



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

**“IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE
PÉRDIDA EN LA CONSTRUCCIÓN DE
EDIFICACIONES PARA VIVIENDA EN LA
CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL
EMPLEO DEL SISTEMA DE
INFORMACIÓN DE NIVELES DE
ACTIVIDAD”**

Tesis previa a la obtención
del título de Ingeniero Civil

AUTOR:

Roberto Mauricio Luna Guzmán

DIRECTOR:

Ing. Jorge Luis Palacios Riofrío

LOJA – ECUADOR

2009

CONTENIDO

ÍNDICE	i
CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS	v
CERTIFICACIÓN	vi
AUTORÍA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN	2
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.2.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	3
1.2.4. METODOLOGÍA	4

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES	7
2.2. CALIDAD	8
2.2.1. DEFINICIÓN DE CALIDAD	8
2.2.2. LA CALIDAD EN LA INDUSTRIA	9
2.2.3. LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y LA CALIDAD	10
2.2.4. NORMAS Y ESTÁNDARES	11
2.3. ASPECTOS GENERALES DE LA CONSTRUCCIÓN	11
2.3.1. TIPOS DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN	11
2.3.2. PARTICIPANTES EN UN PROYECTO	12
2.3.3. ETAPAS EN UN PROYECTO	12
2.4. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN	13
2.5. EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	16
2.5.1. EL CONCEPTO DE PROCESO	16
2.5.2. MODELO DE CONVERSIÓN	18

2.5.3. EL FLUJO EN LOS PROCESOS EN LA CONSTRUCCIÓN	19
2.5.4. CADENA DE VALOR	19
2.5.5. PÉRDIDAS.....	20
2.5.6. CONCEPTO DE SISTEMA.....	21

CAPITULO III: EL RECURSO HUMANO

3.1. CAPACITACIÓN	23
3.1.1. LA CAPACITACIÓN Y LA TECNOLOGÍA	24
3.1.2. OBJETIVOS DE LA CAPACITACIÓN	25
3.1.3. PROPÓSITOS DE LA CAPACITACIÓN	25
3.1.4. BENEFICIOS DE LA CAPACITACIÓN.....	26

CAPITULO IV: LA PRODUCTIVIDAD

4.1. EL TRABAJO	31
4.2. NIVELES DE PRODUCTIVIDAD	32
4.3. FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD	34
4.3.1. FACTORES QUE TIENEN UN EFECTO NEGATIVO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD	34
4.3.2. FACTORES QUE AFECTAN POSITIVAMENTE A LA PRODUCTIVIDAD	35
4.4. CAUSAS DE PÉRDIDAS DE PRODUCTIVIDAD	36
4.4.1. INEFICIENCIA DE LA ADMINISTRACIÓN.....	37
4.4.2. MÉTODOS INADECUADOS DE TRABAJO	37
4.4.3. GRUPOS Y ACTIVIDADES DE APOYO DEFICIENTES	38
4.4.4. PROBLEMAS DEL RECURSO HUMANO	39
4.4.5. PROBLEMAS DE SEGURIDAD.....	39
4.4.6. INAPROPIADOS SISTEMAS DE CONTROL	40

CAPITULO V: EXPERIENCIAS EN MEDICIÓN DE NIVELES DE ACTIVIDAD

5.1. EXPERIENCIA CHILENA.....	42
5.2. EXPERIENCIA COLOMBIANA.....	43
5.3. ANÁLISIS DE MEDICIONES DE ACTIVIDAD EN LA CIUDAD DE LOJA.....	45
5.3.1. ANÁLISIS INDIVIDUAL	48
5.3.1.1. OBRA I	48

5.3.1.2. OBRA II	51
5.3.1.3. OBRA III	54
5.3.2. PROMEDIO GENERAL.....	56

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES	62
6.2. RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

ANEXOS

ANEXO I	67
ANEXO II	76
ANEXO III.....	86

INDICE DE FIGURAS

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

Fig. 2.1: Esquema de un proceso.....	17
Fig. 2.2: Modelo de conversión	18
Fig. 2.3: Modelo de flujo	19

CAPITULO IV: LA PRODUCTIVIDAD

Fig. 4.1: Relación entre la eficiencia, la efectividad y productividad.....	30
Fig. 4.2: Relación entre eficiencia y efectividad	31

INDICE DE GRÁFICAS

CAPITULO V: EXPERIENCIAS EN MEDICIÓN DE NIVELES DE ACTIVIDAD

Gráfica 5.1: Distribución del trabajo. Chile 1995	42
Gráfica 5.2: Distribución de Trabajo No Contributivo. Chile 1995	43

Gráfica 5.3: Distribución de Trabajo Contributorio. Chile 1995	43
Gráfica 5.4: Distribución del trabajo. Colombia 2003.....	44
Gráfica 5.5: Distribución de Trabajo No Contributorio. Colombia 2003.....	44
Gráfica 5.6: Distribución de Trabajo Contributorio. Colombia 2003.....	45
Gráfica 5.7: Distribución de trabajo en Obra I. Loja 2009.....	48
Gráfica 5.8: Seguimiento de los niveles de actividad. Obra I. Loja 2009	49
Gráfica 5.9: Distribución de Trabajo Contributorio. Obra I. Loja 2009	49
Gráfica 5.10: Distribución de Trabajo No Contributorio. Obra I. Loja 2009.....	50
Gráfica 5.11: Distribución de trabajo en Obra II. Loja 2009.....	51
Gráfica 5.12: Seguimiento de los niveles de actividad. Obra II. Loja 2009	52
Gráfica 5.13: Distribución de Trabajo Contributorio. Obra II. Loja 2009	52
Gráfica 5.14: Distribución de Trabajo No Contributorio. Obra II. Loja 2009	53
Gráfica 5.15: Distribución de trabajo en Obra III. Loja 2009	54
Gráfica 5.16: Seguimiento de los niveles de actividad. Obra II. Loja 2009	55
Gráfica 5.17: Distribución de Trabajo Contributorio. Obra III. Loja 2009.....	55
Gráfica 5.18: Distribución de Trabajo No Contributorio. Obra II. Loja 2009	56
Gráfica 5.19: Niveles de actividad por obra – Loja 2009	57
Gráfica 5.20: Niveles de actividad promedio – Loja 2009.....	58
Gráfica 5.21: Promedio de distribución de Trabajo No Contributorio. Loja 2009.....	58
Gráfica 5.22: Promedio de distribución de Trabajo Contributorio. Loja 2009.....	59

INDICE DE TABLAS

CAPITULO V: EXPERIENCIAS EN MEDICIÓN DE NIVELES DE ACTIVIDAD

Tabla 5.1: Resultados de mediciones en obras en la ciudad de Loja.....	57
Tabla 5.2: Tiempos de trabajo de estudios realizados.....	60

CESIÓN DE DERECHOS DE TESIS

Yo, Roberto Mauricio Luna Guzmán declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: "Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y de tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad"

Loja, septiembre de 2009

Roberto Mauricio Luna Guzmán

CERTIFICACIÓN

Ing. Jorge Luis Palacios Riofrío
DOCENTE INVESTIGADOR DE LA UTPL
DIRECTOR DE TESIS

Certifico:

Haber dirigido la presente investigación "**IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE PÉRDIDA EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES PARA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL EMPLEO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE NIVELES DE ACTIVIDAD**", la misma que reúne todos los requisitos que exige los reglamentos de la Escuela de Ingeniería Civil, por lo que autorizo su presentación.

Ing. Jorge Luis Palacios
DIRECTOR DE TESIS

Loja, septiembre de 2009

AUTORÍA

Todas las definiciones, análisis, resultados y opiniones vertidas en la presente investigación, son responsabilidad directa del autor.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a la Universidad Técnica Particular de Loja, por haberme brindado la oportunidad de formarme moralmente y científicamente con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos a la sociedad.

Al Ing. Jorge Luis Palacios por el brindarme sus conocimientos, valiosos consejos y sugerencias durante la carrera universitaria así como en el desarrollo de este proyecto de Tesis.

A los profesores de la Escuela de Ingeniería Civil, quienes día a día me brindaron sus valores científicos para la formación profesional.

A mis padres Pablo y Yadira por su apoyo incondicional durante todas las etapas de mi vida.

A mis hermanos Pablo y Andrés quienes han sido un apoyo más en el transcurso de mi vida.

A todos quienes de una u otra forma fueron parte de este proyecto.

EL AUTOR

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico principalmente a Dios ya que gracias a Él he logrado cumplir con todos los objetivos propuestos.

A mis padres Pablo y Yadira por su apoyo, confianza, cariño y entrega durante mi formación profesional así como en mi formación personal.

A mis hermanos Pablo y Andrés quienes han sido un ejemplo para mí y he contado con su apoyo incondicional en mi vida.

A mi abuelita Carmita quien me ha brindado su cariño y apoyo a lo largo de todos mis estudios profesionales.

A mis amigos quienes me han apoyado en estos años y que me han permitido ser una mejor persona.

Roberto Mauricio

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN



INTRODUCCIÓN

1.1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia la industria de la construcción ha conservado los mismos principios durante mucho tiempo; los procesos de diseño y construcción están dentro de modelos clásicos o "tipo" debido a nuestra cultura. En busca de un cambio sobre las tendencias tradicionales en la ejecución de proyectos de construcción, nacen nuevas corrientes enfocadas a mejorar el desempeño de los procesos productivos.

Como consecuencia de la búsqueda de un mejoramiento continuo de los procesos constructivos, surge la filosofía Lean Construction (Construcción sin pérdidas), cuyos métodos aplicados en la construcción buscan la optimización de recursos, costos y tiempos teniendo como base conceptual la teoría de la producción lean (producción sin pérdidas).

Lean production tiene sus orígenes en el sistema de producción desarrollado por Toyota después de la segunda guerra mundial. Este sistema de producción está orientado fundamentalmente a eliminar pérdidas en los procesos productivos, entendiéndose como pérdida en general todo aquello que no genera valor al producto final.

Lean Construction se ha implementado con éxito en varios países del mundo desde inicios de los años noventa. Grupos como el *Lean Construction Institute*, *Internacional Group For Lean Construction* conformados por una red de investigadores y profesionales en la Arquitectura, Ingeniería y Construcción, plantean que la educación, práctica e investigación en estos campos debe ser renovada con nuevos conceptos para responder a los desafíos que el nuevo mercado impone.

Sin duda alguna, la Construcción está cambiando, manifestándose con cambios significativos en el modo de gestión, que incorporan calidad, seguridad, especialización, productividad, tecnologías y más información.

Una de las herramientas propuestas por la filosofía Lean Construction es el Sistema de Información de Niveles de Actividad (SINA), que propone la identificación de las fuentes de pérdida dentro del proceso constructivo. Este



procedimiento se realiza mediante la medición del uso del tiempo dentro de la obra en ejecución, asignando cada una de las actividades realizadas dentro de una categoría determinada para posteriormente realizar mediciones periódicas durante el proceso constructivo. Luego es posible determinar cuan productivo es el proyecto en función del tiempo destinado a las actividades planificadas.

Se han desarrollado varios estudios para determinar los niveles de actividad en países como: Chile, Colombia y Perú, los cuales sirven como base para establecer comparaciones con los resultados obtenidos en la ciudad de Loja.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Identificar fuentes de pérdida en la construcción de edificaciones para vivienda en la ciudad de Loja.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos de la presente tesis son:

- Identificar y medir los niveles de actividad en la construcción de edificaciones de vivienda en la ciudad de Loja.
- Proponer soluciones para mejoramiento del desempeño en la construcción en la ciudad de Loja.
- Establecer una base de los niveles de actividad en la construcción en la ciudad de Loja para comparación con otras ciudades.

1.2.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En la construcción como en la industria se pueden observar características similares en la ejecución de procesos productivos para la obtención de un determinado producto, en el caso de la construcción una obra terminada. Este concepto no suele considerarse, y se realiza el análisis de eficiencia solamente en el resultado final, sin evaluar los procesos ejecutados para la elaboración de la



obra. En este contexto, la medición resulta una herramienta útil y necesaria para el control de procesos de construcción.

Basados en la necesidad de la construcción de identificar los niveles de actividad a través de variables existentes en los diferentes procesos constructivos, se ha considerado una de las herramientas desarrolladas que permiten medir la actividad, entregando valores detallados y efectivos, a través de los cuales es posible identificar, establecer control y hacer gestión sobre las variables implícitas en la construcción.

1.2.4. METODOLOGÍA

En la primera etapa de la investigación se realizó una recopilación de información bibliográfica y de internet para adquirir los conocimientos relacionados con Gestión de la Construcción, calidad y productividad en la construcción, Lean Construction, trabajo productivo, contributorio y no contributorio, etc.

Posteriormente se realizó la selección de las empresas y construcciones sobre las cuales se desarrollarían las mediciones. Fue necesario obtener una muestra representativa de la ciudad de Loja, para que los resultados obtenidos al final de la investigación reflejen el estado actual del sector de la construcción en la ciudad de Loja.

Una vez adquiridos los conocimientos y establecidas las construcciones sobre las cuales se realizaría la investigación, se procedió a elaborar los formatos para realizar la recolección de información en las obras, a través de variables específicas, las cuales identifican las características y los niveles de actividad de la obra.

Luego se efectuó la medición de los niveles de productividad mediante simple observación. A continuación se desarrolló la interpretación de mediciones e identificación de fuentes de pérdida en la construcción. Con las variables obtenidas se procedió a la integración y búsqueda de los valores más representativos, con los cuales se logró identificar las fuentes de pérdida.

Finalmente se realizó el planteamiento de soluciones para mejorar el desempeño en el proceso productivo de construcción. Conociendo los sectores más vulnerables y en los cuales se presentan mayor cantidad de pérdidas dentro del



proceso constructivo se propusieron soluciones en base a Lean Construction para optimización de recursos y tiempos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO



MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES

A inicios de los 90, se desarrollaron en la industria japonesa nuevas filosofías de producción que consideran los flujos intermedios de información y de recursos, que se diferencia con el modelo tradicional de producción que principalmente se enfoca en las entradas de materia prima y salidas del producto terminado. Además, estas filosofías están orientadas hacia los procesos productivos y se ha comprobado que son perfectamente aplicables en la construcción.

Algunas de las ideas que son la base de esta filosofía provienen de conceptos tales como calidad total, mejoramiento continuo, producción sin pérdidas, teoría de las restricciones, cadena crítica, etc.

Muchos de estos conceptos están enmarcados en lo que se conoce como Lean Production. Esta filosofía se enfoca principalmente en eliminar o disminuir las pérdidas a través de analizar en detalle los procesos productivos y la posibilidad de su mejoramiento continuo.

El concepto de calidad ha venido evolucionando a través del tiempo; en sus inicios, la calidad se aseguraba por la relación directa entre productor y usuario. Con el paso a la era industrial, se produjo un distanciamiento entre el productor y el usuario, dando paso a las fábricas de producción masiva, provocando una disminución en la calidad de los productos.

La administración de proyectos debe generar una inspección interna cuya función primordial es determinar en cada fase del proyecto, si este se desarrolla correctamente, verificando que se cumplan todas las condiciones exigidas, requisito indispensable para que el producto terminado posea las características y calidad, previstas en un proyecto. Sin embargo, estos equipos de inspección no han servido para mejorar, han desarrollado una pérdida de responsabilidad de los trabajadores con respecto a la calidad de los productos, pensando que la responsabilidad del producto recae sobre el equipo de inspección interna.

Además, la inspección no se preocupa por mejorar la calidad, se limita a aceptar o rechazar un producto ya terminado, sin definir la causa de fallas o defectos, o de tomar acciones para evitar que estos se produzcan.



2.2. CALIDAD

2.2.1. DEFINICIÓN DE CALIDAD

La palabra calidad designa el conjunto de atributos o propiedades de un objeto que permite emitir un juicio de valor acerca de él. Cuando se dice que algo tiene buena calidad, se designa un juicio positivo con respecto a las características del objeto, el significado del vocablo calidad en este caso, equivale al termino excelencia, perfección.

Durante la época industrial es cuando el concepto de calidad comienza a ser analizado e interpretado de formas diferentes, evolucionando hasta el día de hoy. Algunas de las teorías que más se destacan en los diversos aspectos de la problemática de la calidad son expuestas en los apuntes del curso Garantía de Calidad de la Universidad de Magallanes:

1. **Philip Crosby:** Explica la calidad como el cumplimiento de normas y requerimientos precisos. Su lema es "Hacerlo bien la primera vez y conseguir cero defectos".
2. La totalidad de las propiedades y características de un producto o servicio que tienen relación con su aptitud para satisfacer necesidades manifiestas o implícitas (**ISO 9000**).
3. **Joseph Juran:** Uno de los elementos claves de la definición de calidad es la "Adecuación para el uso" de un producto.
4. **Edwards Deming:** Ofrecer a bajo costo productos y servicios que satisfagan a los clientes. Lo que implica un compromiso con la innovación y mejora continua.

Desde otro punto de vista puede considerarse si la calidad está referida a un producto, sus atributos y la satisfacción del cliente, o a los procesos, la forma de hacer las cosas y la eficiencia de los mismos.

Sin embargo, se debe tener una definición que sea aplicable en todos los casos, de manera que se pueda medir de alguna manera la calidad. Serpell (1993) propone una definición en función de los parámetros de medición que hay en la construcción, como son, las normas, los estándares, requisitos especiales, costos y plazos, entendiéndose por calidad a "el grado de cumplimiento con los requisitos".



De esta forma se entiende que es el cliente quien evalúa la calidad del producto, pero la idea es obtener un acuerdo entre todos los participantes de un proyecto, de tal forma que permita el logro de una buena calidad en los trabajos, considerando los requerimientos y los medios disponibles para lograrlo.

Con la definición de calidad como el cumplimiento de requisitos, se facilita la medición de las variables que implican la calidad de un proyecto, tanto las relacionadas con la administración de calidad (control y aseguramiento), como las relacionadas con los costos generados al producirse los defectos.

2.2.2. LA CALIDAD EN LA INDUSTRIA

Fue en la industria donde se incorporó la calidad, como función de la administración y agrupó teorías planteadas por Crosby, Deming, Juran y otros, sobre temas como productividad y calidad.

Hoy en día no se busca una inspección de los productos una vez culminada su fabricación para determinar su grado de calidad, sino que las filosofías actuales buscan un aseguramiento y certificación de calidad, durante todo el proceso de producción y no solo cuando el producto se encuentra terminado.

Serpell (1994) opina que para lograr una calidad apropiada de productos y servicios se deben desarrollar e implementar cinco pasos:

1. *Política de calidad:* Todo el conjunto de intenciones y directrices de una organización para conseguir la calidad.
2. *Administración de Calidad:* Son los aspectos de toda la función administrativa que determina e implementa la política de calidad;
3. *Sistema de Calidad:* La estructura organizacional, responsabilidades, procesos y recursos para implementar la administración de calidad.
4. *Aseguramiento de la calidad (Q.A.):* Todas las acciones planeadas y necesarias para entregar la confianza requerida a la estructura, sistema y componentes para que estos se desarrollen en forma satisfactoria cuando esté en servicio, cumpliendo con los requerimientos establecidos. El aseguramiento de calidad comprende la documentación necesaria para verificar que todos los pasos de los procedimientos establecidos, han sido completados en forma satisfactoria.



5. *Control de Calidad (Q.C.):* Son todas las acciones de aseguramiento de la calidad, las cuales entregan medios para controlar y medir las características de un material, estructura, componente o sistema, con requerimientos establecidos. Estas acciones permiten contar con un medio de verificar la calidad de los ya mencionados.

Estos conceptos han sido aplicados en la industria de una forma muy exitosa desde hace ya, varias décadas, pero, de forma contraria, en la industria de la construcción desde hace solo unos algunos años que viene surgiendo una preocupación real por los temas de calidad, alejándose de los conceptos exclusivos de inspección.

2.2.3. LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS Y LA CALIDAD

Los procesos constructivos tienen como componente principal las actividades manuales, por esta razón durante mucho tiempo se tuvo la idea de que las personas involucradas no necesitaban preparación ni capacitación para realizar actividades específicas. Además de la poca capacidad para poner en práctica, las especificaciones técnicas existentes ha provocado un cambio en la mentalidad del sector.

En busca de alternativas para mejorar los procesos constructivos, el sector de la construcción ha recurrido a técnicas aplicadas en el sector industrial, la misma ha presentado grandes cambios con las políticas de calidad, por esta razón, se ha incorporado en los proyectos de construcción los principios de control de calidad (Q.C.), pero ha sido necesario considerar las algunas diferencias entre estos tipos de proyectos:

- Casi todos los proyectos de construcción son únicos, al contrario de los industriales que por lo general, son en serie.
- Cada lugar de construcción es único en sus características y condiciones.
- El tiempo de vida útil de un proyecto es mucho más largo, que el de los productos manufacturados.
- Dentro de la industria de la construcción existen diferencias de criterio entre quienes realizan el diseño y los que llevan a cabo la construcción.



- La retroalimentación de los procesos actuales de diseño y construcción es muy escasa, por esta razón es muy difícil realizar análisis previos de fallas o problemas.
- Los participantes en un proyecto de construcción (propietario, diseñador, contratista, etc.) difieren de un proyecto a otro.
- La ingeniería y la construcción son realizadas por varios equipos con intereses diferentes, lo que dificulta la integración.

2.2.4. NORMAS Y ESTÁNDARES

Las normas y estándares son necesarios para implementar un sistema de aseguramiento y control de calidad en todo proyecto. El objetivo de las normas es suministrar las herramientas y procedimientos necesarios para que la debida ejecución de los trabajos pueda ser asegurada y controlada.

En Japón, EE.UU. y Europa, los estándares que se relacionan con los temas de aseguramiento y control de calidad, son las normas ISO (Internacional Standards Organization) de la serie 9000, siendo este el estándar internacional que se ha adoptado ampliamente.

Las Normas ISO 9000 tienen como finalidad indicar a los proveedores y productores, los requerimientos para implementar un sistema de gestión de calidad, y es aplicable a todos los sectores industriales, e independiente de las características, la actividad o del tamaño de cada empresa.

2.3. ASPECTOS GENERALES DE LA CONSTRUCCIÓN

2.3.1. TIPOS DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

Alarcón (1999) propone una clasificación de los tipos de proyectos de construcción, considerando la función a la que están destinados:

Proyectos de Edificación: Los Proyectos que se encuentran dentro de esta categoría son la construcción con fines habitacionales, educacionales, comerciales, sociales, salud y de recreación, etc.



Proyectos de Obras Civiles: Su característica principal es el uso de maquinaria y equipo pesado y son generalmente de proyectos de tamaño considerable. Dentro de esta categoría se pueden encontrar las centrales hidroeléctricas, los túneles, aeropuertos, etc.

