

**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**ANALISIS DE FUENTES DE PÉRDIDA DURANTE EL  
PROCESO CONSTRUCTIVO, CON EL EMPLEO DEL SISTEMA  
DE INFORMACIÓN DE NIVELES DE ACTIVIDAD, EN OBRAS  
DE CONSTRUCCION - JULIACA**

PRESENTADO POR

Bach. HUGO ANSELMO CCAMA CONDORI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

JULIACA -- PERÚ

2015

## **DEDICATORIA**

A Dios por el conocimiento y la salud y toda la fortaleza

A mis padres y hermanos por su constante apoyo

A los profesores por su compañía durante el proceso

**HUGO ANSELMO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Deseo expresar de todo corazón mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que me brindaron su colaboración, sus conocimientos, su ayuda incondicional y por sobre todo su amistad durante la realización de esta investigación, a cada uno de ellos, gracias.

En primer lugar quiero agradecer a la Universidad Alas Peruanas - Filial Juliaca por haberme formado como profesional en el área de la Ingeniería Civil.

En segundo lugar quiero agradecer al Dr. Víctor Manuel Lima Condori, Ing. Daniel Quispe Mamani, Ing. Lizandro Vladimir Apaza Canaza, docentes y miembros del comité del Jurado, quienes con sus valiosos conocimientos, enseñanzas y apreciables asesorías, han aportado grandes beneficios para la realización de esta investigación, además de su amistad que hacen de la vida un sabor especial y una experiencia enriquecedora en cada vivencia.

## RESUMEN

Una de las actividades económicas más importantes en nuestro país es la construcción, brindando puestos de trabajo, sin embargo es este sector la que presenta los mayores porcentajes de pérdidas, en especial en el proceso constructivo. Estudios recientes de otras realidades demuestran que la industria de la construcción es la actividad con los menores índices de productividad. A pesar de su importancia, la industria de la construcción es uno de los sectores que menor grado de desarrollo ha alcanzado en nuestro medio. Es común observar o saber que en las obras se presentan sobrecostos, incumplimiento en los plazos, que inciden negativamente en la productividad y competitividad de las construcciones. El objetivo de este estudio fue analizar las fuentes de pérdida durante el proceso constructivo, con el empleo del sistema de información de niveles de actividad, en las obras de la ciudad de Juliaca, metodológicamente este estudio se basó en la aplicación de una herramienta que permite identificar las fuentes de pérdida a través del sistema de niveles de actividad, las variables que se manejaron con esta herramienta están relacionados a trabajo productivo, trabajo contributorio, y trabajo no contributorio. Tras desarrollar la investigación se concluye que las fuentes de pérdidas que se identificaron durante el proceso constructivo están relacionados a trabajos no contributorios (TNC) estas están referidas básicamente a tiempos de espera, descansos, trabajo rehecho, tiempo ocioso, viajes, necesidades biológicas y otros. El promedio de niveles de actividad de pérdidas representa el 18% en general en las obras de Juliaca, las actividades más incidentes en las fuentes de pérdida están referidos a tiempos de esperas que representa el 31 %, seguidamente por tiempos de descanso con 21% y trabajo rehecho con 21%.

Palabras clave: pérdidas, niveles de actividad, proceso constructivo, productividad

## ABSTRACT

One of the most important economic activities in our country is building, providing jobs, yet this sector is the one with the highest percentages of losses, especially in the construction process. Recent studies of other realities show that construction industry is the activity with the lowest rates of productivity. Despite its importance, the construction industry is one of the sectors that lower level of development achieved in our midst. It is common to see or know that the works cost, missed deadlines come in, that adversely affect productivity and competitiveness of buildings. The aim of this study was to identify the sources of loss during the construction process through the use of information system activity levels, in the works of the city of Juliaca, methodologically this study was based on the application of a tool that allows identify sources of lost through system activity levels, variables that are managed with this tool are related to productive work, work contributory and non-contributory work. After developing the research it is concluded that the sources of losses identified during the construction process are related to non-contributory work (TNC) these are referred basically waiting times, breaks, redone work, downtime, travel, biological needs and other. The average levels of activity lost represents 18% overall in the works of Juliaca, activities more incidents in the sources of loss are related to waiting periods accounting for 31%, followed by rest periods to 21% and I work redone with 21%.

