder cobrarlas, mas no se tiene un pensamiento completo del proyecto en el cual se analice la importancia o influencia de su actividad en la totalidad.

De igual forma se observa que solo 20% de los trabajadores tienen contrato por administración delegada, al día o simplemente por administración, pero este personal se dedica mas actividades como de reparaciones y ajustes, ya que el control en los proyectos que se revisaron se centra en una o máximo dos personas.

- *Análisis de incentivos para los trabajadores.*

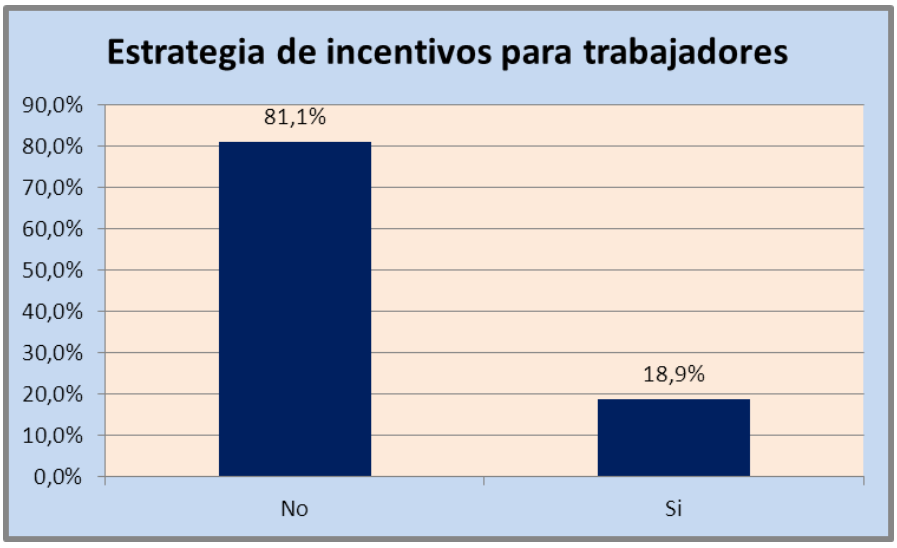


Ilustración 40. Estrategias de incentivos para trabajadores

El sector productivo se caracteriza por tener políticas de incentivos para sus trabajadores dentro de sus empresas, pero el sector de la construcción se caracteriza por ser único y diferente en cuanto a sus componentes, es mas, cada proyecto es un universo con característica diferentes, por ello y por la forma tan artesanal de hacer los procedimientos, es que no se le da la importancia desde el aspecto humano a los integrantes de los proyectos, sin saber que este tipo de situaciones pueden ser las causas de que exista tanta rotación de personal y no se tenga claro e identificado en sentido de pertenencia por parte de los mismos.

En la ilustración 40, se videncia de forma clara, que el 81.1% no recibe ningún tipo de incentivos dentro de su trabajo, mientras que el 18.9% manifiestan tenerlos y de ellos un 100% son de carácter económico, lo que representa un alza en el factor satisfactorio mas no motivacional.

6. CONCLUSIONES

6.1 INTRODUCCIÓN

La construcción tradicional se caracteriza por sus altos tiempos improductivos en el manejo del recurso humano y por la lentitud para adoptar cambios que ayuden a mejorar esta situación. Además, el estudio de la productividad de esta industria siempre ha sido una tarea difícil, dada la cantidad de variables que influyen en su proceso productivo.Sin embargo, nuevas filosofías de producción desarrolladas recientemente en países más avanzados, promueven un mejoramiento continuo de los procesos a través de una reducción de pérdidas y un incremento del valor, cuyo potencial para el desarrollo de metodologías de análisis y mejoramiento de los procesos tiene, actualmente, un importante impacto en la productividad, calidad y tecnologías usadas en la construcción nacional.

Al estudiar bajo este nuevo enfoque la productividad del recurso humano en una muestra de edificios construidos en los últimos dos años en la Región Metropolitana, se obtuvieron los resultados que permitieron cumplir los objetivos de esta tesis, y en base a la importancia de éstos se plantea la necesidad de proyectarlos al sector edificación en general, a fin de dimensionar la importancia que adquiere el desarrollo de nuevas metodologías que nos permitan mejorar el uso de nuestros recursos en esta área, y así poder generar ahorros que se destinen, bien sea por parte del sector público o privado, para la construcción de nuevas obras. Asimismo, es posible visualizar un traslapo directo de los beneficios de este enfoque a las diversas áreas que componen el sector construcción y a otras actividades con similares características, como por ejemplo, la mantención industrial y la explotación agrícola.