Proyectos de Construcción de Caminos: Es una clasificación específica dentro de las obras civiles. Están orientados a dar un servicio público y requieren generalmente la ejecución de excavaciones, rellenos, pavimentos, puentes, etc.

2.3.2. PARTICIPANTES EN UN PROYECTO

Se puede considerar algunos tipos de participantes en un proyecto de construcción, considerando los propuestos por Alarcón (1999):

El cliente o mandante: Es el dueño del proyecto, quien aporta con un capital para el desarrollo del mismo.

El usuario: Es la persona que da uso a las obra luego de su finalización.

Los proyectistas: Profesionales que satisfacen las necesidades del mandante en planos que establecen las características estructurales, funcionales y estéticas de la obra. Cada uno de los profesionales tiene un área específica en la cual trabaja.

Los contratistas y subcontratistas: Son los encargados de la administración del proceso constructivo para el desarrollo del proyecto.

Las autoridades y agencias públicas y privadas: Participan en varios procesos, como el establecimiento de regulaciones y normativas, fiscalización, aprobación de permisos, etc.

Los proveedores: Son los encargados de proporcionar los materiales y equipamientos necesarios para la necesarios para la ejecución de un proyecto.

2.3.3. ETAPAS EN UN PROYECTO

Existen varias etapas dentro de un proyecto de construcción, pero se ha considerado agruparlos de acuerdo a lo sugerido por Alarcón (1999):



- **Etapa de formulación del proyecto:** también llamada conceptualización, está hecha sobre la base de los requerimientos del usuario. En esta etapa participa el mandante, y tiene como objetivo la definición del proyecto y su alcance. En esta etapa, además se realizan las fases correspondientes al estudio de prefactibilidad, etc.
- **Etapa de planificación,** diseño preliminar y estudio de factibilidad, en esta etapa se definen las metas del proyecto.
- **Etapa de diseño detallado del proyecto,** aquí participan los diferentes especialistas o proyectistas y se desarrollan los planos, especificaciones técnicas, etc.
- **Etapa de Construcción:** Aquí se incluye la ingeniería de terreno, la planificación y ejecución de la obra.
- **Etapa de pruebas y ensayos,** recepción y uso de la obra.

2.4. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN

En el sector de la construcción existen un conjunto de características muy particulares, que explican, de algún modo, los problemas de desarrollo de esta área, aunque no los justifican en su totalidad. Algunas de estas características son (Serpell 2004):

1. **Curva de aprendizaje limitada:** La continua movilización del personal entre diferentes proyectos (y diferentes trabajos) de construcción cuya duración es limitada, y la creación y posterior disolución de las organizaciones que ejecutan estos proyectos, limitan en gran parte, la capacidad de aprendizaje, tanto del personal, como de las organizaciones de proyectos y de las empresas constructoras.
2. **Sensibilidad al clima:** A diferencia de otras industrias, la construcción es afectada por el clima y el entorno natural, dada la condición de que gran parte del trabajo se realiza al aire libre, característica particular en la ejecución de proyectos de esta área.



3. **Presión de trabajo:** La construcción se caracteriza por ser una actividad que trabaja contra el tiempo, donde la presión por el cumplimiento de plazos es muy intensa. Esto limita el esfuerzo de la administración por planificar y organizar adecuadamente los trabajos y la hace proclive a una gran cantidad de errores y problemas.
4. **Incentivos negativos:** Debido a la forma desintegrada en que trabajan los diferentes participantes de un proyecto de construcción, y a los intereses generalmente contrapuestos de éstos, se producen varios incentivos negativos para los constructores. Normalmente, el mandante de un proyecto no muestra gran interés por asignar los proyectos a empresas que exhiben un estándar de buena calidad; no se permite la presentación de diseños más constructibles y técnicamente superiores; los esquemas de contratación asignan todo el riesgo a los contratistas, sin un análisis de quien los puede controlar mejor, etc. La fragmentación propia de la industria no estimula las ideas innovadoras y, en general, existe una gran resistencia al cambio. Adicionalmente, al existir en países como el nuestro una gran demanda por soluciones habitacionales, y dado el desconocimiento general de la gran mayoría de los compradores de viviendas con respecto a la calidad de los productos de construcción, no existe un mercado en el cual se diferencie a los mejores productores y se les premie prefiriendo sus productos sobre otros. Esta situación hace de la construcción, un sector con mínimas barreras de entrada al ingreso de nuevas empresas.
5. **Capacitación y reciclaje:** El personal de la construcción no cuenta con programas de capacitación que le permita un desarrollo sostenido de su capacidad, la que se adquiere principalmente sobre la base de la experiencia. La gran mayoría de ellos aprende su especialidad a través de una transferencia de oficios que se produce en terreno, dentro de un estilo artesanal. Por otro lado, los profesionales y empresarios no tienen oportunidades amplias de capacitación, ni tampoco existe una cultura que los estimule para ello.
6. **Relaciones antagónicas:** A diferencia de una empresa del área industrial, en que existe un conjunto de funciones que se unen para la conceptualización, diseño y producción de un producto en particular dentro de un objetivo común, en la construcción, las diferentes etapas de los proyectos son realizadas por diferentes agentes con intereses divergentes. Por un lado está el mandante, que enfatiza el costo y el tiempo de materialización de la obra,



normalmente exigiendo un alto nivel de calidad. Por otro, están los proyectistas que buscan tener una ganancia apropiada a través de la reducción de costos, lo que puede resultar en problemas de calidad de diseño; y finalmente, están los contratistas, que también tienen como objetivo obtener una buena utilidad en la ejecución del proyecto, lo que puede llevarlos a reducir costos por medio de la reducción de la calidad de los trabajos. Generalmente las relaciones entre el mandante y el contratista son de carácter antagónico en estas circunstancias. Actualmente, para superar parte de estos problemas, se han propuesto nuevos esquemas de trabajo que aúnen el esfuerzo de todos con un resultado positivo para cada uno de ellos, como es el caso de la ingeniería concurrente. Sin embargo, estos esquemas deben ser impulsados por los mandantes pues son ellos los más interesados y los principales beneficiarios de los mejoramientos que se produzcan.

7. **Planificación deficiente:** La Planificación, herramienta fundamental de la administración, es una función que no es realizada en forma efectiva en la construcción. Empresas constructoras muestran un uso inadecuado de la planificación, tanto a largo plazo, como a corto plazo. La alta presión de trabajo y la dinámica intensa de las obras de construcción, lleva a los profesionales y mandos intermedios a trabajar en función de lo inmediato, enfatizándose muchas veces aspectos no críticos para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, al no tener una clara base de comparación de cómo debiera ser el plan de trabajo del proyecto.
8. **Base en la experiencia:** En la construcción se valora principalmente la experiencia de los profesionales y del personal en general, en desmedro del conocimiento. Reconociendo que en esta actividad, como en muchas otras, la experiencia es fundamental, esta realidad lleva a una falta de motivación del personal para modernizarse y adquirir nuevos conocimientos y tecnologías que podrían aportar a un mejoramiento general de la actividad. Otra consecuencia de esta situación es la desconfianza ante ideas y proposiciones de cambio e innovación que plantean los profesionales jóvenes, que salen de la universidad con un conocimiento de gran utilidad para las empresas constructoras, restringiendo así las posibilidades de cambios existentes.
9. **Investigación y desarrollo:** En la práctica, no se realizan esfuerzos de investigación y desarrollo orientados a mejorar los procesos de construcción y su administración. En la gran mayoría de los casos, ni siquiera se hace el



esfuerzo de adoptar nuevas tecnologías que existen en el mercado, debido a la incertidumbre de los resultados de su aplicación. Actualmente esta situación ha ido evolucionando y se aprecian algunos esfuerzos aislados tendientes a iniciar una acción de investigación y desarrollo en algunos temas específicos de interés general para la industria de la construcción.

10. **Actitud Mental:** La actitud mental que se aprecia en la construcción no es, en general, favorable para mejorar la situación actual. Entre los aspectos que se relacionan con este punto, están los siguientes:

- Falta de cuestionamiento de lo que se hace, los métodos de trabajo, etc.
- Se considera que lo tradicional es eficiente, lo que nuevamente lleva a una falta de cuestionamiento.
- Falta de desafíos para mejorar el desempeño (calidad y productividad) de las empresas y obras, lo que ha ido cambiando lentamente, debido a la competencia en el mercado.
- Descuido de las actividades de apoyo al trabajo productivo, fuente de una gran mayoría de ineficiencias y pérdidas de productividad en obras de construcción.

2.5. EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

2.5.1. EL CONCEPTO DE PROCESO

Todo proceso puede ser definido, controlado y mejorado. El ingresar datos en un computador, transportar material, interpretar los datos en un plano, etc., son tareas que se deben entender como parte de un proceso que tiene un fin específico.

Un proceso se puede definir como un conjunto de operaciones conectadas por un flujo de materiales e información que combina y transforma insumos en productos de mayor valor. Pueden existir varios procesos dentro del ámbito de la construcción, algunos de los procesos que se pueden encontrar dentro de la construcción son: encofrados, hormigonado, armado con acero de refuerzo en varios elementos, mantenimiento de maquinaria, etc.



Existen varias definiciones del término "proceso" dadas por diferentes autores, de las cuales se citan algunas a continuación:

- Óscar Barros (1998) lo define como un conjunto de tareas lógicamente relacionadas, las cuales atraviesan la estructura organizacional, que existen para conseguir un resultado bien definido dentro de un negocio; por lo tanto toman una entrada y le agregan valor para producir una salida, que puede ser un producto físico o un servicio.
- Un proceso es cualquier actividad o grupo de actividades que emplee un insumo, le agregue valor a éste y suministre un producto a un cliente externo o interno. (Harrington, 1995)
- Davenport, T. (1997) proceso es "un grupo de actividades, estructuradas y medidas, designadas para producir una salida específica, para un cliente o mercado particular"

Cuando se analiza el trabajo como un proceso, es posible determinar su inicio y su fin, y las actividades necesarias a desarrollar para crear el producto o servicio deseado.

De esta forma se puede establecer que las personas que anteceden a un proceso son los proveedores, y aquellos que usan el producto o servicio son los clientes.

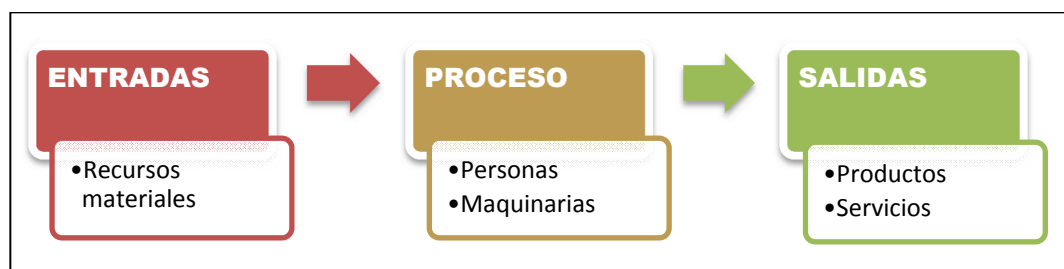


Fig. 2.1: Esquema de un proceso

Por lo tanto, cada trabajador es un cliente interno de los trabajadores que le anteceden, y un proveedor de los que le siguen, por esto resulta muy clara la necesidad de realizar un trabajo en equipo.



2.5.2. MODELO DE CONVERSIÓN

Se ha considerado a la construcción como un proceso de producción dentro del cual materias primas (entradas) son convertidas o transformadas en productos (salidas), respondiendo a un modelo de producción conocido como "Modelo de Conversión", el cual se muestra en la Figura 2.2. Este modelo también considera subprocesos, denominados subprocesos de conversión.

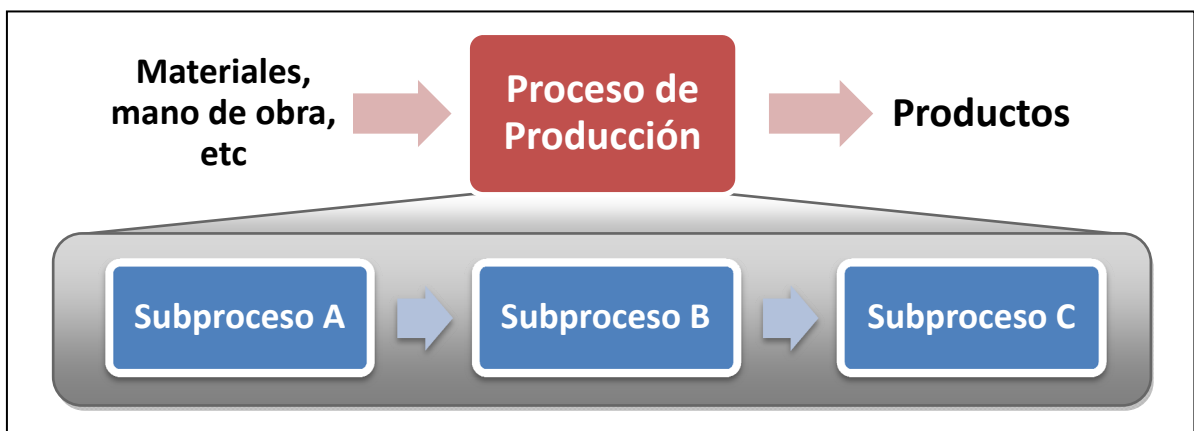


Fig. 2.2: Modelo de conversión

Este modelo posee los siguientes errores (Lira, 1996):

- a) No diferencia entre las actividades de conversión, tales como hormigonado, albañilería, etc. (actividades que agregan valor) y las actividades de flujo, tales como esperas, controles, movimientos, etc. (Actividades que no agregan valor). Este modelo considera que todas las actividades agregan valor.
- b) Una de las premisas fundamentales del modelo, estima que el costo total del proceso puede reducirse minimizando los costos de cada subproceso, ignorando los efectos producidos por la interdependencia entre subprocesos. El modelo no considera la variabilidad de los resultados y los trabajos rehechos, pues se asume que el trabajo pasa linealmente y secuencialmente a través del sistema de producción.
- c) No existe preocupación por el impacto que produce en el producto final, la mala calidad de los recursos, la variabilidad y la incertidumbre.



2.5.3. EL FLUJO EN LOS PROCESOS EN LA CONSTRUCCIÓN.

La construcción debe ser vista como un conjunto de procesos compuestos por una serie de flujos. El modelo de proceso de producción según los principios de Lean Construction se basa en la consideración de los flujos de un proceso (actividades que no agregan valor), como las actividades de conversión (actividades que agregan valor) realizando un análisis para la minimización y/o eliminación de las actividades de flujo.

“El impacto sobre éstos (los flujos de procesos) tiene una influencia muy superior en el proceso de producción entero, en comparación a los procesos de conversión, que sólo representan entre un 3% a un 20% de los pasos que agregan valor” (Alarcón, 1999).

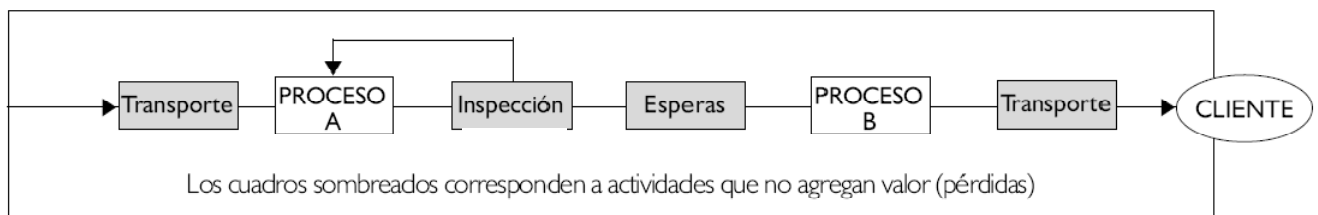


Fig. 2.3: Modelo de flujo

2.5.4. CADENA DE VALOR

Es necesario entender los significados de actividades que agregan y no agregan valor:

- **Actividades que agregan valor:** convierte un material y/o información en un producto, considerando los requerimientos del cliente. Por ejemplo, hormigonado de un elemento, albañilería de un muro, etc.
- **La actividad que no agregan valor (pérdidas):** aquellas que produciendo un costo, ya sea directo o indirecto, no agregan valor ni avance a un proyecto.

Lindfors (2000) define a la dirección de la cadena de valor como “la manera de controlar, manejar, y de dirigir una secuencia de actividades que una empresa realiza para crear productos (servicios) que aumenten el beneficio, disminuyan tiempo y costo, y mejoren la calidad para la empresa y que generan beneficio



(valor) para el cliente”. Donde el *valor* se define como “cantidad, que crece cuando la satisfacción de cliente aumenta o los costos asociados disminuyen de un determinado producto”.

Por cadena de valor se puede entender el modelo que clasifica y organiza los procesos de la empresa con el propósito de organizar y enfocar los programas de mejoramiento.

2.5.5. PÉRDIDAS

La filosofía de “Construcción sin pérdidas” (Lean Construction) adopta el concepto de pérdidas propuesto por Ohno¹: “Todo lo que sea distinto de la cantidad mínima de equipos, materiales, piezas, y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción”.

Al intentar determinar clasificaciones de pérdidas se pueden encontrar varios tipos como la de Shingo en su estudio del Sistema Toyota, y Plosslen en su análisis de la dirección de producción enfocado a la manufactura, pero la que se aplica a los sistemas de construcción es la planteada por Borcharding en 1986, quien propone un modelo cualitativo para identificar las causas de reducción de productividad en la construcción. Postula que la pérdida de productividad en construcciones grandes y complejas, se explica con el uso de cinco grandes categorías de tiempo improductivo:

1. Pérdidas por esperas (inactividad)
2. Pérdidas por traslados
3. Pérdidas por trabajo lento
4. Pérdidas por trabajo inefectivo
5. Pérdidas por trabajo rehecho

Y estas a su vez, se pueden clasificar de acuerdo al área a la que pertenecen:

- a) Administración: Requerimientos innecesarios, exceso o falta de control, mala planificación o excesiva burocracia.

¹ Taichi Ohno: Creador de la Filosofía Lean o “Modelo Toyota”



- b) Uso de Recursos: Exceso o falta de cantidad, falta de calidad, mal uso, mala distribución o disponibilidad.
- c) Sistemas de Información: No necesaria, defectuosa, atrasada o poco clara.

El enfoque en la productividad de la "Construcción sin Pérdidas" propone nuevas herramientas de diagnóstico, medición y mejoramiento para este propósito. Encuestas de detección a los capataces, métodos de muestreo del trabajo, registros de materiales y otras herramientas han sido desarrolladas para permitir la toma de decisiones para el mejoramiento de la productividad en la construcción.

El objetivo principal es eliminar "las restricciones de la organización" propias de la producción en la construcción, por ejemplo: reducir el tiempo de transporte para la provisión de materiales, redistribución de las instalaciones, proveer de elementos de transporte de materiales para las eliminaciones de los tiempos de transporte y traslado.

Mediante la presente tesis se propondrán algunas soluciones para el mejoramiento del desempeño del proceso constructivo en la ciudad de Loja y por lo tanto la disminución de los factores que producen pérdidas.

2.5.6. CONCEPTO DE SISTEMA

Un sistema es un conjunto organizado de elementos o de subsistemas interdependientes e interactuantes, designado para lograr un objetivo común.

"El aspecto más importante del concepto sistema es la idea de un conjunto de elementos interconectados para formar un todo que presenta propiedades y características propias que no se encuentran en ninguno de los elementos aislados" (Chiavenato, 1995).

Los sistemas pueden ser abiertos o cerrados. Un *sistema abierto* es el que tiene una acción y reacción continua con su entorno. Un *sistema cerrado* es aquél que no interactúa con su entorno. Un sistema productivo tiene como función principal, la de convertir un flujo de recursos (inputs) en un conjunto de resultados deseados (outputs). Por lo tanto las empresas constructoras son sistemas abiertos.

CAPÍTULO III

EL RECURSO HUMANO



EL RECURSO HUMANO

Dentro de una obra o proyecto de construcción el elemento más importante es el recurso humano, ya que gracias a él es posible realizar los procesos productivos. Por lo que es necesario que los administradores de proyectos conozcan y comprendan el comportamiento de la mano de obra en su ambiente laboral.

Es importante recordar, que a una persona se le puede pagar por su tiempo, por su esfuerzo físico, etc.; sin embargo, no es posible comprar su lealtad, su iniciativa, las cuales deben ser ganados por la administración.

3.1. CAPACITACIÓN

Sin lugar a dudas, el ser humano es el elemento vital para el logro y el desarrollo de una actividad empresarial.

La capacitación es una herramienta fundamental para lograr un crecimiento y perfeccionamiento permanente, tanto del personal de la empresa, como de la organización en sí.

Se puede definir la capacitación como lo hace Serpell (1994) "los procedimientos sistemáticos orientados a entregar conocimientos, habilidades y a desarrollar aptitudes para el desempeño eficiente de la labor que realizan los seres humanos".

Dentro del proceso productivo es posible identificar problemas que demuestren la necesidad de capacitación del personal, por ejemplo si los registros de producción indican que los trabajadores no están alcanzando los estándares esperados, puede que sea necesaria una capacitación adicional. De manera similar, un número excesivo de rechazos, o desperdicios de material, puede ser originado por una capacitación inadecuada; un incremento en el número de accidentes también es una indicación de que los empleados necesitan una capacitación adicional en el uso de dispositivos y procedimientos de seguridad.

Para estimar los requerimientos de capacitación de forma efectiva, se debe realizar de manera sistemática, para esto es conveniente hacer un análisis desde tres puntos diferentes, como lo propone Serpell (2002):



- 1) *Análisis organizacional:* determina en qué puntos debe colocarse el énfasis principal de la capacitación en la organización. El análisis de la organización da énfasis al estudio de la organización completa, sus objetivos y sus recursos y a la forma en que se relacionan los recursos con los objetivos de la misma.
- 2) *Análisis de operaciones:* determina cual deberá ser el contenido de la capacitación en términos de lo que el empleado debe hacer para ejecutar una tarea, puesto o asignación, de manera efectiva.

El análisis de operaciones se enfoca hacia la tarea o el puesto, independientemente del empleado que desarrolla esta tarea.

- 3) *Análisis del hombre:* Determina que habilidades, conocimientos o actitudes deberá desarrollar un trabajador para desempeñar las tareas que constituyen su labor en la organización.

El análisis del hombre se enfoca sobre el individuo en su posición actual y en posibles posiciones futuras, y puede incluir unidades producidas, costos de las unidades producidas, ausentismo, atrasos y accidentes.