Keywords: loss, activity levels, construction process, productivity

## INDICE

<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPITULO I PLANTEAMIENTO METODOLOGICO.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>4</b>
1.2.1. Delimitación espacial.....	4
1.2.2. Delimitación temporal.....	4
1.2.3. Delimitación social.....	5
1.2.4. Delimitación conceptual.....	5
<b>1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACION.....</b>	<b>5</b>
1.3.1. Problema general.....	5
1.3.2. Problemas específicos.....	5
<b>1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>5</b>
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2. Objetivo específicos.....	6
<b>1.5. FORMULACION DE LA HIPOTESIS DE INVESTIGACION.....</b>	<b>7</b>
1.5.1. Hipótesis general.....	7
1.5.2. Hipótesis específicos.....	7
<b>1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>8</b>
1.6.1. Variable independiente.....	8
1.6.2. Variable dependiente.....	8
1.6.3. Operacionalizacion de variables.....	8
<b>1.7. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>9</b>
1.7.1. Tipo y nivel de investigación.....	9
1.7.2. Diseño y método de investigación.....	9

1.7.3. Población y muestra de la investigación.....	12
1.7.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
1.8. JUSTIFICACION .....	14
<b>CAPITULO II MARCO TEORICO.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES DELA INVESTIGACION.....</b>	<b>16</b>
2.1.1. Estudios específicos.....	17
<b>2.2. BASES TEORICAS.....</b>	<b>20</b>
2.2.1. Niveles de Actividad en Obra.....	21
2.2.2. La productividad en obras de construccion.....	24
2.2.2.1. Factores que Afectan la Productividad en Obra.....	27
2.2.2.2. Causas de Pérdidas en el proceso constructivo.....	30
2.2.2.3. Perdidas en Mano de Obra, Materiales y equipos.....	33
<b>2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS.....</b>	<b>38</b>
<b>CAPITULO III PROPUESTA TECNICA DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>42</b>
<b>3.1. FUNDAMNETACION DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>42</b>
<b>3.2. DESARROLLO TECNICO DE LA INVESTIGACION.....</b>	<b>44</b>
3.2.1. Tipos de Proyecto de Construcción.....	44
3.2.2. Sistema Productivo en la Construcción.....	45
3.2.3. Características del Sector Construcción.....	46
3.2.4. Características de los proyectos de Construcción.....	50

3.2.5. El Recurso Humano en obras de construcción.....	55
3.2.5.1. Capacitación.....	55
3.3. VIABILIDAD DEL ESTUDIO.....	56
3.3.1. Viabilidad técnica.....	56
3.3.2. Viabilidad económica.....	57
3.3.3. Viabilidad Social.....	57
3.4. PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES.....	58
CAPITULO IV PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	61
4.1. PRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES .....	61
4.1.1. Obra I.....	64
4.1.2. Obra II.....	67
4.1.3. Obra III.....	70
4.1.4 Promedio General de las Obras.....	73
4.2. CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS.....	77
4.2.1. Prueba de hipótesis general.....	77
4.2.2. Prueba de hipótesis específico.....	80
4.3. DISCUSION DE RESULTADOS.....	92
CONCLUSIONES.....	95
RECOMENDACIONES.....	97
BIBLIOGRAFIA.....	99
ANEXOS.....	102