6.2 CONCLUSIONES GENERALES.

A continuación se presenta en forma de listado un resumen con las principales conclusiones obtenidas en esta investigación:

a. Los niveles de actividad obtenidos de una muestra de veinte edificios en construcción revelan que un 50% del tiempo de las jornadas de trabajo fue dedicado a labores que no agregan valor a los productos. El potencial de mejoramiento se encuentra en las labores no contributivas, las que suman un 26% del tiempo total de trabajo y representan una inactividad laboral debida principalmente a ineficiencias en la regulación de los flujos de recursos.

b. Las pérdidas de tiempo productivo, que representan casi por completo esta inactividad laboral, son las Esperas, Necesidades fisiológicas y Descansos, razón por la cual son denominadas Pérdidas Principales. Además la preparación de mezclas, a pesar de ser una actividad contributiva, demanda una gran cantidad de tiempo y es realizado en gran parte por mano de obra especializada, lo que representa claramente una pérdida de tiempo productivo. Estas son las actividades en las que se debe focalizar la atención en las edificaciones de altura.

c. El ocupar cuadrillas sobredotadas y/o desbalanceadas en las actividades de conversión representa la causa más importante que tienen en común las tres Pérdidas Principales. Esto parte por una mala definición de las necesidades al regular el flujo de mano de obra, puesto que se contrata mayor cantidad de trabajadores que lo realmente necesario. Al respecto, cabe destacar el hecho de que los Maestros de obra y Residentes de obra tienden a solicitar un exceso de trabajadores, de modo que nunca falte personal en obra, y la administración, que habitualmente descansa demasiado en sus mandos medios, lo autoriza.

d. Sin duda el flujo de materiales es la fuente crítica para las Esperas, Descansos, Necesidades fisiológicas y Preparación de mezclas, y es producto de dos razones principales:

    - Dentro del entorno controlable, los métodos utilizados en los sistemas de abastecimiento son inadecuados, destacando fundamentalmente el poco apoyo de ayudantes que se le da a la mano de obra especializada.
    - Desde que se definen las necesidades de estos recursos, es necesario realizar una considerable cantidad de actividades que, en gran parte, tienen que interactuar con el entorno no controlable donde participan diversas entidades (especialmente las oficinas centrales de la empresa constructora y los proveedores del mercado), cuyo diseño organizacional contribuye a aumentar las actividades que no agregan valor.

e. Dentro del flujo de maquinaria existen tres problemas bien definidos:

    - La utilización de estos recursos sin una planificación previa de las tareas que deben realizar se traduce en una inminente descoordinación en las actividades (principalmente no disponibilidad

de torre grúa, en los momentos requeridos, por estar ocupada en otras labores). Además, la no programación de los ciclos de trabajo constituye la principal causa de Esperas en las actividades de conversión.

- La definición de las necesidades reales de estos recursos es poco evaluada, puesto que la principal causa del excesivo Transporte Manual realizado por la mano de obra no especializada, es producto del poco apoyo que se le da con estos recursos, lo que finalmente resulta ser más caro que la implementación de algún equipo auxiliar de transporte vertical.
- Hay una subutilización de equipos menores, que comúnmente existen en obra, pero no se ocupan debido a que no se planifica su uso.

f. La escasa supervisión detectada en la muestra es otra de las causas en común para el Tiempo Ocioso y Reprocesos. A pesar de no poder determinar con certeza en forma cuantitativa lo perjudicial de una relación inadecuada Trabajador/Maestro de obra, cualitativamente sí se pudo detectar como un factor crítico.

g. En general, la planificación a nivel de proyecto es adecuada, pero se producen ineficiencias durante la transición de los planes desde este nivel hacia el operacional. La inexistencia de sistemas formales de planificación de corto plazo que faciliten esta transición es un factor común en la muestra estudiada, situación que obliga a improvisar en los momentos de regular los flujos de recursos y determinar los métodos de trabajo de las actividades de conversión. Esta situación es crítica en los períodos de traslapo de etapas constructivas pues aumenta la inactividad.

h. Las malas condiciones de obra afectan indudablemente la movilidad, especialmente la falta de baños en lugares estratégicos y la acumulación de escombros. Pero quizás lo más perjudicial de esta situación son los problemas de seguridad y motivación detectados paralelamente en obra, los cuales condicionan negativamente el entorno interno del proyecto, constituyéndose como potenciales causas indirectas de pérdidas de productividad.

i. La mala calidad de los productos también condiciona el entorno interno o controlable, y se debe tanto a la baja capacitación de los trabajadores como al enfoque de calidad que da la administración, la cual orienta la inspección

hacia los productos terminados en vez de hacerlo hacia la ejecución de los trabajos.