El nuevo modelo de capacitación, está hecho en base a la adquisición de "competencias", y este debe ser visto como un proceso continuo.

3.1.1. LA CAPACITACIÓN Y LA TECNOLOGÍA

Gran parte del área de la construcción se desarrolla en forma sumamente artesanal, los cambios tecnológicos tardan mucho tiempo en beneficiar los trabajos que se realizan en ésta área. En general, no existe una clara conciencia de la necesidad de optimizar el uso de los recursos existiendo una gran resistencia a los cambios, especialmente en lo que se refiere al trabajo realizado en terreno.

Los profesionales, una vez integrados al mundo laboral tienden a enfatizar otros aspectos de su actividad profesional, especialmente aquellos de carácter más administrativo y, en general, descuidan la organización de los trabajos y métodos de construcción.

Estos puntos, comúnmente son realizados por los maestros de obra, los que aunque muy experimentados no cuentan siempre con la capacitación necesaria para mejorar la productividad, optimizar los procesos productivos, y generalmente



se tiende a continuar con métodos y usos tradicionales dejando muy poco lugar a la innovación.

3.1.2. OBJETIVOS DE LA CAPACITACIÓN

La capacitación presenta seis principales objetivos (Serpell, 2002):

- Preparar el personal para la ejecución inmediata de las diversas tareas peculiares de la organización.
- Proporcionar oportunidades para el continuo desarrollo personal en sus actividades actuales como en otras funciones para las cuales la persona puede ser considerada.
- Cambiar la actitud de los trabajadores, con la finalidad de crear un clima más satisfactorio entre empleados, aumentar la motivación y hacerlos más receptivos a las técnicas de supervisión.
- Proveer la solución a posibles problemas futuros, derivados por cambios de equipos, nuevos productos, etc.
- Aumentar conocimientos técnicos y generales de los trabajadores para su participación en la gestión de la empresa.
- Proporcionar los medios para el desarrollo integral de los trabajadores.

3.1.3. PROPÓSITOS DE LA CAPACITACIÓN

Los propósitos de la capacitación pueden ser definidos en cuatro puntos (Serpell, 2002):

- *Transmisión de informaciones:* El elemento esencial en muchos programas de capacitación es el contenido, repartir información entre los capacitados como un cuerpo de conocimiento. Normalmente, las informaciones son sobre el trabajo, tales como informaciones sobre la empresa, sus productos y sus servicios, su organización y sus políticas, etc.
- *Desarrollo de habilidades:* Principalmente aquellas habilidades y conocimientos directamente relacionados con el desempeño de la actividad actual, o de posibles ocupaciones futuras. Consiste en una capacitación orientada directamente en el trabajo.



- *Desarrollo o Modificación de actitudes:* Generalmente el cambio de actitudes negativas por actitudes más favorables entre los trabajadores, aumento de la motivación, desarrollo de la sensibilidad del personal de supervisión en cuanto a los sentimientos y reacciones de las otras personas.
- *Desarrollo del nivel conceptual:* La capacitación puede ser llevada para desarrollar un alto nivel de abstracción, y facilitar la aplicación de conceptos en la práctica.

3.1.4. BENEFICIOS DE LA CAPACITACIÓN

Se pueden distinguir tres beneficios de la capacitación (Serpell, 2002):

- **Mejor organización interna.** La que destaca tres características:
 - Facilita la delegación de autoridad. La capacitación ayuda a los jefes a distinguir y definir claramente la índole y categorías de problemas a los que deben dedicarse de acuerdo con su posición en la estructura jerárquica. La capacitación puede hacer del jefe un verdadero líder y del trabajador un efectivo colaborador.
 - Prepara al personal para asumir nuevas responsabilidades. La preparación del personal para aceptar nuevas responsabilidades, es otro beneficio de la capacitación, el que va a estar orientado a desarrollar nuevas habilidades y entregar conocimientos relacionados con el trabajo ejecutado y a la vez, le proporcionará las herramientas necesarias para capacitarlo en cargos de mayores perspectivas en la organización.
 - Facilita la comunicación interna. La capacitación tiende a uniformar criterios en la organización, apuntando a una disminución de los malos entendidos, debido a un mayor conocimiento de los canales formales de comunicación, tanto en los niveles inferiores y superiores de la organización.
- **Mejoramiento de las cuadrillas y mayor eficiencia en los métodos de trabajo.** Se destacan cuatro características:
 - Disminución de los accidentes de trabajo. Mediante un buen sistema de capacitación, los accidentes pueden reducirse al mínimo, ya que se estará proporcionando los conocimientos necesarios de los riesgos propios al



cargo que desempeña el trabajador, instruyéndolo en las formas correctas de ejecución, el adecuado uso de sus elementos de seguridad, el ambiente de trabajo, etc.

- Disminución del ausentismo y rotación de personal. A través de la capacitación, el trabajador adquiere mayor confianza en sí mismo y puede rendir satisfactoriamente de acuerdo a su capacidad y esfuerzo personal. De esta manera se evita este tipo de problemas, ya que se pretende incentivar y ubicar convenientemente a los trabajadores.
 - Mejor calidad del producto. Mediante una preparación eficaz del personal, se puede conseguir una mejor calidad y presentación del producto. Esto se debe a un mayor conocimiento, destreza y prolijidad de la mano de obra, lo que se traduce en un mayor beneficio para el usuario.
 - Disminución de los costos. El personal que ha sido debidamente instruido en los procedimientos y métodos correctos de ejecución de un trabajo, utilizará materias adecuadas, disminuyendo la calidad de productos defectuosos, en igual forma las herramientas serán aprovechadas, lo que lleva a rebajar el tiempo improductivo y obtener una mejora en la eficiencia.
- **Mejor desempeño del trabajador.** Destacándose tres puntos:
- Eleva la moral del trabajador. Con la capacitación se brinda un conocimiento más profundo acerca del trabajo, así como de lo que la organización espera obtener del trabajador, estimulándolo a sentirse motivado por su trabajo y por la empresa.
 - Contribuye a mejorar relaciones humanas. Como se ha podido apreciar, la capacitación permite al personal obtener mayores conocimientos, dando oportunidades de ascender y por consiguiente de elevar su nivel de vida, lo que ayuda al trabajador a cambiar de actitud hacia el grupo y hacia la organización. Además, proporciona la preparación necesaria para su trato con los demás, permitiendo mejorar las relaciones interpersonales e intergrupales.
 - Facilita una mejor coordinación. En la medida que la empresa cuente con un personal debidamente capacitado, estará en condiciones de poder fijar responsabilidades y contar con el personal capaz de aceptar sus



IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE PÉRDIDA EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES PARA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE LOJA MEDIANTE EL EMPLEO DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN DE NIVELES DE ACTIVIDAD

obligaciones, de la misma forma estará en condiciones de fijar responsabilidades hacia el personal subalterno.

CAPÍTULO IV

LA PRODUCTIVIDAD



LA PRODUCTIVIDAD

Es posible tener una definición general de productividad al enfocarse en la relación existente entre lo producido y lo gastado.

De una forma más amplia Serpell (1994) define la productividad en la construcción como la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado.

Para obtener altos niveles de productividad se involucran los conceptos de eficiencia y efectividad, ya que no sería correcto ejecutar un proceso constructivo sin cumplir con los requerimientos de calidad. En vista que los procesos productivos buscan siempre obtener altos niveles de productividad es necesario analizar la siguiente figura que relaciona eficiencia y efectividad.



Fig. 4.1: Relación entre la eficiencia, la efectividad y productividad

Dentro de la Figura 4.1 se observa claramente que los altos niveles de productividad se producen en la zona de eficiencia y efectividad lo cual produce un alto cumplimiento de metas.

Para una mejor comprensión de estos dos conceptos en la Figura 4.2 se puede observar el ejemplo de un tablero de puntería, en el caso *Efectivo pero Ineficiente* los tiros realizados no presentan variabilidad pero se encuentran fuera del blanco, lo que indica que efectividad es "hacer correctamente las cosas". Al analizar el caso *Efficiente pero Inefectivo* se puede observar que todos los tiros realizados se encuentran dispersos dentro del blanco, de esta forma es posible definir eficiencia



es "*hacer las cosas correctas*". Finalmente es posible concluir que no es suficiente ser eficientes y realizar bien los procesos, es necesario dar un paso más y ser efectivos, de esta forma disminuir la variabilidad existente al repetir actividades dentro de un determinado proceso (caso *Efectivo y Eficiente*) para ubicarse en el área de *alta productividad*.

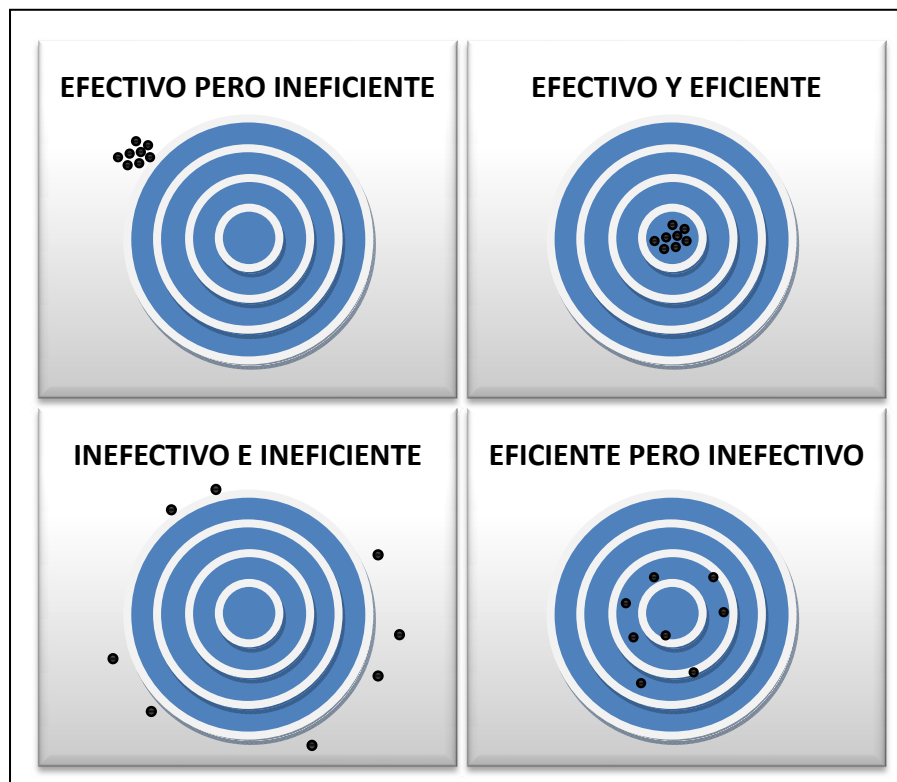


Fig. 4.2: Relación entre eficiencia y efectividad

4.1. EL TRABAJO

Según Alfredo Serpell (1994) "El trabajo es la expresión final o la demostración de la acción de la administración". Los elementos básicos del trabajo son:

1. Personal:

- Aporta con sus habilidades o capacidades, como por ejemplo, la destreza con la que se opera el equipo.
- Demanda satisfacción de deseos y necesidades, como por ejemplo, la necesidad de superación tanto personal como profesionalmente.



2. Materiales: Necesarios para la ejecución del trabajo, por ejemplo, herramientas e implementos de seguridad.

3. Ubicación:

- Accesibilidad a la obra, puede ubicarse dentro de la ciudad como en zonas aledañas.
- Entorno de la obra, este aspecto está relacionado con las características geográficas de la zona de la obra.

4. Herramientas y equipos requeridos: relacionado con la maquinaria pesada y su mantenimiento.

5. Información:

- Técnica,
- De gestión o administración.

4.2. NIVELES DE PRODUCTIVIDAD

Se han desarrollado herramientas que permiten medir la productividad, entregando valores detallados y efectivos para la gestión, en términos del manejo de factores productivos, como mano de obra, uso de equipos y materiales. Estas herramientas se denominan SINA (Sistema de Información Niveles de Actividad) y ADP (Análisis De Procesos), las cuales permiten identificar, establecer control y hacer gestión sobre las variables críticas.

Las primeras publicaciones académicas referentes al tema de productividad en la construcción en Chile, datan de 1989, año en el cual se desarrolló un estudio de investigación, en un esfuerzo conjunto entre la Escuela de Ingeniería de la Universidad Católica de Chile y la Corporación de Capacitación de la Construcción, con el fin de optimizar los procesos de operación en cuanto a costo, calidad y plazos de ejecución, como también poder comparar nuestros estándares, con los de un país desarrollado industrialmente como Estados Unidos.

Dicho estudio comprendía encontrar, traducir, adaptar a la mentalidad actual del sector de la construcción, las investigaciones realizadas en universidades de Estados Unidos, para tener una aplicación práctica en terreno adecuada a la



realidad, la que permitió obtener los primeros indicadores de distribución del tipo de trabajo realizado por el personal de terreno en la industria de la construcción chilena.

El SINA es una herramienta que permite identificar y posteriormente disminuir las principales causas de pérdida de tiempo en el personal, consiguiendo con ello mejorar la utilización de la mano de obra, mejores niveles de producción y una reducción importante de sus costos.

Las categorías de trabajo que se determinaron en los estudios desarrollados en Chile se indican en Serpell (2002) y son básicamente tres:

1. Trabajo productivo (TP): Es el tiempo que un trabajador destina a producir alguna unidad de construcción (por ejemplo, m² de mampostería).

2. Trabajo contributorio (TC): Corresponde al tiempo dedicado a las labores de apoyo necesarias para que se ejecuten los trabajos productivos. Sin embargo, se destaca que, un exceso de actividades de apoyo implica necesariamente una pérdida para la empresa, por lo que sus índices deben controlarse. La categoría TC se divide en la siguiente clasificación:

- Transporte de materiales
- Aseo
- Instrucción
- Otras labores de apoyo

3. Trabajo no contributorio (TNC): Cualquier otra actividad que no corresponda a las categorías anteriores y que implica tiempo que no se aprovecha por diferentes causas. Esta categoría de tiempo se divide en la siguiente clasificación:

- Viajes (desplazamientos con manos vacías)
- Descanso
- Esperas (por métodos, esperas por recurso o material)
- Trabajo rehecho
- No visto



Estas actividades ocurren por deficiencias en la dirección de la obra, el personal, el sistema de trabajo, el tipo de proyecto, y las condiciones ambientales y de seguridad. Estos elementos a la vez establecen el ritmo o velocidad de la obra, por lo que tienen que ser mejorados de manera que la operación sea cada vez más eficiente.

La productividad del trabajo, se mide en relación con el contenido de trabajo productivo, por lo que la clasificación previa de los 3 tipos de trabajos que existen debe ser lo más preciso posible, de manera que ningún tipo de trabajo no contributorio pase desapercibido y no se pueda ejercer un control sobre él. Cabe resaltar que a medida que el tiempo utilizado en trabajos no contributorios aumenta, el tiempo disponible para realizar trabajos productivos disminuye, lo cual afecta negativamente a la productividad de la obra.

4.3. FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD

Debido a la complejidad del trabajo, Serpell (2002) propone múltiples factores que afectan la productividad en la construcción, entre los más importantes tenemos:

4.3.1. FACTORES QUE TIENEN UN EFECTO NEGATIVO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD

Son factores que influyen negativamente a la productividad como por ejemplo:

1. Cansancio por sobre tiempos
2. Errores en las indicaciones del cliente
3. Cambios durante la ejecución del trabajo
4. Complejidad en la ejecución del trabajo
5. Congestionamiento del tránsito debido a la gran cantidad de unidades
6. Falta de supervisión del trabajo
7. Material a transportar mal volado o en tamaños inadecuados para su transporte
8. Condiciones climáticas inadecuadas
9. Malas condiciones en la zona de trabajo, como la escasez de iluminación



10. Excesiva rotación del personal
11. Falta de materiales, equipos y herramientas cuando se necesitan
12. Elevada tasa de accidentes
13. Falta de personal capaz
14. Niveles de desempleo en el país
15. Controles excesivos de parte de la administración, lenta toma de decisiones
16. Excesivas exigencias de control de calidad
17. Interrupciones no controladas (necesidades biológicas, café, etc.)

4.3.2. FACTORES QUE AFECTAN POSITIVAMENTE A LA PRODUCTIVIDAD

Algunos de los factores que ayudan a mejorar la productividad son los siguientes:

1. Capacitación del personal
2. Seguridad en obra
3. Innovación de técnicas de operación del equipo
4. Planificación adecuada
5. Programas de motivación del personal
6. Adecuado mantenimiento de los equipos
7. Diseños de las y zonas donde el trabajo se realiza con mayor comodidad
8. Mejor fragmentación de la roca volada
9. Comunicación constante entre la supervisión y obreros
10. Planificación adecuada del mantenimiento de los equipos
11. Nivel adecuado de formación de los obreros
12. Estimular un sano nivel de competencia entre los obreros
13. Utilización de programas de cómputo para simular la operación y analizar los resultados
14. Controlar la eficiencia en obra, realización de muestreos y sondeos



Conocidos algunos de los factores, la labor del administrador de la obra debe ser la de incrementar los factores positivos, disminuyendo los efectos negativos, identificándolos oportunamente.

Las categorías en las que estos factores afectan a la productividad son los siguientes:

- Trabajo lento: Debido a factores como la desmotivación en el grupo, falta de interés, fatiga, condiciones climáticas, etc.
- Esperas y detenciones: Debido a falta de equipos, repuestos para maquinarias, etc.
- Trabajo inefectivo: Cambio de labores en el obrero, improvisación de trabajos no definidos con anterioridad
- Trabajo rehecho: Perforaciones mal hechas, realización de voladura secundaria.

Es importante agregar que la productividad incluye trabajos de calidad, debido a que en la mayoría de las ocasiones solamente se enfoca en producir cada vez más y se descuida la calidad del producto final (obra). La consecuencia inmediata de esto, es que se tendrá que rehacer el trabajo ocasionando pérdidas, razón por la cual se deben ejecutar los procesos constructivos sin descuidar el tiempo, el costo y la calidad.

4.4. CAUSAS DE PÉRDIDAS DE PRODUCTIVIDAD

Existen muchas causas que pueden generar pérdidas dentro del proceso constructivo, muchas de ellas ocasionadas por la administración pero no se puede dejar de considerar los detalles durante el proceso de construcción. A continuación se puede establecer algunas de las causas:

- Ineficiencia en la administración
- Métodos inadecuados de trabajo
- Grupos y actividades de apoyo deficientes
- Problemas de seguridad



- Inapropiados sistemas de control
- Falta de recursos (factor humano)
- Problemas de diseño y planificación

Cada una de estas causas tiene a su vez un subconjunto de factores que las determinan. Estos factores se describen a continuación (Serpell, 2002):

4.4.1. INEFICIENCIA DE LA ADMINISTRACIÓN

Entre las principales deficiencias tenemos:

- La falta de supervisión o la baja relación supervisor I empleado, los supervisores deben manejar un número apropiado de obreros, no excederse.
- Una mala organización puede originar problemas de comunicación y coordinación.
- Incapacidad de supervisores y administradores de la obra.
- Mala planificación efectuada por personas que no se encuentran en la capacidad de coordinar y proyectar la ejecución de la obra, generalmente el capataz es quien realiza esta labor, en muchos casos no sabe hacerlo correctamente.
- La falta de planificación lleva en muchos casos a una falta de control.
- El atacar los problemas de manera temporal y sólo cuando se presentan, hace vulnerable a una obra, por otro lado, en algunos casos, los supervisores o jefes de campo se encuentran agobiados con las tareas administrativas, lo cual se refleja en el campo.

4.4.2. MÉTODOS INADECUADOS DE TRABAJO

Dentro de esta categoría, las principales deficiencias se encuentran en las siguientes áreas:



- Falta de técnicas para un mejor aprovechamiento de los recursos, maneras inadecuadas de utilizar los equipos.
- Falta de implementación de equipos adecuados para la obra.
- Mentalidad “cerrada” para escuchar otras propuestas para la ejecución de trabajos.
- Poca experiencia de parte de los que dirigen el proyecto (supervisores).
- Falta de comunicación entre los que ejecutan directamente (obreros) y la jefatura. En algunos casos esto empeora ante la ausencia del supervisor en el campo.

4.4.3. GRUPOS Y ACTIVIDADES DE APOYO DEFICIENTES

Generalmente los problemas en los grupos de apoyo tienen relación con la disponibilidad de recursos, entre los principales problemas tenemos:

- Bajo rendimiento en el área de mantenimiento de los equipos, escasez de equipos, muchos equipos parados por reparación.
- Bajo presupuesto en las distintas áreas, áreas olvidadas.
- Falta de recursos por razones de mercado, en muchas ocasiones no hay determinado repuesto el cual se tiene que importar directamente desde fabrica en el extranjero.
- Mala planificación del mantenimiento de los equipos (recursos), falta de proyección en el mantenimiento.
- Pobre plan de contingencia ante un problema inesperado.
- Logística deficiente, pobre capacidad de reacción y mal organizada.
- Inadecuada ubicación de las instalaciones, el almacén de repuestos de alta rotación no debe quedar alejado de donde trabajan los equipos.



4.4.4. PROBLEMAS DEL RECURSO HUMANO

El recurso humano presenta las siguientes deficiencias:

- Falta o deficiente capacitación, lo que se refleja en la calidad del trabajo, lentitud en la operación de los equipos, en muchas ocasiones un mal manejo de los equipos no solo afecta en la producción, si no que puede dañar al mismo.
- Poca motivación de los trabajadores, la ausencia de satisfacción en el trabajo afecta en su desempeño.
- Las deficientes condiciones de seguridad del entorno hacen que el obrero baje su rendimiento.
- Carencia de asignación de labores, el que una persona no tenga una labor definida estabilizada.
- Ninguna utilización de la experiencia personal en la obra.
- Problemas de comunicación, falta de capacidad de comunicación en los obreros para expresar sus dudas o sugerencias.
- Bajo rendimiento por problemas personales, falta de asistencia social.

4.4.5. PROBLEMAS DE SEGURIDAD

La seguridad en obra es un factor importante, los accidentes generan pérdidas materiales y peor aún, pueden ocasionar pérdidas humanas. Como ya se mencionó anteriormente, el que no haya un adecuado control y plan de seguridad hace que el desenvolvimiento del obrero se vea afectado negativamente, bajando su rendimiento.

Es necesario que toda obra cuente con una persona que tenga bajo su responsabilidad la seguridad de las mismas, que tome las medidas necesarias y que logre un clima seguro en el que el obrero se sienta protegido ante cualquier eventualidad.