## **LISTA DE TABLAS**

Tabla IV.1. Promedio de los resultados en obras de la ciudad de Juliaca

Tabla IV.2. Nivel de significancia hipótesis general

Tabla IV.3. Coeficientes hipótesis general

Tabla IV.4. Nivel de significancia hipótesis específico uno

Tabla IV.5. Coeficientes hipótesis específico uno

Tabla IV.6. Resumen de modelo hipótesis específico uno

Tabla IV.7. Nivel de significancia hipótesis específico dos

Tabla IV.8. Coeficientes hipótesis específico dos

Tabla IV.9. Resumen del modelo específico dos

Tabla IV.10. Nivel de significancia hipótesis específico tres

Tabla IV.11. Coeficientes hipótesis específico tres

Tabla IV.12. Resumen del modelo hipótesis específico tres

Tabla IV.13. Tiempos de trabajo de estudios realizados

Tabla IV.14. Costos generados por tiempos no Contributorios

## **LISTA DE GRAFICOS**

Gráfico I.1. Operacionalización de variables

Grafico II.2. Proceso de transformación asociado a la productividad

Grafico II.3. Productividad de los insumos

Grafico II.4. Factores que Afectan Negativamente la Productividad en obra

Grafico II.5. Factores que Afectan positivamente la Productividad en obra.

Grafico IV.1. Distribución de trabajo en obra I

Grafico IV.2. Variación de niveles de actividad en obra I

Grafico IV.3. Distribución de trabajo contributorio en la obra I

Grafico IV.4. Distribución de trabajo no contributorio en la obra I

Grafico IV.5. Distribución de trabajo en obra II

Grafico IV.6. Variación de niveles de actividad en la obra II

Grafico IV.7. Distribución de trabajo contributorio en la obra II

Grafico IV.8. Distribución de trabajo no contributorio en la obra II

Grafico IV.9. Distribución de trabajo en obra III

Grafico IV.10. Variación de niveles de actividad en la obra III

Grafico IV.11. Distribución de trabajo contributorio en la obra III

Grafico IV.12. Distribución de trabajo no contributorio en la obra III

Grafico IV.13. Niveles de actividad por obra

Grafico IV.14. Promedio de niveles de actividad ciudad de Juliaca

Grafico IV.15. Promedio de distribución de trabajo no contributorio

Grafico IV.16. Promedio de distribución de trabajo contributorio

Grafico IV.17. Diagrama de dispersión

Grafico IV.18. Diagrama de dispersión

Grafico IV.19. Diagrama de dispersión

## **INTRODUCCION**

La Industria de la construcción es una actividad de vital importancia para la economía de un país. A diferencia de otras industrias, la de la construcción es parte fundamental del desarrollo social y económico. A pesar de su importancia, la industria de la construcción es uno de los sectores que menor grado de desarrollo ha alcanzado en nuestro medio. Es común observar o saber que en las obras se presentan sobrecostos, incumplimiento en los plazos, desperdicio de materiales que inciden negativamente en la productividad y competitividad de las construcciones (Arce, 2009).

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 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 en la construcción (Botero, 2006).

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 lean producción (producción sin pérdidas) que tiene sus orígenes en el sistema de producción desarrollado por Toyota, este sistema de producción está orientado fundamentalmente a eliminar pérdidas en los procesos productivos. (Botero, 2006). Así mismo Howel (1999) sostiene que la filosofía 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.

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 (Howel, 1999). Con el propósito de abordar este fenómeno, se plantea el siguiente cuestionamiento que direcciona esta presente investigación:

**¿Cuáles son las fuentes de pérdida durante el proceso constructivo, con el empleo del sistema de información de niveles de actividad, en obras de construcción - Juliaca – 2015?**

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO METODOLOGICO**

#### **1.1. DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

La industria de la construcción a nivel internacional se sitúa en los sectores más importantes de la actividad económica, tanto por su contribución a la riqueza de los países, como por los puestos de trabajos que genera en forma directa e indirecta; razón por la cual es de suma importancia identificar las causas que originan pérdidas en la construcción de obras.