6.3 RECOMENDACIONES.

La principal recomendación de carácter general inherente de la nueva filosofía de producción es clara: La reducción de las actividades que no agregan valor en los procesos debe ser sistemática y persistentemente disminuida. Paralelamente, las actividades que sí agregan valor tienen que ser aumentadas (Koskela, 1992). A continuación se presentan en forma de listado una serie de recomendaciones orientadas al logro de este objetivo.

a. Implementar y desarrollar sistemas de planificación a corto plazo, destinados a establecer la asignación de los recursos estrictamente necesarios para llevar a cabo los trabajos y para mejorar el control de ellos.

b. Orientar el control del sistema productivo al flujo de procesos completo, para así aumentar y mejorar la inspección. Esto se traduce en una mayor transparencia de cada una de las actividades que componen el flujo.

c. Inspección de calidad enfocada a los procesos y no a los productos terminados.

d. Referenciar en forma permanente los flujos de procesos ocupados, evaluando las virtudes y debilidades que presentan para establecer potenciales de perfeccionamiento y posteriormente acciones de mejoramiento.

e. Reducir el tiempo de ciclo dentro del flujo de procesos y minimizar las distancias de movimiento. Además, se debe promover el cambio de orden secuencial de las actividades a uno paralelo, es decir, eliminar al máximo la interdependencia entre ellas.

f. Capacitar la mano de obra. Este recurso presenta un gran potencial de mejoramiento, ya que su desempeño en la construcción no es eficiente debido a que en general es poco calificado. Además el desempeño de un buen trabajo depende de atributos personales como la capacidad de organización, de orden y de establecer relaciones, los cuales son

desarrollados fundamentalmente en el proceso de educación formal, que para el caso del trabajador de la construcción es más bien bajo.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- Cano, Antonio. Duque, Gustavo. (2000). Rendimientos y consumos de mano de obra. Medellín: SENA-CAMACOL, 48 p.
- Botero Botero, Luis Fernando. (2004). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento). Medellín: Revista Universidad EAFIT número 136, páginas 50-64.
- Botero Botero, Luis Fernando. (2002). Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. Medellín: Revista Universidad EAFIT número 128, páginas 9-21.
- Mejía Aguilar, Guillermo. Hernández, Triny Carolina. (2007). Seguimiento de la productividad en obra: Técnicas de medición de rendimientos de mano de obra. Bucaramanga: Revista UIS ingeniería volumen 6 número 2, páginas 45-59.
- Serpell B, Alfredo. Administración de operaciones de construcción. Segunda edición. México: Alfaomega grupo editor S.A. 291 p.
- Burstein, David. Stasiowski, Frank. (2008). Administración de proyectos, guía para arquitectos e ingenieros civiles. México: Editorial Trillas, 185 p.
- Navas B, Raul. Ridl R, María. Torés, Liliana (2012). Mano de obra en la construcción: determinación de la cuadrilla óptima por medio de una herramienta de simulación. San Juan Argentina: Centro de Investigación para la Racionalización de la Construcción Tradicional. Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de San Juan, páginas 151-162.
- Aristizabal C, Catalina. Beltrán B, Diego Alfonso (2008). Trabajo de grado para optar al título de ingenieros civiles. Rendimientos de mano de obra en acabados en la construcción: Universidad de Medellín, 183 p.
- Consuegra, Juan Guillermo. Presupuestos de construcción. Segunda edición. Colombia: Bandhar editores, 260 p.
- Noriega S, Jorge. Obra, administración y Gerencia. Cuarta edición. Colombia: Bandhar editores, 233 p.
- Noriega S, Jorge. Trayectoria critica, programación y control de proyectos y obras. Novena edición. Colombia: Bandhar editores, 242 p.
- Page, John S. Estimator's General Construction Manhour Manual, Second Edition, Kindle Edition.
- Howell, Gregory A. Parker, Henry W. Oglesby, Clarkson H. Productivity Improvement in Construction (Mcgraw Hill Series in Construction Engineering and Project Management) [Hardcover].
- Rojas M, Julio Ernesto. Trabajo y sociedad. Colombia: Editorial Voluntad S.A. 2005.