4.4.6. INAPROPIADOS SISTEMAS DE CONTROL

En la construcción, se utilizan sistemas de control que descuidan la parte productiva y se focalizan mas en analizar los costos de las obras, comparando los costos reales con los presupuestados.

Entre las principales deficiencias tenemos (Serpell, 2002):

- La información no es correctamente difundida, incluso puede ser distorsionada.
- Cuando se dan estos casos las soluciones demoran en darse.
- No se identifica con claridad los errores que se presentan en obra.
- Al no mostrar los problemas de productividad estos no se identifican y jamás se corrigen.
- Desinformación total de lo que ocurre en obra.
- Incapacidad del personal a cargo de esta área.

CAPÍTULO V

**EXPERIENCIAS EN MEDICIÓN DE NIVELES
DE ACTIVIDAD**



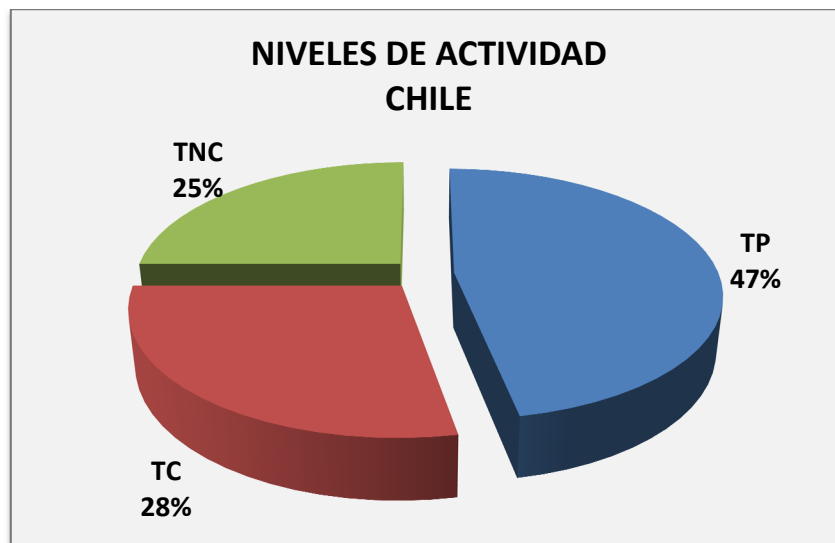
EXPERIENCIAS EN MEDICIÓN DE NIVELES DE ACTIVIDAD

5.1. EXPERIENCIA CHILENA

El departamento de Ingeniería Civil y Gestión de la Construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile, durante 5 años realizó mediciones más de 40 proyectos de construcción, determinando que la medición de niveles de actividad es una herramienta efectiva para la determinación de las fuentes de pérdida y así generar mejoramiento de la construcción.

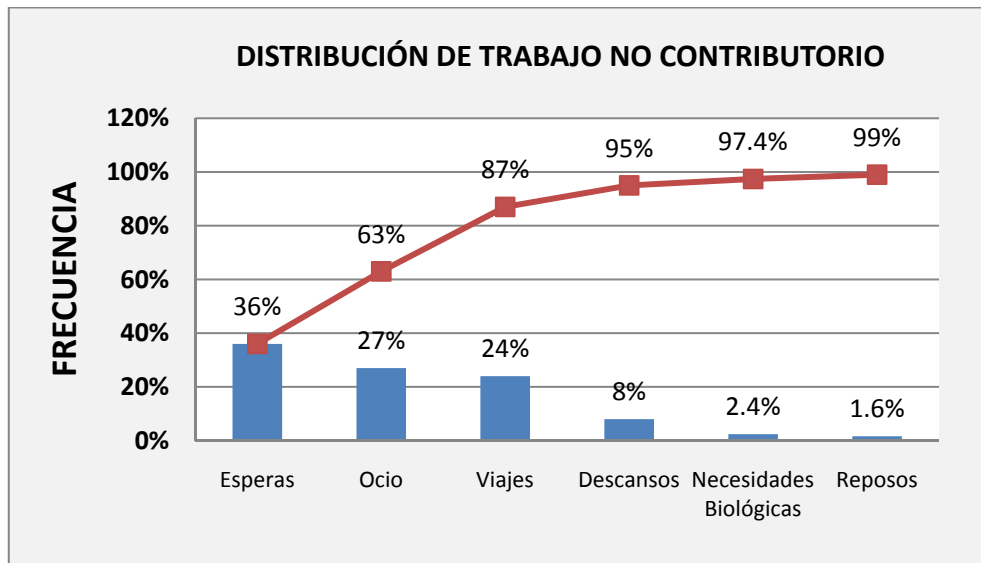
Los resultados generados son los siguientes:

Como se puede observar en la Gráfica 5.1 los resultados obtenidos en las construcciones Chilenas, se concluye que el 53% del tiempo en obra se destina a actividades no productivas (28% Contributorio y 25% No Contributorio).

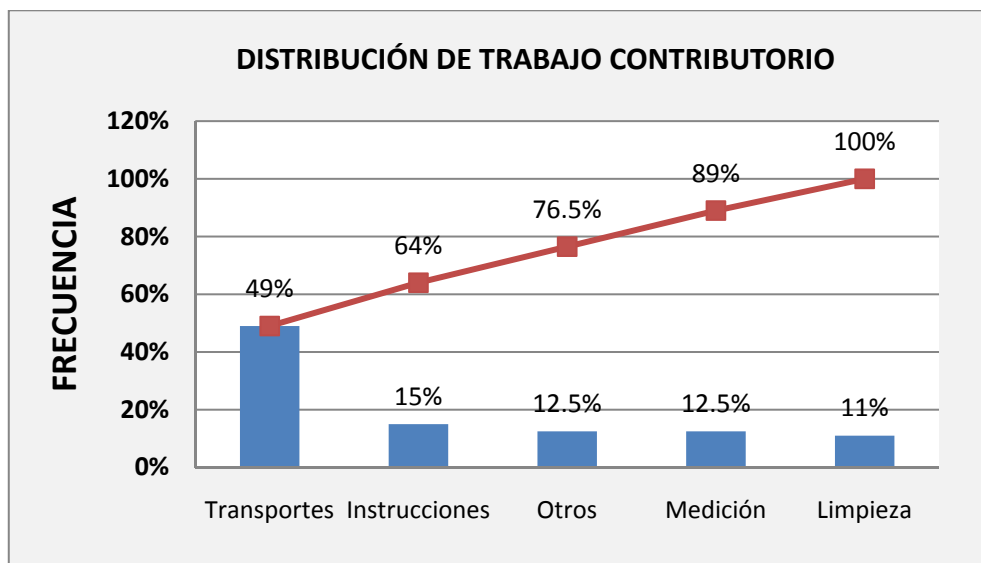


Gráfica 5.1: Distribución del trabajo. Chile 1995

En las gráficas 5.2 y 5.3 se puede observar las actividades más representativas de las 2 categorías de trabajo antes mencionadas. Dentro del trabajo no contributorio la actividad de mayor incidencia son *Esperas* con un 36% y dentro del trabajo contributorio con un valor del 49% son *Transportes*.



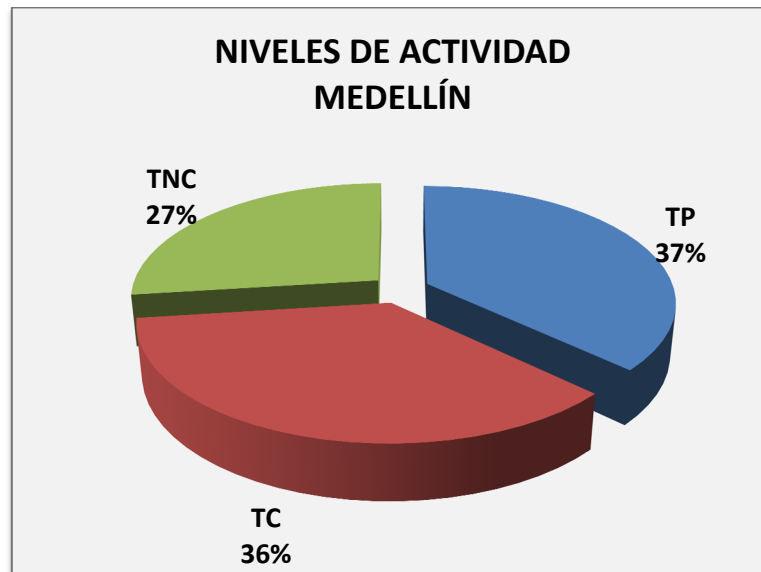
Gráfica 5.2: Distribución de Trabajo No Contributorio. Chile 1995



Gráfica 5.3: Distribución de Trabajo Contributorio. Chile 1995

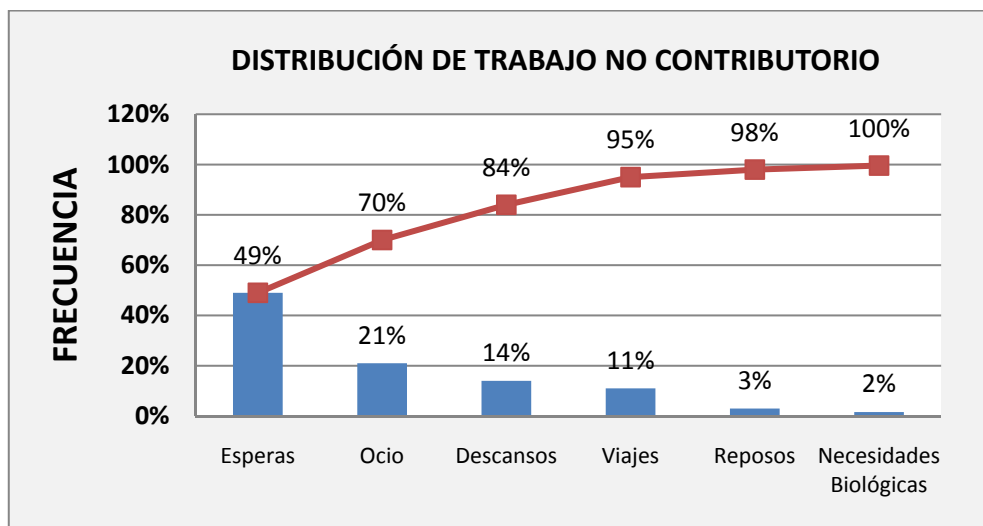
5.2. EXPERIENCIA COLOMBIANA

El área de construcción del departamento de Ingeniería Civil de la Universidad EAFIT junto con algunos constructores de la ciudad de Medellín, desarrollaron el proyecto de mejoramiento de la productividad en la construcción (2003) utilizando como herramienta la medición de las diferentes categorías de trabajo. Los resultados obtenidos por la investigación colombiana se presentan a continuación:

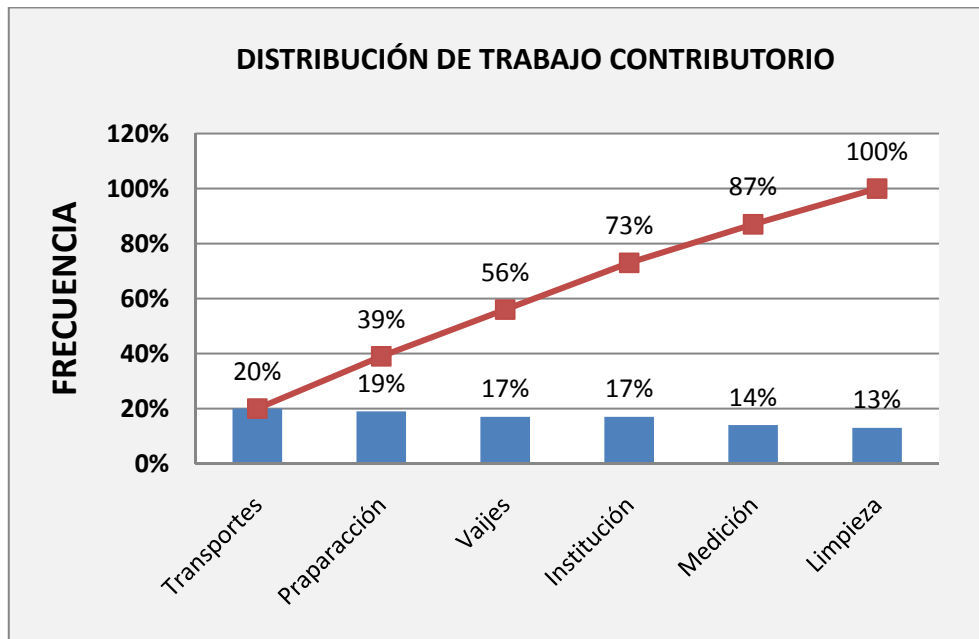


Gráfica 5.4: Distribución del trabajo. Colombia 2003

Al igual que en el estudio chileno, el porcentaje de actividades que no generan valor es elevado, llegando al 63% (gráfica 5.4), siendo mayor que en el contexto chileno. Esto indica la necesidad de tomar acciones respecto al bajo desempeño de la industria a nivel de Latinoamérica.



Gráfica 5.5: Distribución de Trabajo No Contributorio. Colombia 2003



Gráfica 5.6: Distribución de Trabajo Contributorio. Colombia 2003

Realizando el análisis de las gráficas 5.5 y 5.6 se puede determinar cuáles son las actividades que tienen mayor frecuencia dentro del proceso constructivo y que no son productivas. En la distribución de actividades no contributivas, la actividad que presenta mayor frecuencia son *Esperas* en el proceso constructivo, lo cual impulsa a los constructores a mejorar la disposición de localización de recursos, utilización y manejo de las cuadrillas, entre otras. Dentro de la distribución de trabajo contributorio se puede observar que todas las actividades tienen una frecuencia con muy poca variación, las dos actividades que se destacan son *Transportes* (20%) y *Preparación* (19%).

5.3. ANÁLISIS DE MEDICIONES DE ACTIVIDAD EN LA CIUDAD DE LOJA

Con el fin de evitar alteraciones en los niveles de actividad de los proyectos, se realizaron visitas previas, para familiarizarse con la disposición de la obra y con el personal. Con base a las experiencias desarrolladas en Chile y con las tres categorías de trabajo (TP, TC Y TNC) se procedió a tomar mediciones de las actividades que ejecutaban cada uno de los obreros del proyecto, asignándoles una de las categorías de trabajo.



Se consideró un número aproximado a 300 mediciones para cada una de las obras evaluadas, de acuerdo con Serpell (1994) es necesario conducir un número mayor a 300 mediciones para que estas sean estadísticamente válidas. Las mediciones se realizaron en forma aleatoria entre los meses de abril y agosto.

El procedimiento de medición comprende recorrer el total de la obra o visualizarla desde un punto estático (simple observación). De esta forma, cada vez que se encuentre o visualice un obrero, se deberá anotar en los formatos si es que está realizando algún TP, TC o TNC, y dentro de estas dos últimas categorías, es necesario especificar la clasificación del mismo descuerdo con las actividades que se hayan considerado.

Es necesario que se especifique en forma clara la definición de cada categoría, para lo cual se establecieron las siguientes características dentro de esta investigación:

TRABAJO CONTRIBUTORIO

- *Transporte de materiales (T):* Considera los desplazamientos de los obreros con los materiales requeridos para la ejecución de la obra. No considera los tramos en los cuales el trabajador camina con las manos vacías en busca del material.
- *Limpieza (L):* Considera labores de aseo en el lugar de trabajo, para facilitar los movimientos y actividades de los obreros.
- *Instrucciones (I):* En forma periódica el residente de obra, maestro mayor o superiores, entrega instrucciones de cómo ejecutar alguna actividad o supervisar las mismas, esto no implica la detención de los trabajadores, a menos que sea necesario.
- *Mediciones (M):* Considera la preparación de material para encofrados, comprobación de replanteos o ubicación de estructuras requeridas para la ejecución de la obra.
- *Otras labores de apoyo (X):* Considera el resto de actividades que aporten a la ejecución de la obra, pero no se encuentren detalladas en las categorías anteriores.



TRABAJO CONTRIBUTORIO

- *Esperas (E)*: Se generan esperas, cuando los obreros se encuentra en excavaciones, lugares de altura o a una distancia considerable de los materiales para continuar con sus labores, inclusive cuando reciben instrucciones.
- *Descansos (D)*: Detenciones a causa de agotamiento físico o para recibir alimentos o agua.
- *Trabajo rehecho (R)*: Por falta de supervisión, instrucciones incorrectas (planos equívocos) o mala planificación de la prioridad de ciertas actividades, se debe rehacer el trabajo.
- *Tiempo ocioso (O)*: Considera a los obreros que no se encuentran realizando actividad alguna en beneficio de la obra, existiendo actividades de apoyo que podría desarrollar.
- *Viajes (V)*: Es el desplazamiento de los obreros a las distintas áreas del proyecto cuando se requiere de un vehículo, debido a las dimensiones del mismo.
- *Necesidades biológicas (B)*: Esta categoría se define sola.
- *Otras actividades no productivas (Y)*: Considera el resto de actividades que no aportan al proyecto y no se encuentren detalladas en las categorías anteriores.

Posteriormente se realizó el análisis de los datos obtenidos en campo para obtener del total de mediciones, el porcentaje de TP, TC y TNC, con lo cual se pudo obtener el nivel de productividad de cada uno de los proyectos y de esta forma determinar las actividades que presentan una mayor fuente de pérdida en cada proyecto por tener mayor frecuencia.

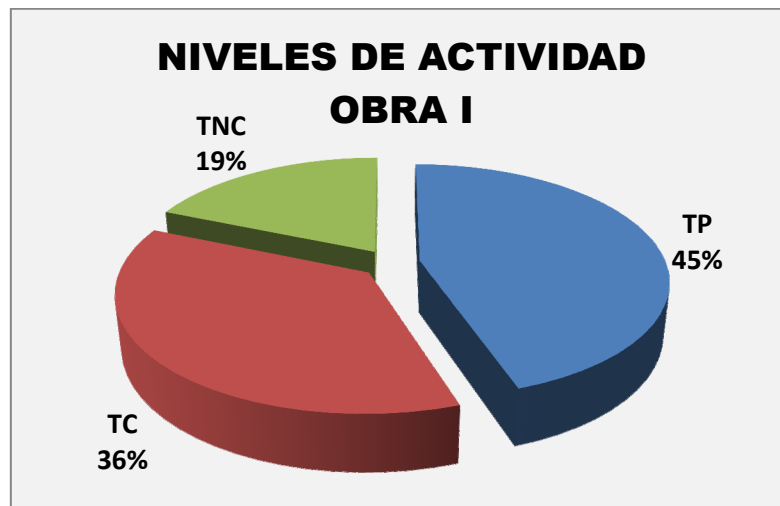
En los anexos I, II y III se pueden encontrar los formatos y las mediciones realizadas en cada una de las obras, y en el punto 5.3.2 se detallan los resultados de productividad, trabajo contributorio y no contributorio.



5.3.1. ANÁLISIS INDIVIDUAL

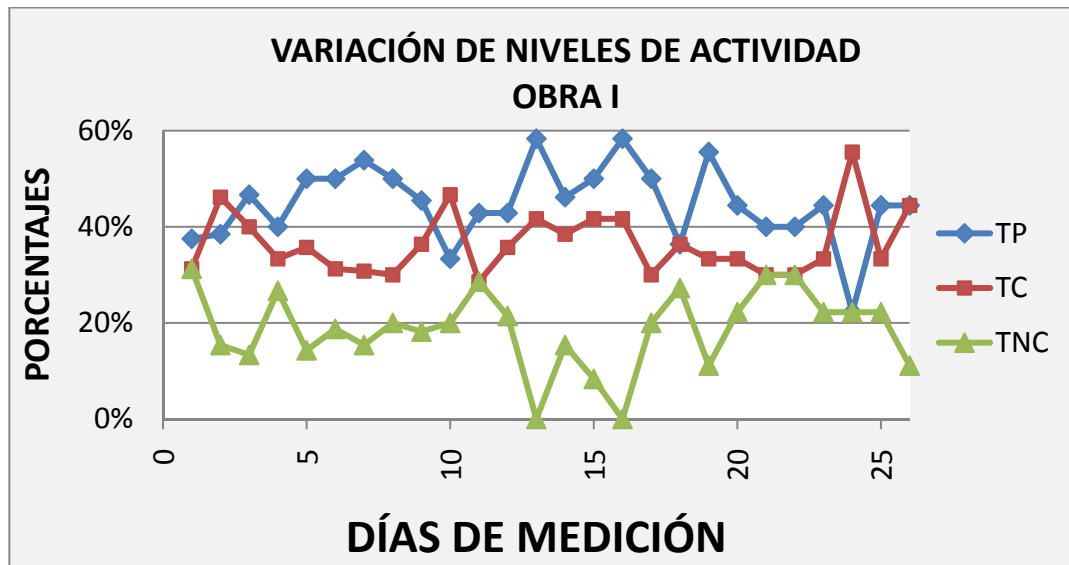
5.3.1.1. OBRA I

En la gráfica 5.7 se indican los porcentajes de actividad de las categorías de trabajo, en la cual se encuentra que las actividades no productivas abarcan un 55% del total del tiempo de ejecución del proyecto. Al realizar la comparación con los valores óptimos propuestos por Chile para TP (60%) es posible determinar que dentro del proyecto se dedica un porcentaje mayor de tiempo a los trabajo contributorios.



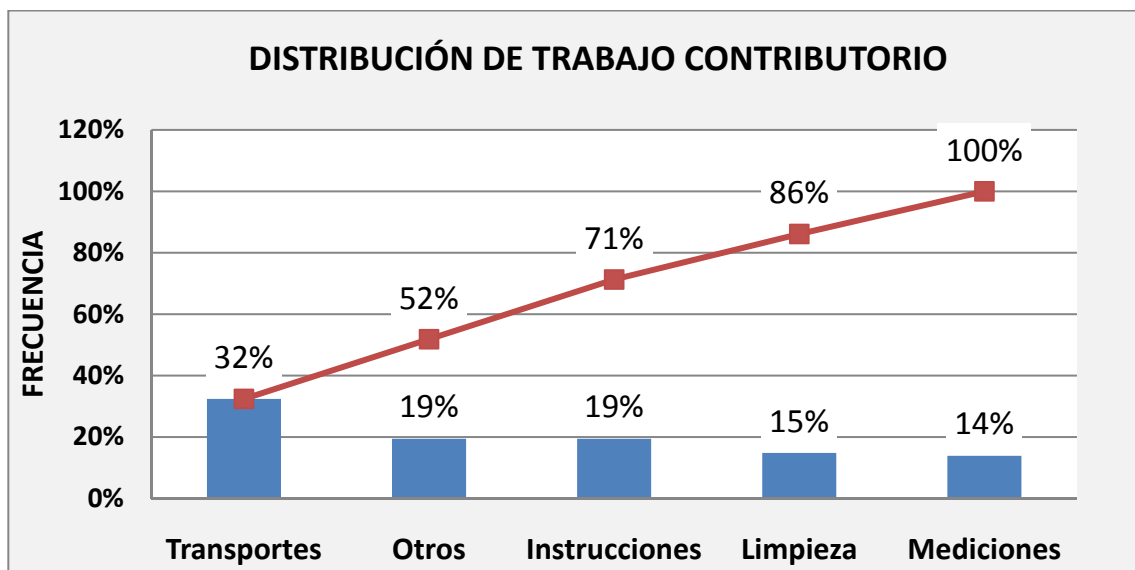
Gráfica 5.7: Distribución de trabajo en Obra I. Loja 2009

En la siguiente gráfica (5.8) se presenta la variabilidad de productividad durante las mediciones realizadas en el proyecto, en la cual algunas de las mediciones presentan porcentajes elevados de trabajo no contributorio. Se debe destacar que en ninguna de las mediciones el porcentaje de TNC es mayor que el TP, pero en la lectura del día 24 (Anexo I) se presentan igual número de mediciones en trabajo productivo y no contributorio, por lo cual los valores son similares, representando un punto de baja productividad.