En el Perú esta problemática de análisis e identificación de fuentes de pérdida en el proceso constructivo de obras ha sido abordada recientemente sobre todo en empresas grandes como GRAÑA MONTERO, COINSA, COPRACSA, etc., mas no así en las empresas de pequeña y mediana envergadura, la problemática se agudiza más aun en las instituciones públicas del estado, donde no se maneja los niveles de productividad en obra, lo que incide directamente en el incremento de los costos y presupuestos de las obras (adicionales de presupuesto) y por otro lado también en los plazos de ejecución de obra lo que genera sobretiempos (ampliaciones de plazo).

En la ciudad de Juliaca no existen experiencias de construcciones de obras basados en la identificación de pérdidas, mucho menos en la optimización de recursos, costos y tiempos, por lo que las empresas y las instituciones públicas ejecutan las obras sin tener en cuenta los aspectos de la productividad en obra, motivo por el cual es importante realizar el estudio de fuentes de pérdida durante el proceso constructivo de obras, mediante el empleo del sistema de información de niveles de actividad que es una herramienta que permite medir los niveles en los trabajos productivos, trabajo contributivo y trabajo no contributivo.

## **1.2. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Delimitación espacial**

Esta investigación fue realizada en la ciudad de Juliaca, Provincia de San Román, Región Puno, toma como sujeto de estudio las obras en proceso de construcción de la ciudad de Juliaca, de donde se ha recopilado y analizado la información referente al problema de las fuentes de pérdida con el empleo de sistema de información de niveles de actividad

### **1.2.2 Delimitación temporal**

El presente estudio de investigación se realizó durante el mes de octubre del año 2015, en dicho periodo se ha realizado la toma de datos de las variables específicos de la presente investigación.

### **1.2.3 Delimitación social/conductual**

El grupo social sujeto de estudio son los trabajadores (obreros) de las obras en sus categorías ( operario, oficial, peón ) quienes son directamente actores principales en la construcción de las obras que ejecutan las instituciones públicas y privadas por la modalidad de administración directa y obras por contrato

### **1.2.4 Delimitación Conceptual**

Esta investigación abarca dos conceptos fundamentales como las fuentes de perdida y el sistema de información de niveles de actividad en las obras de construcción de la ciudad de Juliaca.

## **1.3. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACION**

### **1.3.1. Problema General**

¿Cuáles son las fuentes de pérdida durante el proceso constructivo, con el empleo del sistema de información de niveles de actividad, en obras de construcción - Juliaca - 2015?

### **1.3.2. Problemas Específicos**

¿Cómo es el trabajo productivo de fuente de perdida durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción?

¿Cómo es el trabajo contributivo de fuente de pérdida durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción?

¿Cómo es el trabajo no contributivo de fuente de pérdida durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción?

## **1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar las fuentes de pérdida durante el proceso constructivo, con el empleo del sistema de información de niveles de actividad, en obras de construcción - Juliaca -2015

### **1.4.2. Objetivos específicos**

Analizar el trabajo productivo de fuente de pérdida durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.

Analizar el trabajo contributivo de fuente de pérdida durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.



Analizar el trabajo no contributivo de fuente de pérdida durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.

## **1.5. FORMULACION DE LA HIPOTESIS DE INVESTIGACION**

### **1.5.1. Hipótesis general**

Las fuentes de pérdida durante el proceso constructivo disminuye significativamente con el empleo del sistema de información de niveles de actividad, en obras de construcción - Juliaca -2015?

### **1.5.2. Hipótesis específico**

El trabajo productivo de fuente de pérdida mejora directamente durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.

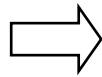
El trabajo contributivo de fuente de pérdida mejora significativamente durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.

El trabajo no contributivo de fuente de pérdida mejora significativamente durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.

## 1.6. VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.6.1 Variable independiente

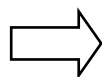
Variable independiente (X)



Sistema de información de niveles de actividad

### 1.6.2. Variable dependientes

Variable dependiente (Y)



Fuentes de pérdida

### 1.6.3 Operacionalización de Variables.

Gráfico. I.1.

Operacionalizacion de variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	DATO	INSTRUMENTO
<b>VI (X) = NIVELES DE ACTIVIDAD</b>	PROCESO CONSTRUCTIVO			
<b>VD(Y) = FUENTES DE PERDIDA</b>	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO EJECUTADO	NIVELES EN PORCENTAJE (%)	FICHAS DE OBSERVACION
	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRANSPORTE DE MATERIALES	NIVELES EN PORCENTAJE (%)	FICHAS DE OBSERVACION
		LIMPIEZA		
		INSTRUCCION (CHARLAS)		
		MEDICION		
		OTROS		
	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	VIAJES	NIVELES EN PORCENTAJE (%)	FICHAS DE OBSERVACION
		TIEMPO OCIOSO		
		ESPERAS		
		TRABAJO REHECHO		
		DESCANSOS		
		NECESIDADES BIOLÓGICAS		
OTROS				

Fuente: elaboración propia

## **1.7 METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1. Tipo y nivel de Investigación**

#### **a) Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo cuantitativo por la naturaleza de los datos, es básico explicativo, porque permitirá explicar los hechos reales que ocurren a través de la aplicación de la herramienta de sistema de información de niveles de actividad, de acuerdo al papel que cumple el Investigador, es observacional, porque el investigador no interviene de ninguna forma, no afecta la evolución natural de los eventos, limitándose a “observar”.

#### **b) Nivel de investigación**

El nivel de estudio realizado es de carácter Explicativo- analítico, a fin de aproximarnos al problema y así conocer como estos fenómenos se presentan, tanto en sus componentes, características más saltantes, que nos permita contrastar la hipótesis con la realidad, hasta ser confirmada o ser refutada luego del análisis e interpretación de datos.

### **1.7.2. Diseños y métodos de Investigación**

#### **a) Diseño de investigación**

La presente investigación es un estudio no experimental, transversal, descriptivo y correlacional causal. Para el desarrollo de la investigación se definen, las siguientes fases:

**FASE 1.** Fase preparatoria. En esta fase se ha planteado el plan de trabajo, en el cual se definieron los objetivos y las hipótesis, como también se analizó la percepción general que tienen de la problemática del objeto de estudio los diferentes actores involucrados (usuarios, proyectistas, constructores, etc.). Con esta información se identificó el objeto de estudio.

**FASE 2.** Recolección de la información. En esta etapa de la investigación se realizó una recopilación de información bibliográfica y de internet para adquirir los conocimientos relacionados con pérdidas en la construcción, productividad en la construcción, Lean Construction, trabajo productivo, contributorio y no contributorio, etc.

Posteriormente se realizó la selección de las 03 obras en proceso de construcción sobre las cuales se desarrollaron las mediciones. Ha sido necesario identificar obras representativas de la ciudad, para que los resultados obtenidos de la investigación reflejen el estado actual del sector de la construcción en la ciudad de Juliaca.

Una vez adquiridos los conocimientos y establecidas las construcciones (Obras) sobre las cuales se realizó la investigación, se procedió a elaborar los formatos (fichas) 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, estas mediciones se realizaron durante el periodo de 01 mes y cada día se ha tomado + - 10 mediciones, lo que al final del mes se tuvo como mínimo 300 mediciones aprox., para que sea válido el modelo del sistema de información de niveles de actividad.

Para lograr la recolección de datos se utilizó los siguientes instrumentos:

Formatos (fichas).

Registro de datos estadísticos.

Recursos informáticos (Internet).

Registro fotográfico apuntes perspectivas.

Trabajo de campo (observación estructurada directa).

Cuaderno de apuntes.

Inventario de información (bibliotecas y centros de documentación).

**FASE 3.** Procesamiento y análisis de la información: En esta etapa se organizó e interpreto las mediciones. Con los datos obtenidos se procedió a tabular a través de distribución de frecuencias en función de N (tamaño de las mediciones), con los cuales se ha logrado interpretar e identificar las fuentes de pérdida. Para la interpretación se emplearon los siguientes medios de procesamiento y análisis.