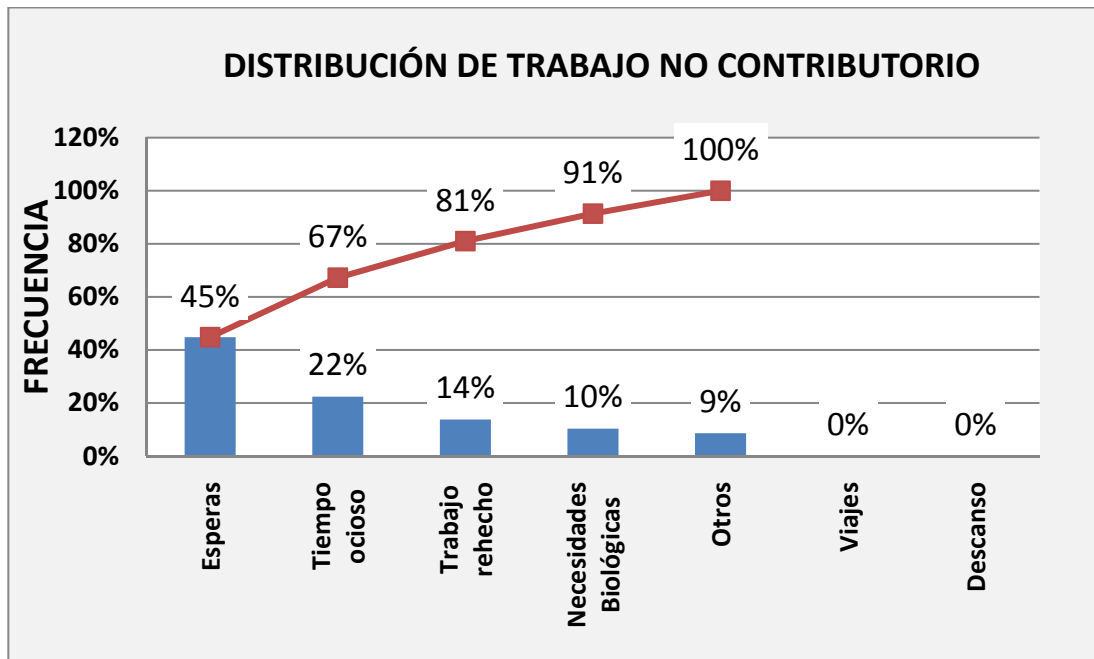


Gráfica 5.8: Seguimiento de los niveles de actividad. Obra I. Loja 2009

Al igual que en los promedios calculados para de la ciudad de Loja, se obtuvieron los porcentajes parciales para cada una de las obras. En la gráfica 5.9 se encuentran las actividades que pertenecen a la categoría de trabajo contributivo (TC), dentro de la cual *Transportes* posee un 32% del total de actividades dentro de esta categoría.



Gráfica 5.9: Distribución de Trabajo Contributivo. Obra I. Loja 2009



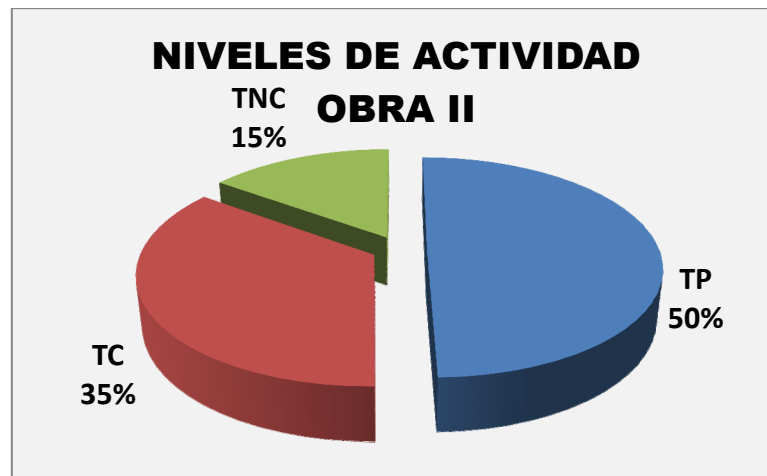
Gráfica 5.10: Distribución de Trabajo No Contributorio. Obra I. Loja 2009

Los valores representativos de TNC se encuentran en la gráfica 5.10, en la cual se puede observar que la actividad que tienes una mayor frecuencia se encuentra en *Esperas* (45%).



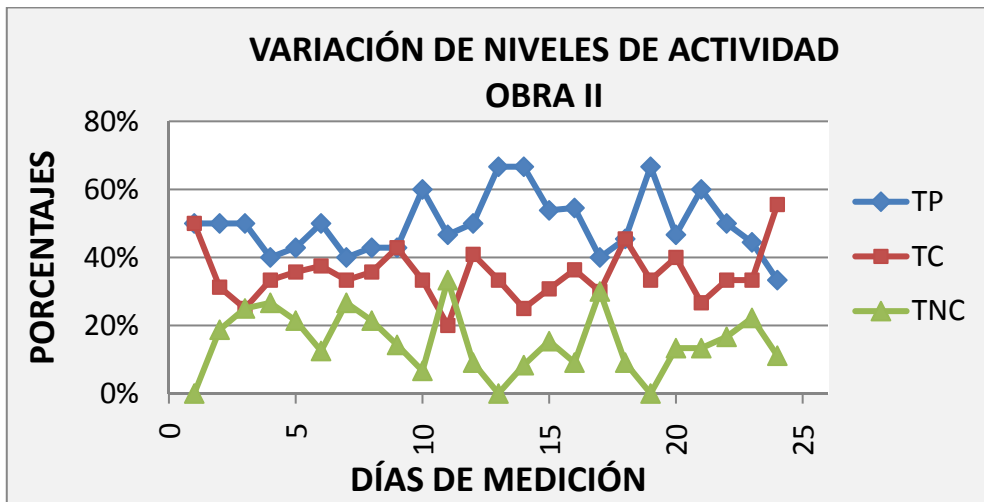
5.3.1.2. OBRA II

En la gráfica 5.11 se encuentran los porcentajes de actividad de las categorías de trabajo de la obra II, en la cual se encuentra que las actividades no productivas corresponden a un 50% del total del tiempo de ejecución del proyecto. Al realizar la comparación con los valores óptimos propuestos por Chile para TP (60%) es posible concluir que la mitad de las actividades no son productivas.



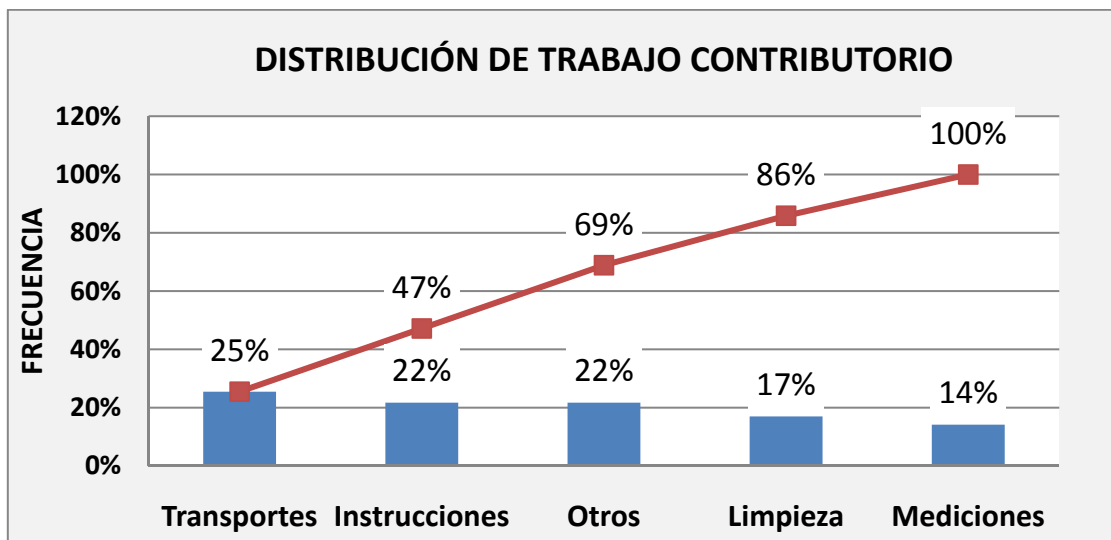
Gráfica 5.11: Distribución de trabajo en Obra II. Loja 2009

En la gráfica 5.12 se puede determinar la variación que presenta el proyecto en cada una de las mediciones realizadas, pudiendo observar que los valores de TP se encuentran sobre los porcentajes de TC Y TNC. Solo en la última medición se puede encontrar lo contrario.



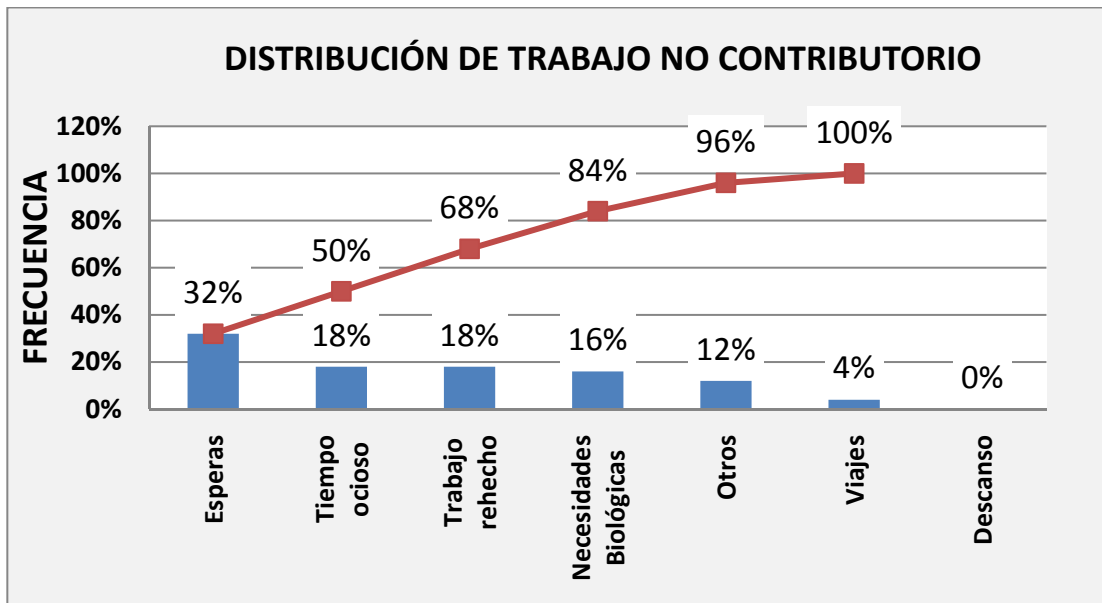
Gráfica 5.12: Seguimiento de los niveles de actividad. Obra II. Loja 2009

Al igual que en los promedios calculados para de la ciudad de Loja, se obtuvieron los porcentajes parciales para cada una de las obras. En la gráfica 5.13 se encuentran las actividades que pertenecen a la categoría de trabajo contributivo (TC), dentro de la cual *Transportes* posee un 25% del total de actividades dentro de esta categoría.



Gráfica 5.13: Distribución de Trabajo Contributivo. Obra II. Loja 2009

Los valores representativos de TNC se encuentran en la gráfica 5.14, en la cual se puede observar que la actividad que tienes una mayor frecuencia se encuentra en *Esperas* (32%)

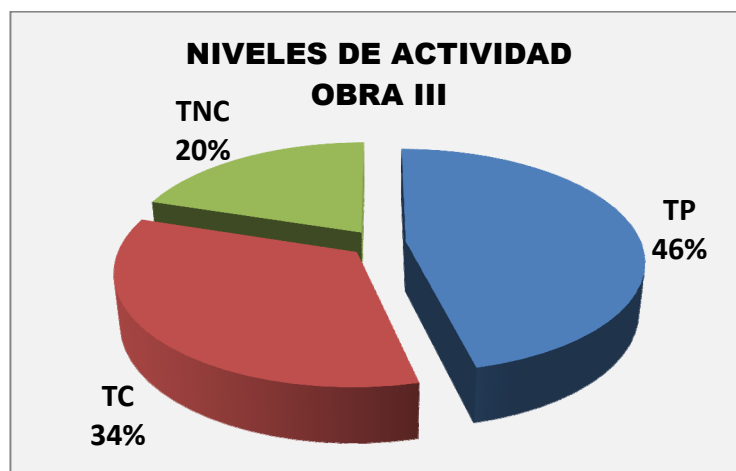


Gráfica 5.14: Distribución de Trabajo No Contributorio. Obra II. Loja 2009



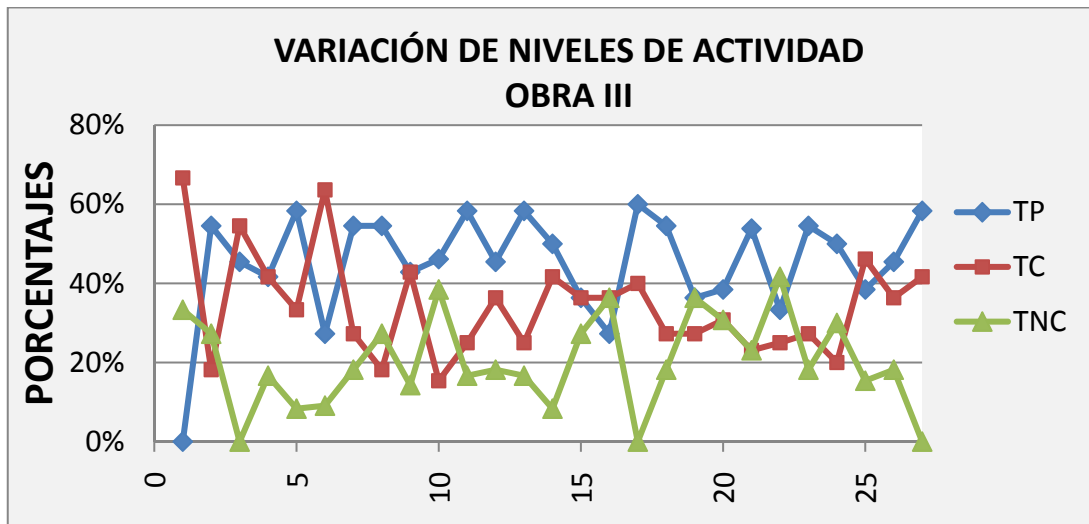
5.3.1.3. OBRA III

Considerando los valores óptimos propuestos por el GEPUC para niveles de actividad con un valor de 60% para TP, es posible indicar que este proyecto tiene un valor mayor al 54% de actividades que no generan valor, es decir trabajo no productivo. El valor de actividades productivas es de 46% como se puede observar en la gráfica 5.15



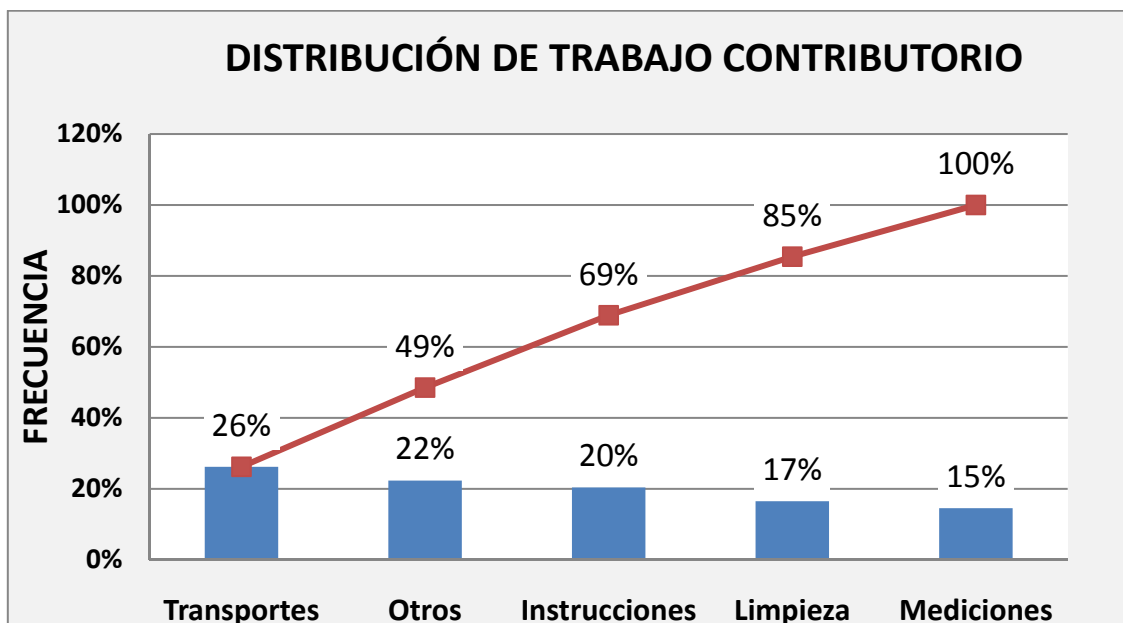
Gráfica 5.15: Distribución de trabajo en Obra III. Loja 2009

Este proyecto ha presentado más variabilidad dentro de los 3 proyectos seleccionados. En la gráfica 5.16 es posible observar la variación entre cada una de las mediciones realizadas, una de las causas es la falta de planificación dentro de los equipos de trabajo, además de la falta de control debido a la no existencia de un profesional a tiempo completo. En las mediciones de los días 1, 16 y 22 (Anexo III) los valores de TP son los más bajos, llegando a ser igual a cero en la primera lectura.



Gráfica 5.16: Seguimiento de los niveles de actividad. Obra III. Loja 2009

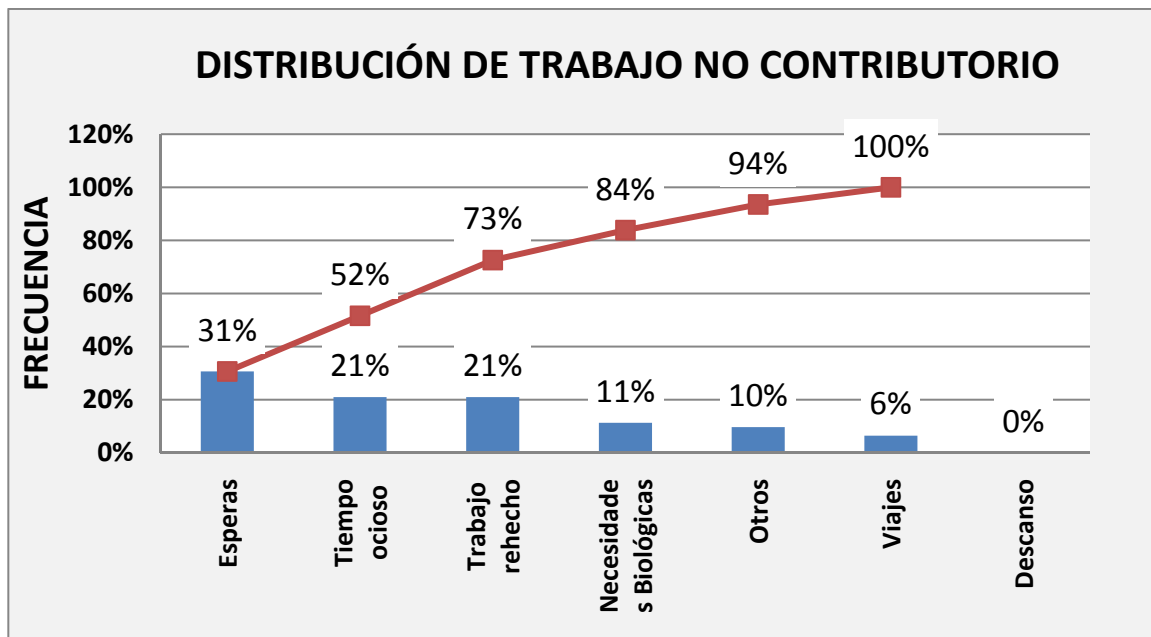
En la gráfica 5.17 se encuentran las actividades que pertenecen a la categoría de trabajo contributivo (TC), dentro de la cual *Transportes* posee un 26% del total de actividades dentro de las actividades no productivas. Al igual que en las obras anteriores, esta es la actividad que genera más pérdidas en el proceso constructivo.



Gráfica 5.17: Distribución de Trabajo Contributivo. Obra III. Loja 2009



Los valores representativos de TNC se encuentran en la gráfica 5.18, en la cual se puede observar que la actividad que tienes una mayor frecuencia se encuentra en *Esperas* (31%).



Gráfica 5.18: Distribución de Trabajo No Contributorio. Obra III. Loja 2009

5.3.2. PROMEDIO GENERAL

Considerando los estudios desarrollados en Chile y Colombia se implementó el Sistema de Medición de Niveles de Actividad en tres obras de la ciudad, dos de ellas edificaciones en altura (departamentos) y la tercera un conjunto residencial. Los resultados obtenidos en cada una de las obras fueron promediados para obtener el porcentaje de productividad en la ciudad.