SPSS 11 (software que se usara para probar la hipótesis a través de tabulación de datos y distribución de frecuencias).

Microsoft office Excel (software que se usara para el procesamiento de cuadros y tablas).

Microsoft office Word. (Software que se usara para la edición de textos).

**FASE 4.** Fase propositiva. Se plantearon posibles soluciones para mejorar el desempeño de los trabajadores en el proceso productivo de las construcciones, y en los cuales se presentan mayor cantidad de pérdidas dentro del proceso constructivo se propondrán soluciones en base a Lean

Construction para optimización de recursos y tiempos., las cuales podrán ser de gran utilidad como nuevos insumos para la formulación futura (por parte de instituciones y actores diversos) de proyectos de construcción.

#### **b) Método de investigación**

Desarrollar un trabajo de investigación, requiere la aplicación de un conjunto de estrategias o procedimientos denominados métodos, los que nos van a permitir arribar a los resultados que se busca, en este caso demostrar la hipótesis y cumplir con los objetivos trazados, es así que se emplearon los siguientes métodos generales de investigación: método inductivo observacional, método analítico y el método estadístico.

### **1.7.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **a) Población**

Las unidades de observación objeto de la investigación corresponden a todas las obras de la ciudad de Juliaca ejecutadas por la modalidad de administración directa y obras ejecutadas por la modalidad de contrata de instituciones públicas y privadas en total son 34 obras en proceso de construcción que es la población del presente estudio.

#### **b) Muestra**

En la presente investigación para obtener las características de la población se usó el método de muestreo, el tipo de muestreo es no

probabilístico (no aleatorio) de tipo intencional, el muestreo se basa exclusivamente en la selección de casos que serán más convenientes para el propósito del estudio, en la presente investigación se ha seleccionado 03 obras de construcción representativas ejecutadas por la modalidad de administración directa y contrata.

#### **1.7.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

##### **a) Técnicas**

Las técnicas constituyen elementos de investigación más precisos, específicos y concretos de la investigación, a través de las técnicas operacionalizamos los diversos indicadores en la práctica para la presente investigación se usaron las siguientes técnicas.

***Técnica documental o bibliográfica.*** Nos ha permitido revisar la documentación de carácter teórico.

***Técnica de observación.*** Esta técnica nos ha permitido levantar la información en fichas de registro de las variables de estudio.

***Técnica de la estadística.*** Los datos estadísticos obtenidos de campo, fueron cuantificados, luego sometido a un tratamiento estadístico, como elemento que ofrece mayor nivel de precisión y confiabilidad cuando se trata de medir los resultados.

## **b) Instrumentos**

El instrumento que se ha utilizado en la presente investigación son fichas de observación donde se ha registrado los datos de las variables específicas

## **1.8.JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.**

### **a) Justificación**

En el sector público los recursos que se asignan para la ejecución de obras provienen del recaudo de los impuestos que contribuye los ciudadanos, para que de acuerdo al manejo que le da la entidad pública sean utilizadas en la materialización de obras de construcción, es de común conocimiento que en muchas ocasiones los presupuestos no se invierten adecuadamente en los proyectos de construcción por diversos factores que pueden originarse desde la etapa de planeación hasta la etapa de ejecución.

Considerando que en la etapa de ejecución de las obras es donde se materializan los proyectos y se realizan las inversiones, resulta importante identificar las fuentes de pérdida que generan sobrecostos para poder minimizarlos y así contribuir en la optimización de los recursos.

### **b) Importancia**

Dada la importancia de la actividad constructora en el ámbito económico y social es notable la necesidad del continuo mejoramiento de la productividad razón por la cual la misma ha sido objeto de estudio por todo tipo de industrias y empresas, especialmente en la actualidad donde la competencia del mercado



obliga a que los niveles de productividad sean más altos, sin embargo en el medio en el que se despliega la industria de la construcción, se mantienen costumbres y métodos que lamentablemente no han cambiado, aunque en el ámbito internacional da muestras de que es necesario mejorar la eficiencia en la productividad. En el ámbito local, no existe investigaciones sobre este tema, que permitan mostrar a las personas que se desenvuelven en la construcción, que es necesario mejorar los procesos de productividad para generar mejores ganancias, y en general la optimización de los recursos utilizados en construcción disminuyendo pérdidas en su producción.