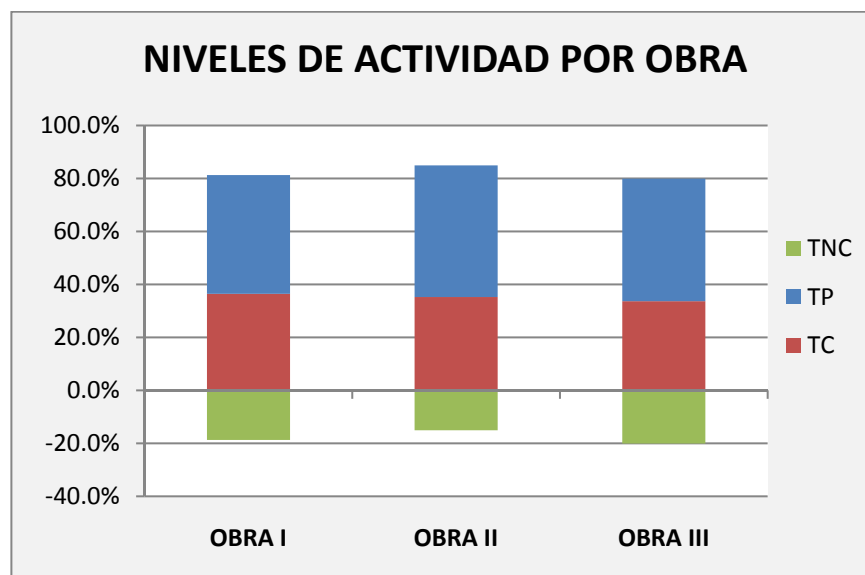
Como se puede observar en la tabla 5.1, las tres obras presentan valores muy cercanos entre sí, pero es preocupante encontrar que más del 50% de las actividades de construcción no son productivas, llegando a un valor mayor del 20% de actividades no contributivas en la Obra III.



	Productivo	Contributorio	No Contributorio
OBRA I	44.8%	36.5%	18.7%
OBRA II	49.7%	35.2%	15.1%
OBRA III	46.3%	33.7%	20.1%

Tabla 5.1: Resultados de mediciones en obras en la ciudad de Loja

En el artículo “Calibre de la CDT – Cifras: Productividad hoy” de la Revista BIT N°38 es posible encontrar los resultados de mediciones de actividad realizados en algunas obras de Chile. Haciendo un análisis comparativo de los resultados, al igual que lo hacen con los datos del sistema Calibre, en el gráfico 5.19 es posible observar los valores reales de actividades productivas en cada una de las obras, obteniendo que todos los proyecto presentan un promedio 80% de actividades que aportan con el proyecto, mientras que en la parte inferior (con valores de productividad negativos) se puede observar las actividades no contributorias.

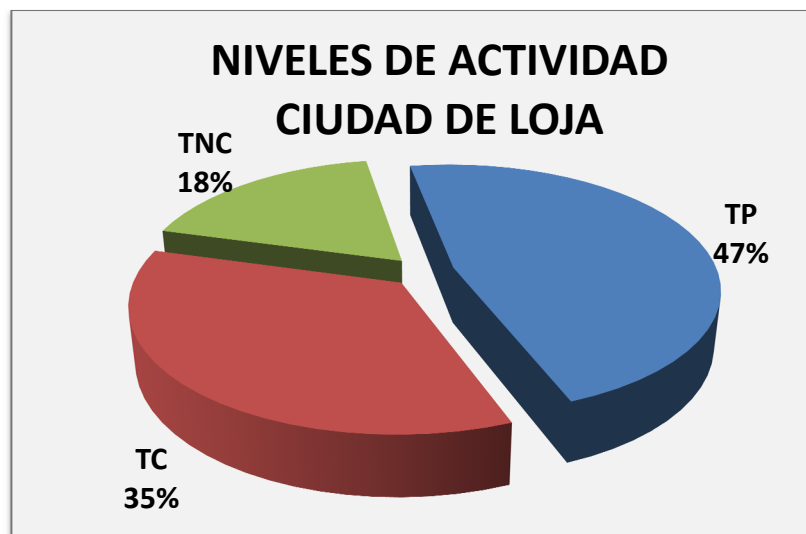


Gráfica 5.19: Niveles de actividad por obra – Loja 2009

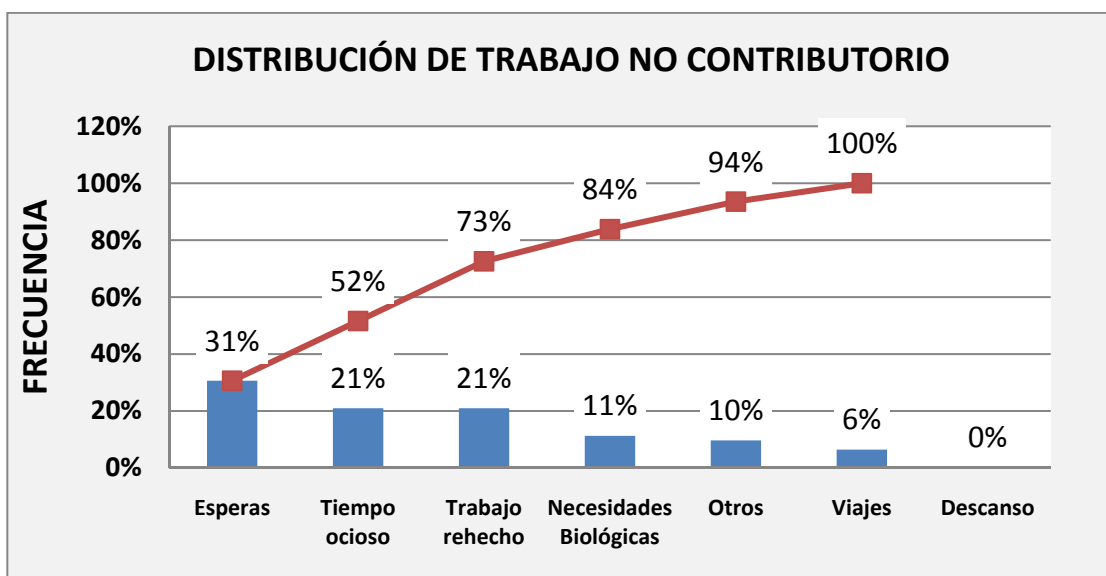
En la gráfica 5.20 se observan los promedios de niveles de actividad de la ciudad de Loja, en la cual nuevamente se determina el 51% de actividades no productivas (trabajo contributorio y no contributorio) lo cual indica la necesidad de implementar medidas correctivas sobre la planificación operativa.



En la gráfica 5.21 se observa que el porcentaje más alto dentro de la distribución de trabajo no contributivo son *Esperas* (31%) y considerando las características de esta categoría, es posible determinar que la causa de estos porcentajes es la falta de cancha durante la ejecución de la obra, es decir que las actividades previas al proceso a ejecutar no se encuentran completas, por lo cual los obreros deben esperar para iniciar su actividad.



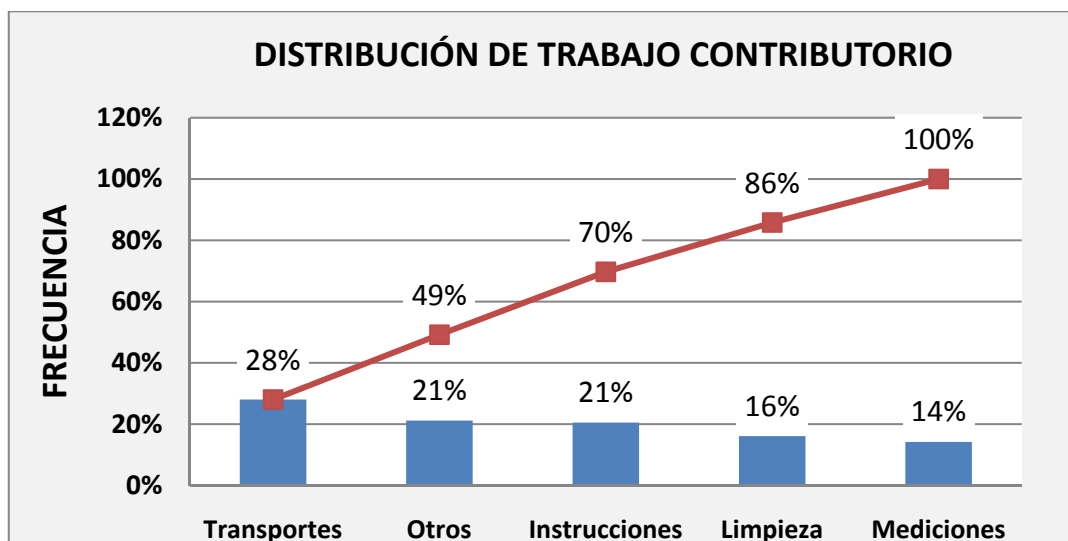
Gráfica 5.20: Niveles de actividad promedio – Loja 2009



Gráfica 5.21: Promedio de distribución de Trabajo No Contributivo. Loja 2009



En la gráfica anterior, la frecuencia de *Esperas* (31%) se relaciona con la falta de manejo adecuado de los equipos de trabajo (flujo de trabajo), así como una deficiente planificación de trabajos previos, lo cual retrasa el inicio de las actividades programadas, presentándose un elevado valor correspondiente a *Transportes* (28%) en la gráfica 5.22.



Gráfica 5.22: Promedio de distribución de Trabajo Contributorio. Loja 2009

En la tabla 5.2 se pueden observar los valores de estudios realizados en Chile, Colombia y Ecuador. En el artículo "Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda" de la Revista Universidad EAFIT Vol. 40 No. 136 se presentan los valores propuestos por el departamento de Ingeniería Civil y GEPUC, considerados óptimos para trabajo productivo (60%), trabajo contributorio (25%) y trabajo no contributorio (15%), con lo cual se puede establecer una comparación con respecto a los resultados obtenidos en la ciudad de Loja, Ecuador.

Haciendo un análisis de los resultados de la tabla 5.2, se puede apreciar que el TC (35.1%) es superior al propuesto como óptimo en el estudio chileno (60%), lo cual indica que en la ciudad de Loja se destina un mayor porcentaje del tiempo, durante la ejecución de un proyecto, a las actividades contributorias y si lo relacionamos con los valores de TP (46.9%) y TNC (17.9%) se puede determinar que esto ocasiona una disminución de las actividades productivas. Por el contrario, si los valores de TC son superiores a los óptimos y el TNC disminuye, esto



favorecería al proyecto, ya que se estaría disminuyendo del porcentaje de actividades no productivas.

LUGAR	TP	TC	TNC	Detalles
Promedio Loja	46.9%	35.1%	17.9%	Estudio Ecuador 2009
Óptimo	60%	25%	15%	Estudio Chile 1995
Normal	55%	25%	20%	Estudio Chile 1995
Promedio Medellín	47.2%	37.5%	15.2%	Estudio Colombia 2003
Promedio Chile	47%	28%	25%	Estudio Chile 1995

Tabla 5.2: Tiempos de trabajo de estudios realizados

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Para mejorar el desempeño en la ejecución de proyectos de construcción se necesita emplear herramientas estadísticas, de planificación y control.
- La medición de los niveles de actividad en un proyecto permite identificar fuentes de pérdida y por lo tanto tomar medidas correctivas.
- Es imposible mejorar lo que no se mide para lo cual es fundamental implantar una cultura de medición dentro de los proyectos de construcción en la ciudad.
- De las tres obras seleccionadas en la ciudad de Loja, la obra III, que corresponde a la construcción de una edificación en altura (departamentos), presenta la mayor variabilidad en las mediciones realizadas, lo que nos indica que la falta de supervisión constante del proyecto por parte de un profesional capacitado disminuye el desempeño general del mismo.
- La capacitación de las personas involucradas tanto profesionales como obreros es fundamental para obtener niveles altos de productividad.
- La falta control dentro del proceso constructivo por parte de personal capacitado (residente de obra), genera variabilidad en las actividades desarrolladas y por lo tanto pérdidas de productividad.
- Es necesario ampliar el estudio para que el resultado sea representativo a nivel nacional y permita establecer parámetros de comparación.
- Los proyectos de construcción deben incorporar en sus programas de control nuevas filosofías que permitan mejorar su desempeño a nivel general, tales como Lean Construction, Justo a tiempo (Just in Time), Administración total de la Calidad (Total Quality Management), y otras, de tal forma de ganar competitividad y posicionamiento en el sector.
- Toda oportunidad de aprendizaje de errores no debe ser desperdiciada y debe ser adecuadamente analizada (principio del mejoramiento continuo).



6.2. RECOMENDACIONES

- La investigación desarrollada ofrece un paso más en el conocimiento de la medición de pérdidas de tiempo utilizando el Sistema de Información de Niveles de Actividad (SINA), por lo cual es conveniente continuar con la implementación de este sistema y otras técnicas como Lean Construction, que aporten en el mejoramiento continuo para aumentar la productividad en el sector de la construcción en la ciudad de Loja.
- Para una implantación adecuada de las herramientas para mejorar la productividad, mediante identificación de fuentes de pérdida, es necesario
- Es necesario obtener un número de observaciones que se consideren estadísticamente válidas con un intervalo de confianza superior al 80%, para lo cual se requiere personal capacitado y de esta forma alcanzar un análisis a nivel nacional.
- Lean Construction promueve varias herramientas para obtener resultados positivos en cuanto al mejoramiento de la construcción por lo cual es necesario mantener reuniones con las empresas y constructores para introducir en ellas, conceptos de gestión de la construcción, para lograr resultados positivos.
- Es necesario contar con profesionales capacitados, para el control del avance de los proyectos, durante su ejecución, como también para la planificación del mismo, lo cual evitará generar pérdidas en la productividad debido a variaciones en los niveles de actividad de los obreros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón, L., Campero, M. (1999). Administración de proyectos civiles. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.

Chiavenato, I. (1995) Introducción a la Teoría de la Administración. McGraw-Hill / Interamericana, S.A. 4ª Edición. Colombia.

Ghio, V. (2001). Productividad en obras de construcción. Lima-Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Harrington, J. (1995). Mejoramiento de Procesos en la Empresa; Editorial McGraw-Hill Interamericana, S.A. Santa Fe de Colombia. Colombia.

Serpell, A., (2002) Administración de Operaciones de Construcción. ALFAOMEGA Grupo Editor. México.

Serpell, A, Alarcón, L. (1994) Planificación y Control de Proyectos, 1ª ed., Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago.

ARTÍCULOS

Barros, V. O. (1998). Patrones de Procesos: Gestión para aumentar la productividad, Economía y Gestión, Octubre 1998.

Revista Universidad EAFIT. Vol. 40. No. 136 (2004) Botero, L. Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean Construction como estrategia de mejoramiento). pág. 50 - 64 Medellín, Colombia.

Revista Universidad EAFIT No. 130 (2003) Botero, L. & Álvarez, M. Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción. pág. 65 – 78 Medellín, Colombia.

Davenport, Thomas. (1998). Putting the enterprise into the Enterprise System. Harvard Business Review. Julio – Agosto.

Howell, G. (1999). What is lean construction? Enlace: <http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/IGLC-7/PDF/Howell.pdf> Estado: Activa Septiembre 2009

Revista BIT N° 23 (2001). Productividad en la Industria de la Construcción Chilena. pág. 30 - 33 Chile.

Revista BIT N° 38 (2004). CALIBRE de la CDT – Cifras: Productividad de hoy. pág. 58 – 60 Chile.

Garantía de Calidad. Apuntes del Departamento de Ingeniería en Construcción. Universidad de Magallanes.

ANEXOS

ANEXO I

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA I

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES					
			TP	TC	TNC			
DÍA 1	1	1	X					
	2	2	X					
	3	3				E		
	4	4	X					
	5	5	X					
	6	6			I			
	7	7				O		
	8	8			M			
	9	9			X			
	10	10				E		
	11	11	X					
	12	12			T			
	13	13	X					
	14	14			T			
	15	15				R		
	16	16				O		
						TP	TC	TCN
						6	5	5
						38%	31%	31%
DÍA 2	17	1			M			
	18	2				O		
	19	3	X					
	20	4			L			
	21	5				E		
	22	6	X					
	23	7			T			
	24	8	X					
	25	9			X			
	26	10			T			
	27	11			I			
	28	12	X					
	29	13	X					
						TP	TC	TCN
						5	6	2
						38%	46%	15%
DÍA 3	30	1	X					
	31	2			X			
	32	3			T			
	33	4	X					
	34	5				O		
	35	6	X					
	36	7	X					
	37	8	X					
	38	9			M			
	39	10				E		
	40	11	X					
	41	12	X					
	42	13			T			
	43	14			L			
	44	15			T			
						TP	TC	TCN
						7	6	2
						47%	40%	13%
DÍA 4	45	1			L			
	46	2			I			
	47	3	X					
	48	4	X					

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA I

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES					
			TP	TC	TNC	TP	TC	TCN
DÍA 5	49	5		M				
	50	6	X					
	51	7	X					
	52	8				E		
	53	9		M				
	54	10				E		
	55	11		X				
	56	12				B		
	57	13	X					
	58	14				E		
	59	15	X					
						TP	TC	TCN
						6	5	4
						40%	33%	27%
DÍA 5	60	1	X					
	61	2	X					
	62	3	X					
	63	4			I			
	64	5				O		
	65	6	X					
	66	7				E		
	67	8			M			
	68	9			I			
	69	10			T			
	70	11	X					
	71	12	X					
	72	13			L			
	73	14	X					
						TP	TC	TCN
						7	5	2
						50%	36%	14%
DÍA 6	74	1	X					
	75	2	X					
	76	3			T			
	77	4	X					
	78	5	X					
	79	6	X					
	80	7				O		
	81	8			L			
	82	9			I			
	83	10				E		
	84	11			M			
	85	12				E		
	86	13	X					
	87	14	X					
	88	15	X					
	89	16			X			
						TP	TC	TCN
						8	5	3
						50%	31%	19%
DÍA 7	90	1			L			
	91	2	X					
	92	3	X					
	93	4			T			
	94	5	X					
	95	6	X					
	96	7	X					
	97	8				B		

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA I

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES							
			TP	TC	TNC	TP	TC	TCN		
	98	9		X		Y				
	99	10	X							
	100	11	X							
	101	12		T				7	4	2
	102	13						54%	31%	15%
DÍA 8	103	1	X			E				
	104	2	X							
	105	3								
	106	4	X							
	107	5		L						
	108	6	X							
	109	7								
	110	8	X							
	111	9		I						
	112	10		T						
DÍA 9	113	1		X		B R				
	114	2		I						
	115	3	X							
	116	4	X							
	117	5		T						
	118	6	X							
	119	7								
	120	8		X						
	121	9								
	122	10	X							
	123	11	X							
DÍA 10	124	1	X			E R O				
	125	2		L						
	126	3		T						
	127	4		T						
	128	5	X							
	129	6	X							
	130	7		X						
	131	8		M						
	132	9		M						
	133	10		I						
	134	11								
	135	12								
	136	13	X							
	137	14	X							
	138	15								
DÍA 11	139	1	X			B E				
	140	2	X							
	141	3		T						
	142	4								
	143	5								
	144	6		L						
	145	7	X							
	146	8	X							

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA I

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES							
			TP	TC	TNC	TP	TC	TCN		
DÍA 11	147	9	X			R				
	148	10	X							
	149	11								
	150	12		X						
	151	13		T				6	4	4
	152	14					E	43%	29%	29%
DÍA 12	153	1		M		O Y E				
	154	2		M						
	155	3	X							
	156	4	X							
	157	5	X							
	158	6		I						
	159	7								
	160	8								
	161	9	X							
	162	10	X							
DÍA 12	163	11				E				
	164	12	X				TP	TC	TCN	
	165	13		T			6	5	3	
	166	14		T			43%	36%	21%	
	DÍA 13	167	1		T		E			
		168	2	X						
169		3	X							
170		4		T						
171		5	X							
172		6	X							
173		7		X						
174		8	X							
175		9	X							
176		10	X							
177		11		M						
178		12		I						
DÍA 13	179	1		T						
	180	2	X							
	181	3	X							
	182	4		T						
	183	5		L						
	184	6				E				
	185	7	X							
	186	8	X							
	187	9		I						
	188	10	X							
	189	11				B				
	190	12		X						
191	13	X								
DÍA 14	179	1		T						
	180	2	X							
	181	3	X							
	182	4		T						
DÍA 14	183	5		L						
	184	6				E				
	185	7	X							
	186	8	X							
	187	9		I						
	188	10	X							
	189	11				B				
	190	12		X						
	191	13	X							
	DÍA 14	189	11					TP	TC	TCN
		190	12		X			6	5	2
		191	13	X				46%	38%	15%
DÍA 15		192	1		L					
	193	2	X							
	194	3	X							
	195	4		T						

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA I

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES							
			TP	TC	TNC					
	196	5				Y				
	197	6	X							
	198	7		X						
	199	8	X							
	200	9	X							
	201	10	X							
	202	11			M					
	203	12			T					
							TP	TC	TCN	
							6	5	1	
							50%	42%	8%	
DÍA 16	204	1	X							
	205	2	X							
	206	3	X							
	207	4			X					
	208	5			I					
	209	6			I					
	210	7			L					
	211	8	X							
	212	9	X							
	213	10			T					
	214	11	X							
	215	12	X							
								TP	TC	TCN
								7	5	0
								58%	42%	0%
DÍA 17	216	1			I					
	217	2			T					
	218	3	X							
	219	4	X							
	220	5	X							
	221	6				O				
	222	7			M					
	223	8	X							
	224	9				R				
	225	10	X							
							TP	TC	TCN	
							5	3	2	
							50%	30%	20%	
DÍA 18	226	1	X							
	227	2	X							
	228	3			L					
	229	4			X					
	230	5	X							
	231	6	X							
	232	7			T					
	233	8				R				
	234	9			M					
	235	10				E				
	236	11				E				
							TP	TC	TCN	
							4	4	3	
							36%	36%	27%	
DÍA 19	237	1			L					
	238	2	X							
	239	3	X							
	240	4								
	241	5			T					
	242	6	X							
	243	7	X							
	244	8	X							
	245	9			I					
							TP	TC	TCN	
							5	3	1	
							56%	33%	11%	

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA I

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES						
			TP	TC	TNC		TP	TC	TCN
DÍA 20	246	1	X			E O			
	247	2	X						
	248	3		I					
	249	4	X						
	250	5		T					
	251	6	X						
	252	7							
	253	8		X					
	254	9							
						TP	TC	TCN	
						4	3	2	
						44%	33%	22%	
DÍA 21	255	1	X			E Y B			
	256	2		T					
	257	3		X					
	258	4							
	259	5							
	260	6	X						
	261	7		I					
	262	8	X						
	263	9							
	264	10	X						
						TP	TC	TCN	
						4	3	3	
						40%	30%	30%	
DÍA 22	265	1	X			O O Y			
	266	2	X						
	267	3	X						
	268	4							
	269	5		I					
	270	6	X						
	271	7							
	272	8							
	273	9		X					
	274	10		M					
						TP	TC	TCN	
						4	3	3	
						40%	30%	30%	
DÍA 23	275	1	X			E R			
	276	2	X						
	277	3		M					
	278	4	X						
	279	5		L					
	280	6	X						
	281	7		X					
	282	8							
	283	9							
							TP	TC	TCN
						4	3	2	
						44%	33%	22%	
DÍA 24	284	1		I		O E			
	285	2		T					
	286	3							
	287	4	X						
	288	5	X						
	289	6		T					
	290	7							
	291	8		M					
	292	9		X					
							TP	TC	TCN
						2	5	2	
						22%	56%	22%	

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA I

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES					
			TP	TC	TNC	TP	TC	TCN
DÍA 25	293	1			E			
	294	2			R			
	295	3	X					
	296	4	X					
	297	5		L				
	298	6		I				
	299	7	X					
	300	8	X					
	301	9		M				
DÍA 26	302	1		X				
	303	2		T				
	304	3	X					
	305	4	X					
	306	5	X					
	307	6		M				
	308	7		T				
	309	8			E			
	310	9	X					

SIMBOLOGÍA

TP - Trabajo Productivo	
TC - Trabajo Contributorio	TNC - Trabajo No Contributorio
T - Transportes	V - Viajes
L - Limpieza	O - Tiempo ocioso
I - Instrucciones	E - Esperas
M - Mediciones	E - Trabajo rehecho
X - Otros	D - Descanso
	B - Necesidades Biológicas
	Y - Otros

Dentro de la obra se seleccionaron varias categorías de trabajo, las cuales se presentan a continuación:

TP – Trabajo productivo: Excavación de cimientos, armado de elementos estructurales (cimientos, losa, columnas, vigas), fundición de elementos estructurales, levantamiento de mampostería, revestidos, empastados, pintura, colocación de cerámica, ventanas, puertas.

TC – Trabajo contributorio

T – Transporte: Encontrando actividades como movimiento de materiales para preparación de hormigón, traslado de herramientas, transporte de materiales en general.

L – Limpieza: Movimiento de escombros, excesos de material para que el área se encuentre lista para trabajar.

I – Instrucciones: Supervisión de actividades para que estas sean realizadas de forma correcta o al inicio de una jornada para definir las actividades de los obreros por parte del maestro mayor o el residente de obra.

M – Mediciones: Comprende los procesos previos para replanteo, longitud de materiales como acero de refuerzo para cortar, separación para instalación de encofrados o cerámica.

X – Otros: Corte y doblaje de acero de refuerzo, corte de madera para encofrado, instalación de grúa para movimiento de materiales a pisos superiores, colocación y movimiento de andamios, recibimiento de materiales (agregados, acero, cemento, etc.)

TNC – Trabajo no contributorio

V – Viajes: En la presente investigación no se presentaron actividades de esta categoría, ya que los proyectos contaban con un equipo específico para la obra y no fueron movilizados a otros proyectos.

O – Tiempo ocioso: Es una de las actividades que se presenta con mayor frecuencia debido a la falta de supervisión del personal de obra o a una mala planificación, por lo cual los obreros no se encuentran realizando actividades, se encuentran conversando, o simplemente descansando pero sin autorización.

E – Esperas: Como consecuencia de una mala planificación, los obreros no cuentan con la cancha suficiente para iniciar sus labores, por lo cual deben esperar para trabajar, otra causa es la falta de material y el traslado del mismo.

R – Trabajo rehecho: Se presenta en el proyecto al no recibir las indicaciones correctas o al no considerar el proceso adecuado para la ejecución de la obra, como consecuencia, el personal debe picar las paredes para la colocación de las mangueras para las instalaciones eléctricas, o por una mala lectura de los planos deben tumbar paredes, hacer ventanas o ductos de ventilación. La característica principal es que se realizan actividades sobre los sectores que se encuentran terminados.

D – Descanso: Debido al traslado de materiales o a una jornada larga de trabajo, como la fundición de una losa, el supervisor de la obra otorga un descanso a sus trabajadores para continuar con sus actividades.

RESUMEN DIARIO DE NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA I

	TP	TC	TNC
DÍA 1	38%	31%	31%
DÍA 2	38%	46%	15%
DÍA 3	47%	40%	13%
DÍA 4	40%	33%	27%
DÍA 5	50%	36%	14%
DÍA 6	50%	31%	19%
DÍA 7	54%	31%	15%
DÍA 8	50%	30%	20%
DÍA 9	45%	36%	18%
DÍA 10	33%	47%	20%
DÍA 11	43%	29%	29%
DÍA 12	43%	36%	21%
DÍA 13	58%	42%	0%
DÍA 14	46%	38%	15%
DÍA 15	50%	42%	8%
DÍA 16	58%	42%	0%
DÍA 17	50%	30%	20%
DÍA 18	36%	36%	27%
DÍA 19	56%	33%	11%
DÍA 20	44%	33%	22%
DÍA 21	40%	30%	30%
DÍA 22	40%	30%	30%
DÍA 23	44%	33%	22%
DÍA 24	22%	56%	22%
DÍA 25	44%	33%	22%
DÍA 26	44%	44%	11%

ANEXO II

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA II

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES												
			TP	TC	TNC										
DÍA 1	1	1		X											
	2	2		X											
	3	3	X												
	4	4	X												
	5	5		I											
	6	6	X												
	7	7		X											
	8	8		X											
	9	9		T											
	10	10		T											
	11	11		T											
	12	12		T											
	13	13		T											
	14	14	X												
	15	15	X												
	16	16		T											
	17	17	X												
	18	18	X												
	19	19	X												
	20	20	X												
	21	21	X												
	22	22	X												
						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">11</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">50%</td> <td style="text-align: center;">50%</td> <td style="text-align: center;">0%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	11	11	0	50%	50%	0%
TP	TC	TCN													
11	11	0													
50%	50%	0%													
DÍA 2	23	1	X												
	24	2		T											
	25	3	X												
	26	4		L											
	27	5		I											
	28	6				O									
	29	7				E									
	30	8	X												
	31	9	X												
	32	10	X												
	33	11				Y									
	34	12		M											
	35	13		T											
	36	14	X												
	37	15	X												
	38	16	X												
						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">50%</td> <td style="text-align: center;">31%</td> <td style="text-align: center;">19%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	8	5	3	50%	31%	19%
TP	TC	TCN													
8	5	3													
50%	31%	19%													
DÍA 3	39	1		I											
	40	2	X												
	41	3	X												
	42	4	X												
	43	5				E									
	44	6	X												
	45	7	X												
	46	8		T											
	47	9		T											
	48	10	X												

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA II

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES												
			TP	TC	TNC										
DÍA 3	49	11	X												
	50	12			Y										
	51	13	X												
	52	14			O										
	53	15			O										
	54	16		L											
						<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>50%</td> <td>25%</td> <td>25%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	8	4	4	50%	25%	25%
TP	TC	TCN													
8	4	4													
50%	25%	25%													
DÍA 4	55	1	X												
	56	2	X												
	57	3		T											
	58	4		T											
	59	5				D									
	60	6				E									
	61	7				R									
	62	8		M											
	63	9	X												
	64	10	X												
	65	11	X												
	66	12				B									
	67	13	X												
	68	14		I											
69	15		I												
						<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>5</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>40%</td> <td>33%</td> <td>27%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	6	5	4	40%	33%	27%
TP	TC	TCN													
6	5	4													
40%	33%	27%													
DÍA 5	70	1		I											
	71	2		L											
	72	3	X												
	73	4	X												
	74	5	X												
	75	6		M											
	76	7				Y									
	77	8				B									
	78	9	X												
	79	10	X												
	80	11		X											
	81	12	X												
	82	13		M											
	83	14				R									
						<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>5</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>43%</td> <td>36%</td> <td>21%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	6	5	3	43%	36%	21%
TP	TC	TCN													
6	5	3													
43%	36%	21%													
DÍA 6	84	1	X												
	85	2	X												
	86	3	X												
	87	4				B									
	88	5		T											
	89	6		L											
	90	7		I											
	91	8	X												
	92	9	X												
	93	10	X												
	94	11		X											
	95	12	X												

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA II

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES				TP	TC	TCN
			TP	TC	TNC				
	96	13	X						
	97	14			E	8	6	2	
	98	15		L					
	99	16		T		50%	38%	13%	
DÍA 7	100	1	X						
	101	2	X						
	102	3		L					
	103	4		L					
	104	5	X						
	105	6	X						
	106	7			Y				
	107	8	X						
	108	9	X						
	109	10		I					
	110	11		I					
	111	12		M					
	112	13			O	6	5	4	
	113	14			E				
114	15			B	40%	33%	27%		
DÍA 8	115	1	X						
	116	2	X						
	117	3	X						
	118	4	X						
	119	5			D				
	120	6		M					
	121	7	X						
	122	8			E				
	123	9		T					
	124	10	X						
	125	11		T					
	126	12			E	6	5	3	
	127	13		L					
	128	14		X		43%	36%	21%	
DÍA 9	129	1		M					
	130	2		M					
	131	3	X						
	132	4	X						
	133	5	X						
	134	6	X						
	135	7			B				
	136	8			R				
	137	9		I					
	138	10		L					
	139	11	X						
	140	12	X			6	6	2	
	141	13		X					
	142	14		M		43%	43%	14%	

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA II

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES											
			TP	TC	TNC									
DÍA 10	143	1		L										
	144	2	X											
	145	3	X											
	146	4	X											
	147	5		L										
	148	6			Y									
	149	7	X											
	150	8	X											
	151	9	X											
	152	10		M										
	153	11		I										
	154	12	X											
	155	13	X											
	156	14		X										
	157	15	X											
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td> <td>5</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>60%</td> <td>33%</td> <td>7%</td> </tr> </tbody> </table>						TP	TC	TCN	9	5	1	60%	33%	7%
TP	TC	TCN												
9	5	1												
60%	33%	7%												
DÍA 11	158	1	X											
	159	2	X											
	160	3			E									
	161	4			B									
	162	5		M										
	163	6	X											
	164	7	X											
	165	8		I										
	166	9		I										
	167	10			E									
	168	11			Y									
	169	12	X											
	170	13			O									
	171	14	X											
	172	15	X											
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>3</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>47%</td> <td>20%</td> <td>33%</td> </tr> </tbody> </table>						TP	TC	TCN	7	3	5	47%	20%	33%
TP	TC	TCN												
7	3	5												
47%	20%	33%												
DÍA 12	173	1	X											
	174	2	X											
	175	3	X											
	176	4	X											
	177	5			O									
	178	6			E									
	179	7	X											
	180	8	X											
	181	9		I										
	182	10	X											
	183	11		T										
	184	12		T										
	185	13	X											
	186	14	X											
	187	15		L										

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA II

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES												
			TP	TC	TNC										
	188	16		I		<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11</td> <td>9</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>50%</td> <td>41%</td> <td>9%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	11	9	2	50%	41%	9%
	TP	TC	TCN												
	11	9	2												
	50%	41%	9%												
	189	17	X												
	190	18			T										
	191	19			T										
192	20			M											
193	21	X													
194	22			X											
DÍA 13	195	1		I		<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8</td> <td>4</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>67%</td> <td>33%</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	8	4	0	67%	33%	0%
	TP	TC	TCN												
	8	4	0												
	67%	33%	0%												
	196	2			X										
	197	3	X												
	198	4	X												
	199	5	X												
	200	6			M										
	201	7			M										
202	8	X													
203	9	X													
204	10	X													
205	11	X													
206	12	X													
DÍA 14	207	1	X			<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8</td> <td>3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>67%</td> <td>25%</td> <td>8%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	8	3	1	67%	25%	8%
	TP	TC	TCN												
	8	3	1												
	67%	25%	8%												
	208	2			M										
	209	3	X												
	210	4	X												
	211	5	X												
	212	6													
	213	7			I										
	214	8	X												
	215	9	X												
216	10	X													
217	11	X													
218	12			T											
DÍA 15	219	1		L		<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>54%</td> <td>31%</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	7	4	2	54%	31%	15%
	TP	TC	TCN												
	7	4	2												
	54%	31%	15%												
	220	2			I										
	221	3	X												
	222	4	X												
	223	5	X												
	224	6													
	225	7	X												
	226	8	X												
	227	9													
	228	10	X												
	229	11			T										
230	12			T											
231	13	X													
DÍA 16	232	1	X			E									
	233	2													
	234	3			X										
	235	4	X												

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA II

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES												
			TP	TC	TNC										
	236	5	X			<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>4</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>55%</td> <td>36%</td> <td>9%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	6	4	1	55%	36%	9%
	TP	TC	TCN												
	6	4	1												
	55%	36%	9%												
	237	6		T											
	238	7		M											
	239	8	X												
240	9	X													
241	10	X													
242	11		M												
DÍA 17	243	1	X		O	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>40%</td> <td>30%</td> <td>30%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	4	3	3	40%	30%	30%
	TP	TC	TCN												
	4	3	3												
	40%	30%	30%												
	244	2	X												
	245	3													
	246	4		X											
	247	5	X												
	248	6	X												
	249	7					Y R								
250	8														
251	9		X												
252	10		X												
DÍA 18	253	1			E	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>5</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>45%</td> <td>45%</td> <td>9%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	5	5	1	45%	45%	9%
	TP	TC	TCN												
	5	5	1												
	45%	45%	9%												
	254	2	X												
	255	3		L											
	256	4	X												
	257	5		X											
	258	6		I											
	259	7		I											
	260	8	X												
261	9	X													
262	10	X													
263	11		M												
DÍA 19	264	1	X			<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>3</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>67%</td> <td>33%</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	6	3	0	67%	33%	0%
	TP	TC	TCN												
	6	3	0												
	67%	33%	0%												
	265	2	X												
	266	3	X												
	267	4		T											
	268	5	X												
	269	6		L											
	270	7	X												
271	8	X													
272	9		M												
DÍA 20	273	1	X												
	274	2	X												
	275	3	X												
	276	4	X												
	277	5	X												
	278	6		M											
	279	7		M											
	280	8		X											
	281	9					E								
	282	10		T											
	283	11	X												

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA II

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES						
			TP	TC	TNC		TP	TC	TCN
	284	12			Y				
	285	13	X			7	6	2	
	286	14		M					
	287	15		X		47%	40%	13%	
DÍA 21	288	1	X						
	289	2	X						
	290	3	X						
	291	4	X						
	292	5			O				
	293	6			O				
	294	7		I					
	295	8	X						
	296	9	X						
	297	10		M					
	298	11		X					
	299	12	X						
	300	13		X					
	301	14	X						
	302	15	X						
						TP	TC	TCN	
						9	4	2	
						60%	27%	13%	
DÍA 22	303	1	X						
	304	2	X						
	305	3		T					
	306	4		L					
	307	5		L					
	308	6	X						
	309	7	X						
	310	8		M					
	311	9	X						
	312	10	X						
	313	11			R				
	314	12			Y				
							TP	TC	TCN
							6	4	2
						50%	33%	17%	
DÍA 23	315	1			B				
	316	2			B				
	317	3	X						
	318	4	X						
	319	5		I					
	320	6		X					
	321	7		X					
	322	8	X						
	323	9	X						
							TP	TC	TCN
						4	3	2	
						44%	33%	22%	

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA II

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES					
			TP	TC	TNC	TP	TC	TCN
DÍA 24	324	1	X					
	325	2		X				
	326	3		L				
	327	4		I				
	328	5				E		
	329	6	X					
	330	7	X					
	331	8		M				
	332	9		M				
						3	5	1
						33%	56%	11%

SIMBOLOGÍA

TP - Trabajo Productivo	
TC - Trabajo Contributorio	TNC - Trabajo No Contributorio
T - Transportes	V - Viajes
L - Limpieza	O - Tiempo ocioso
I - Instrucciones	E - Esperas
M - Mediciones	E - Trabajo rehecho
X - Otros	D - Descanso
	B - Necesidades Biológicas
	Y - Otros

Dentro de la obra se seleccionaron varias categorías de trabajo, las cuales se presentan a continuación:

TP – Trabajo productivo: Excavación de cimientos, armado de elementos estructurales (cimientos, losa, columnas, vigas), fundición de elementos estructurales, levantamiento de mampostería, revestidos, empastados, pintura, colocación de cerámica, ventanas, puertas.

TC – Trabajo contributorio

T – Transporte: Encontrando actividades como movimiento de materiales para preparación de hormigón, traslado de herramientas, transporte de materiales en general.

L – Limpieza: Movimiento de escombros, excesos de material para que el área se encuentre lista para trabajar.

I – Instrucciones: Supervisión de actividades para que estas sean realizadas de forma correcta o al inicio de una jornada para definir las actividades de los obreros por parte del maestro mayor o el residente de obra.

M – Mediciones: Comprende los procesos previos para replanteo, longitud de materiales como acero de refuerzo para cortar, separación para instalación de encofrados o cerámica.

X – Otros: Corte y doblaje de acero de refuerzo, corte de madera para encofrado, instalación de grúa para movimiento de materiales a pisos superiores, colocación y movimiento de andamios, recibimiento de materiales (agregados, acero, cemento, etc.)

TNC – Trabajo no contributorio

V – Viajes: En la presente investigación no se presentaron actividades de esta categoría, ya que los proyectos contaban con un equipo específico para la obra y no fueron movilizados a otros proyectos.

O – Tiempo ocioso: Es una de las actividades que se presenta con mayor frecuencia debido a la falta de supervisión del personal de obra o a una mala planificación, por lo cual los obreros no se encuentran realizando actividades, se encuentran conversando, o simplemente descansando pero sin autorización.

E – Esperas: Como consecuencia de una mala planificación, los obreros no cuentan con la cancha suficiente para iniciar sus labores, por lo cual deben esperar para trabajar, otra causa es la falta de material y el traslado del mismo.

R – Trabajo rehecho: Se presenta en el proyecto al no recibir las indicaciones correctas o al no considerar el proceso adecuado para la ejecución de la obra, como consecuencia, el personal debe picar las paredes para la colocación de las mangueras para las instalaciones eléctricas, o por una mala lectura de los planos deben tumbar paredes, hacer ventanas o ductos de ventilación. La característica principal es que se realizan actividades sobre los sectores que se encuentran terminados.

D – Descanso: Debido al traslado de materiales o a una jornada larga de trabajo, como la fundición de una losa, el supervisor de la obra otorga un descanso a sus trabajadores para continuar con sus actividades.

RESUMEN DIARIO DE NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA II

	TP	TC	TNC
DÍA 1	50%	50%	0%
DÍA 2	50%	31%	19%
DÍA 3	50%	25%	25%
DÍA 4	40%	33%	27%
DÍA 5	43%	36%	21%
DÍA 6	50%	38%	13%
DÍA 7	40%	33%	27%
DÍA 8	43%	36%	21%
DÍA 9	43%	43%	14%
DÍA 10	60%	33%	7%
DÍA 11	47%	20%	33%
DÍA 12	50%	41%	9%
DÍA 13	67%	33%	0%
DÍA 14	67%	25%	8%
DÍA 15	54%	31%	15%
DÍA 16	55%	36%	9%
DÍA 17	40%	30%	30%
DÍA 18	45%	45%	9%
DÍA 19	67%	33%	0%
DÍA 20	47%	40%	13%
DÍA 21	60%	27%	13%
DÍA 22	50%	33%	17%
DÍA 23	44%	33%	22%
DÍA 24	33%	56%	11%

ANEXO III

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA III

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES					
			TP	TC	TNC	TP	TC	TCN
DÍA 1	1	1		T				
	2	2		T				
	3	3		L				
	4	4				R		
	5	5				I		
	6	6				O		
						TP	TC	TCN
						0	4	2
						0%	67%	33%
DÍA 2	7	1	X					
	8	2	X					
	9	3	X					
	10	4	X					
	11	5				E		
	12	6				E		
	13	7	X					
	14	8				E		
	15	9			T			
	16	10	X					
	17	11			I			
						TP	TC	TCN
						6	2	3
						55%	18%	27%
DÍA 3	18	1	X					
	19	2			T			
	20	3			T			
	21	4			X			
	22	5			T			
	23	6			T			
	24	7	X					
	25	8	X					
	26	9	X					
	27	10			X			
28	11	X						
						TP	TC	TCN
						5	6	0
						45%	55%	0%
DÍA 4	29	1	X					
	30	2			L			
	31	3			M			
	32	4			T			
	33	5					O	
	34	6	X					
	35	7	X					
	36	8			X			
	37	9			L			
	38	10					O	
	39	11	X					
	40	12	X					
						TP	TC	TCN
						5	5	2
						42%	42%	17%
DÍA 5	41	1	X					
	42	2	X					
	43	3				I		
	44	4	X					
	45	5	X					
	46	6	X					
	47	7	X					
	48	8					E	

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA III

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES															
			TP	TC	TNC													
	49	9		X														
	50	10	X															
	51	11		M														
	52	12		M														
									<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>4</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>58%</td> <td>33%</td> <td>8%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	7	4	1	58%	33%	8%
TP	TC	TCN																
7	4	1																
58%	33%	8%																
DÍA 6	53	1	X															
	54	2		M														
	55	3	X															
	56	4		M														
	57	5		I														
	58	6		T														
	59	7		X														
	60	8		X														
	61	9		T														
	62	10	X															
	63	11				O												
									<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3</td> <td>7</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>27%</td> <td>64%</td> <td>9%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	3	7	1	27%	64%	9%
TP	TC	TCN																
3	7	1																
27%	64%	9%																
DÍA 7	64	1	X															
	65	2				E												
	66	3	X															
	67	4	X															
	68	5	X															
	69	6			I													
	70	7			L													
	71	8			M													
	72	9				O												
	73	10	X															
	74	11	X															
									<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>55%</td> <td>27%</td> <td>18%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	6	3	2	55%	27%	18%
TP	TC	TCN																
6	3	2																
55%	27%	18%																
DÍA 8	75	1				R												
	76	2				R												
	77	3	X															
	78	4	X															
	79	5			T													
	80	6			X													
	81	7	X															
	82	8	X															
	83	9				E												
	84	10																
	85	11	X															
86	12	X																
									<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>55%</td> <td>18%</td> <td>27%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	6	2	3	55%	18%	27%
TP	TC	TCN																
6	2	3																
55%	18%	27%																
DÍA 9	87	1		L														
	88	2		L														
	89	3		I														
	90	4		I														
	91	5	X															
	92	6	X															
	93	7				O												
	94	8				O												
	95	9			M													
	96	10			M													

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA III

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES						
			TP	TC	TNC				
	97	11	X						
	98	12	X						
	99	13	X						
	100	14	X						
						TP	TC	TCN	
						6	6	2	
						43%	43%	14%	
DÍA 10	101	1				E			
	102	2				E			
	103	3	X						
	104	4	X						
	105	5				B			
	106	6		X					
	107	7				Y			
	108	8				Y			
	109	9	X						
	110	10	X						
							TP	TC	TCN
							6	2	5
							46%	15%	38%
DÍA 11	114	1	X						
	115	2	X						
	116	3	X						
	117	4				E			
	118	5				E			
	119	6		M					
	120	7	X						
	121	8	X						
	122	9	X						
	123	10			L				
	124	11	X						
	125	12			L				
						TP	TC	TCN	
						7	3	2	
						58%	25%	17%	
DÍA 12	126	1	X						
	127	2	X						
	128	3				E			
	129	4				E			
	130	5			X				
	131	6			L				
	132	7	X						
	133	8	X						
	134	9	X						
	135	10			I				
	136	11			T				
						TP	TC	TCN	
						5	4	2	
						45%	36%	18%	
DÍA 13	137	1				O			
	138	2	X						
	139	3	X						
	140	4	X						
	141	5				R			
	142	6			I				
	143	7			I				
	144	8			M				

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA III

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES					
			TP	TC	TNC			
	145	9	X					
	146	10	X					
	147	11	X					
	148	12	X					
						TP	TC	TCN
						7	3	2
						58%	25%	17%
DÍA 14	149	1	X					
	150	2	X					
	151	3			T			
	152	4			T			
	153	5	X					
	154	6				Y		
	155	7			X			
	156	8	X					
	157	9	X					
	158	10	X					
	159	11			L			
	160	12			I			
						TP	TC	TCN
						6	5	1
						50%	42%	8%
DÍA 15	161	1	X					
	162	2	X					
	163	3			I			
	164	4			X			
	165	5				O		
	166	6	X					
	167	7	X					
	168	8				Y		
	169	9				R		
	170	10			L			
	171	11			T			
						TP	TC	TCN
						4	4	3
						36%	36%	27%
DÍA 16	172	1	X					
	173	2			M			
	174	3			X			
	175	4				D		
	176	5				D		
	177	6				D		
	178	7	X					
	179	8	X					
	180	9			X			
	181	10			X			
	182	11				R		
							TP	TC
						3	4	4
						27%	36%	36%
DÍA 17	183	1			T			
	184	2	X					
	185	3	X					
	186	4	X					
	187	5	X					
	188	6			X			
	189	7	X					
	190	8			M			
	191	9			I			
	192	10	X					
						TP	TC	TCN
						6	4	0
						60%	40%	0%

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA III

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES						
			TP	TC	TNC		TP	TC	TCN
DÍA 18	193	1				E			
	194	2				R			
	195	3	X						
	196	4	X						
	197	5	X						
	198	6			T				
	199	7	X						
	200	8	X						
	201	9				X			
	202	10				L			
	203	11	X						
							TP	TC	TCN
							6	3	2
							55%	27%	18%
DÍA 19	204	1	X						
	205	2				R			
	206	3				R			
	207	4			L				
	208	5	X						
	209	6	X						
	210	7				Y			
	211	8			M				
	212	9			I				
	213	10				O			
	214	11	X						
							TP	TC	TCN
							4	3	4
							36%	27%	36%
DÍA 20	215	1	X						
	216	2	X						
	217	3	X						
	218	4				Y			
	219	5			I				
	220	6				E			
	221	7	X						
	222	8	X						
	223	9			L				
	224	10				R			
	225	11			X				
226	12				D				
227	13			T					
							TP	TC	TCN
							5	4	4
							38%	31%	31%
DÍA 21	228	1	X						
	229	2	X						
	230	3	X						
	231	4			T				
	232	5				E			
	233	6	X						
	234	7	X						
	235	8			L				
	236	9	X						
	237	10	X						
	238	11				D			
239	12			M					
240	13				O				
							TP	TC	TCN
							7	3	3
							54%	23%	23%

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA III

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES						
			TP	TC	TNC				
DÍA 22	241	1	X			E E Y O B			
	242	2	X						
	243	3							
	244	4							
	245	5		L					
	246	6							
	247	7	X						
	248	8							
	249	9	X						
	250	10							
	251	11		X					
	252	12		T					
							TP	TC	TCN
							4	3	5
							33%	25%	42%
DÍA 23	253	1		X		R R			
	254	2	X						
	255	3	X						
	256	4	X						
	257	5							
	258	6							
	259	7	X						
	260	8	X						
	261	9	X						
	262	10		T					
	263	11		I					
							TP	TC	TCN
							6	3	2
							55%	27%	18%
DÍA 24	264	1	X			E D B			
	265	2	X						
	266	3		I					
	267	4							
	268	5	X						
	269	6		T					
	270	7							
	271	8	X						
	272	9							
	273	10	X						
							TP	TC	TCN
							5	2	3
							50%	20%	30%
DÍA 25	274	1		M		O E			
	275	2							
	276	3	X						
	277	4		L					
	278	5							
	279	6	X						
	280	7		T					
	281	8	X						
	282	9		X					
	283	10		T					
	284	11		I					
	285	12	X						
	286	13	X						
							TP	TC	TCN
							5	6	2
							38%	46%	15%
DÍA 26	287	1		X					
	288	2		I					

MEDICIONES NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA III

	TOTAL DE MEDICIONES	# DE OBREROS	ACTIVIDADES													
			TP	TC	TNC											
	289	3	X													
	290	4	X													
	291	5		T												
	292	6	X													
	293	7				B										
	294	8		X												
	295	9				R										
	296	10	X													
	297	11	X													
							<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>45%</td> <td>36%</td> <td>18%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	5	4	2	45%	36%	18%
	TP	TC	TCN													
5	4	2														
45%	36%	18%														
DÍA 27	298	1		T												
	299	2	X													
	300	3	X													
	301	4		T												
	302	5	X													
	303	6	X													
	304	7		X												
	305	8	X													
	306	9	X													
	307	10	X													
	308	11			M											
	309	12			I											
							<table border="1"> <thead> <tr> <th>TP</th> <th>TC</th> <th>TCN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>58%</td> <td>42%</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>	TP	TC	TCN	7	5	0	58%	42%	0%
TP	TC	TCN														
7	5	0														
58%	42%	0%														

SIMBOLOGÍA

TP - Trabajo Productivo	
TC - Trabajo Contributorio	TNC - Trabajo No Contributorio
T - Transportes	V - Viajes
L - Limpieza	O - Tiempo ocioso
I - Instrucciones	E - Esperas
M - Mediciones	E - Trabajo rehecho
X - Otros	D - Descanso
	B - Necesidades Biológicas
	Y - Otros

Dentro de la obra se seleccionaron varias categorías de trabajo, las cuales se presentan a continuación:

TP – Trabajo productivo: Excavación de cimientos, armado de elementos estructurales (cimientos, losa, columnas, vigas), fundición de elementos estructurales, levantamiento de mampostería, revestidos, empastados, pintura, colocación de cerámica, ventanas, puertas.

TC – Trabajo contributorio

T – Transporte: Encontrando actividades como movimiento de materiales para preparación de hormigón, traslado de herramientas, transporte de materiales en general.

L – Limpieza: Movimiento de escombros, excesos de material para que el área se encuentre lista para trabajar.

I – Instrucciones: Supervisión de actividades para que estas sean realizadas de forma correcta o al inicio de una jornada para definir las actividades de los obreros por parte del maestro mayor o el residente de obra.

M – Mediciones: Comprende los procesos previos para replanteo, longitud de materiales como acero de refuerzo para cortar, separación para instalación de encofrados o cerámica.

X – Otros: Corte y doblaje de acero de refuerzo, corte de madera para encofrado, instalación de grúa para movimiento de materiales a pisos superiores, colocación y movimiento de andamios, recibimiento de materiales (agregados, acero, cemento, etc.)

TNC – Trabajo no contributorio

V – Viajes: En la presente investigación no se presentaron actividades de esta categoría, ya que los proyectos contaban con un equipo específico para la obra y no fueron movilizados a otros proyectos.

O – Tiempo ocioso: Es una de las actividades que se presenta con mayor frecuencia debido a la falta de supervisión del personal de obra o a una mala planificación, por lo cual los obreros no se encuentran realizando actividades, se encuentran conversando, o simplemente descansando pero sin autorización.

E – Esperas: Como consecuencia de una mala planificación, los obreros no cuentan con la cancha suficiente para iniciar sus labores, por lo cual deben esperar para trabajar, otra causa es la falta de material y el traslado del mismo.

R – Trabajo rehecho: Se presenta en el proyecto al no recibir las indicaciones correctas o al no considerar el proceso adecuado para la ejecución de la obra,

como consecuencia, el personal debe picar las paredes para la colocación de las mangueras para las instalaciones eléctricas, o por una mala lectura de los planos deben tumbar paredes, hacer ventanas o ductos de ventilación. La característica principal es que se realizan actividades sobre los sectores que se encuentran terminados.

D – Descanso: Debido al traslado de materiales o a una jornada larga de trabajo, como la fundición de una losa, el supervisor de la obra otorga un descanso a sus trabajadores para continuar con sus actividades.

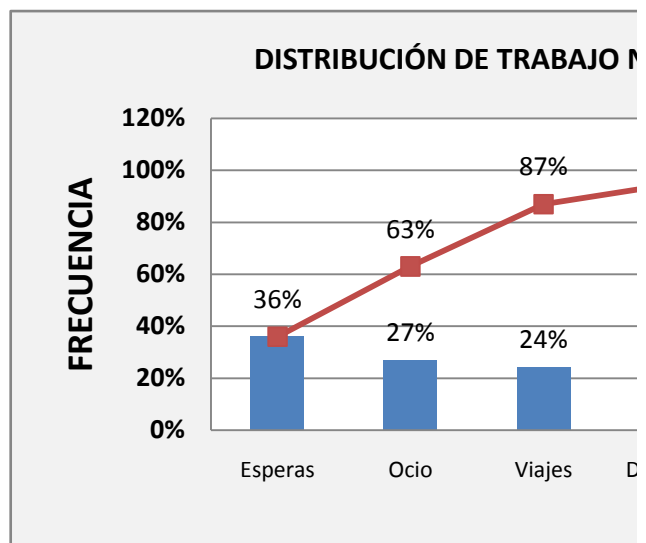
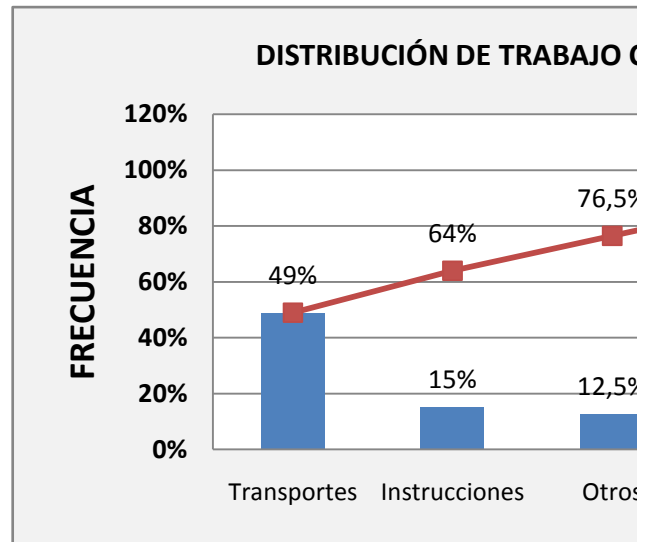
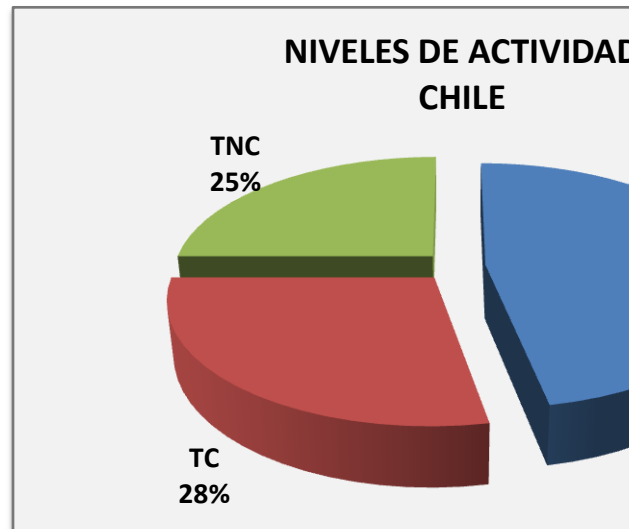
RESUMEN DIARIO DE NIVELES DE ACTIVIDAD OBRA III

	TP	TC	TNC
DÍA 1	0%	67%	33%
DÍA 2	55%	18%	27%
DÍA 3	45%	55%	0%
DÍA 4	42%	42%	17%
DÍA 5	58%	33%	8%
DÍA 6	27%	64%	9%
DÍA 7	55%	27%	18%
DÍA 8	55%	18%	27%
DÍA 9	43%	43%	14%
DÍA 10	46%	15%	38%
DÍA 11	58%	25%	17%
DÍA 12	45%	36%	18%
DÍA 13	58%	25%	17%
DÍA 14	50%	42%	8%
DÍA 15	36%	36%	27%
DÍA 16	27%	36%	36%
DÍA 17	60%	40%	0%
DÍA 18	55%	27%	18%
DÍA 19	36%	27%	36%
DÍA 20	38%	31%	31%
DÍA 21	54%	23%	23%
DÍA 22	33%	25%	42%
DÍA 23	55%	27%	18%
DÍA 24	50%	20%	30%
DÍA 25	38%	46%	15%
DÍA 26	45%	36%	18%
DÍA 27	58%	42%	0%

TP	TC	TNC
47%	28%	25%

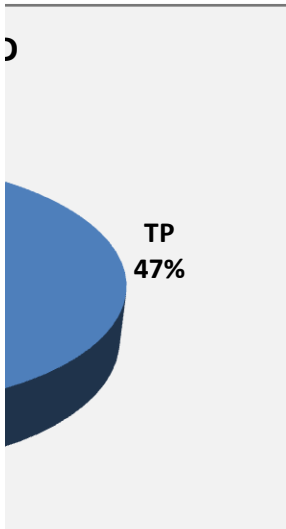
Transportes	49%	49%
Instrucciones	15%	64%
Otros	12,5%	76,5%
Medición	12,5%	89%
Limpieza	11%	100%

Esperas	36%	36%
Ocio	27%	63%
Viajes	24%	87%
Descansos	8%	95%
Necesidades Bi	2,4%	97,4%
Reposos	1,6%	99%



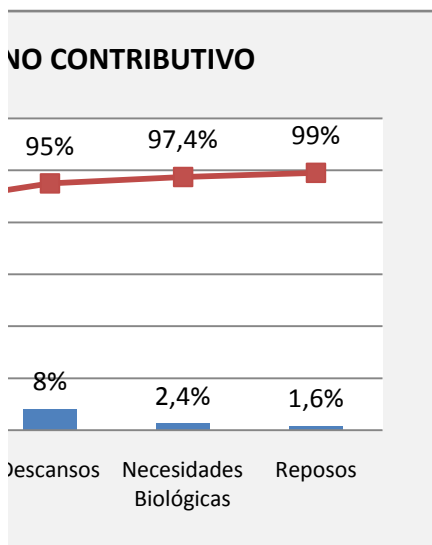
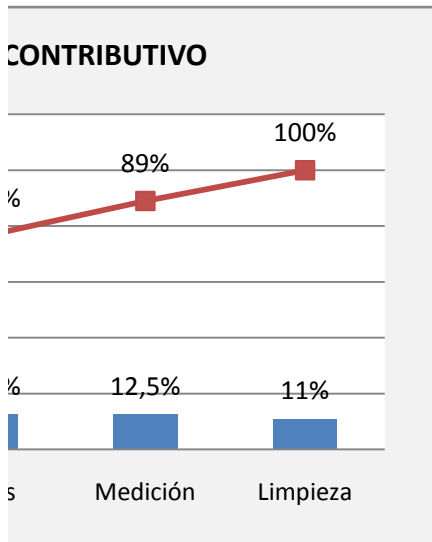
COLOMBIA - MEDELLIN

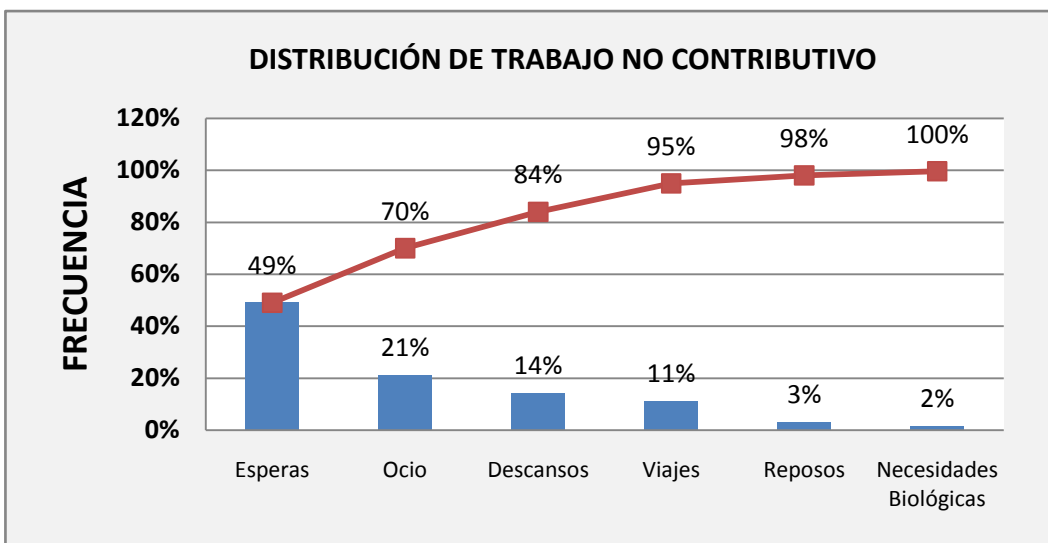
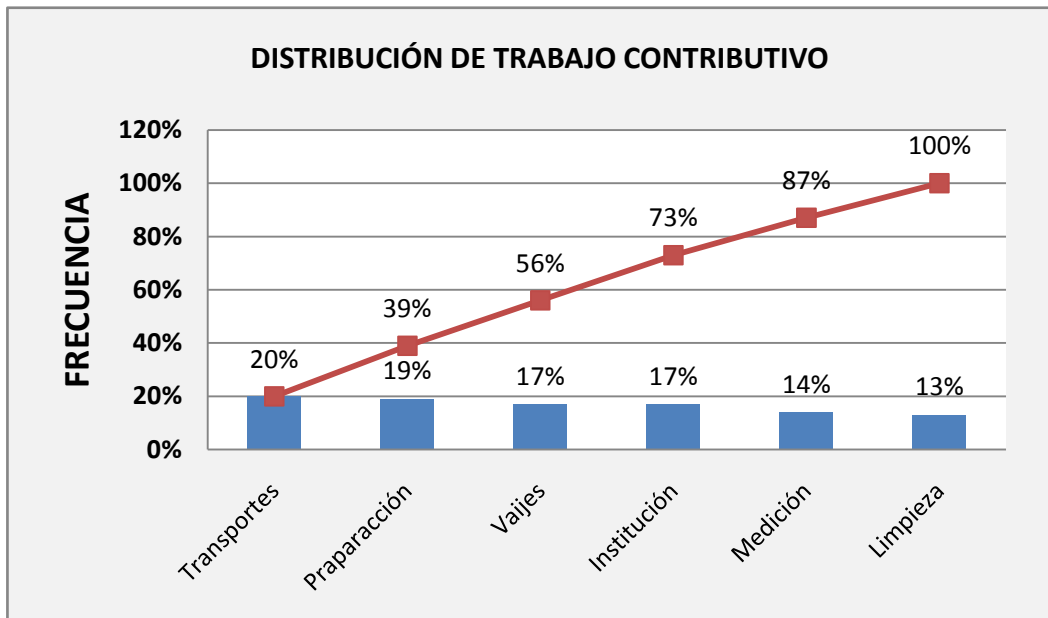
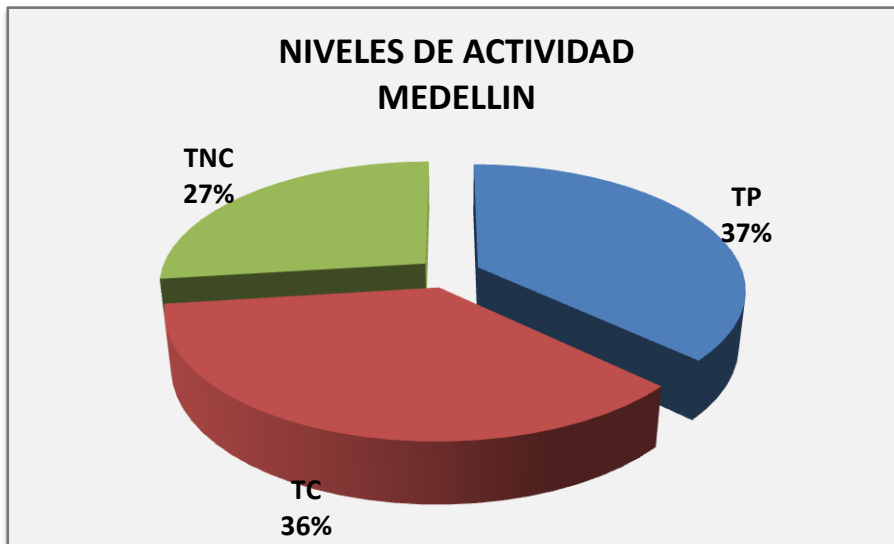
TP	TC	TNC
37%	36%	27%



Transportes	20%	20%
Preparación	19%	39%
Vaijes	17%	56%
Institución	17%	73%
Medición	14%	87%
Limpieza	13%	100%

Esperas	49%	49%
Ocio	21%	70%
Descansos	14%	84%
Viajes	11%	95%
Reposos	3%	98%
Necesidades E	2%	100%





LUGAR	TP	TC	TNC
Promedio Loja	46,9%	35,1%	17,9%
Óptimo	60%	25%	15%
Normal	55%	25%	20%
Promedio Medellin	47,2%	37,5%	15,2%
Promedio Chile	47%	28%	25%

Detalles

Estudio Ecuador 2009

Estudio Chile 1995

Estudio Chile 1995

Estudio Colombia 2003

Estudio Chile 1995