### **c) Limitaciones**

A pesar de algunos esfuerzos aislados realizados en varias empresas constructoras peruanas, con el fin de medir el desempeño de sus proyectos, no existe en la actualidad una metodología unificada que permita recoger, analizar y comparar los resultados obtenidos, mediante una herramienta que facilite el mejoramiento continuo del sector de la construcción. Igualmente, y según expertos investigadores en el tema de la construcción, el sector de la construcción carece de indicadores directos de productividad a nivel sectorial. Y esta es precisamente la limitación más importante que se encontró para el desarrollo de la investigación: la falta de indicadores de productividad y de desempeño en las empresas de construcción y la falta de una cultura de medición y comparación del trabajo.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION**

Las primeras ideas de la nueva filosofía de producción sin pérdidas se originaron en Japón en el año 1950, las cuales fueron aplicadas en el sistema Toyota. Las ideas básicas en el sistema de producción de Toyota son la eliminación de pérdidas, limitación de la producción a pequeñas partes, reducir o simplificar su estructura de producción, utilización de máquinas semiautomáticas, cooperación entre los proveedores, entre otras técnicas.

El modelo denominado Lean Construction (construcción sin pérdidas), fue propuesto por Lauri Koskela en el año 1992. En Latinoamérica se implementó en la república de Chile, dirigido por el ingeniero Luis Fernando Alarcón, con el programa de excelencia en gestión de la construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile, por un periodo de 5 años se realizaron mediciones de niveles de actividad en más de 40 proyectos de construcción. Además se tiene conocimiento de la implementación en Brasil y México y otros países (Botero y Álvarez, 2003).

En Colombia ha sido aplicado en la ciudad de Medellín, donde se realizó una prueba piloto en los años 2002 y 2003 dirigidos por Luis Fernando Botero y Martha Eugenia Álvarez, profesores de la universidad de EAFIT.

En la Universidad de los Andes se han realizado 4 investigaciones sobre el tema; una en "Mejoramiento de la productividad a través de la construcción sin perdidas", " Políticas de productividad para compañías constructoras de vivienda de interés social" (Garzón, 2001), un proyecto de grado "Lean Construction aplicado a una vivienda de interés social, y por ultimo" Mejoramiento de la gestión en la construcción mediante el sistema ultimo planificador" (Perdomo, 2005).

### **2.1.1. ESTUDIOS ESPECIFICOS**

Para este trabajo de investigación se han tomado como referentes trabajos de investigación estudiados en diferentes realidades, que sirvieron como guía de trabajo para el presente estudio de tesis.

**ANÁLISIS DEL NIVEL DE ACTIVIDAD EN OBRA. PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION:** El estudio se realizó en la construcción del edificio habitacional que consta de 6 plantas correspondiente a un área de 905,25 m, en el estudio se efectuaron 390 observaciones durante la ejecución del edificio SAVHANA, durante 8 días laborables, tomando hasta 4 observaciones por día distribución, se procedió a la tabulación de los datos obtenidos. Llegando a los siguientes resultados Las actividades realizadas en la obra son en su mayoría trabajo contributorio, esto generado principalmente por la fase en la que se encuentra la obra. El nivel de trabajo productivo representa un

tercio de las actividades realizadas, esto se debe como se mencionó a la etapa en la que se realizó el muestreo, pero también a factores que aumentan la pérdida de producción como es la deficiente planificación, los obreros no tienen establecido que actividades van a realizarse, y no se tiene previsto los inconvenientes, de tal forma que cuando se va a efectuar una actividad, recién se dan las indicaciones y se designa el personal.(Sarango, 2013)

DETECCIÓN DE PÉRDIDAS OPERACIONALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS DE OFICINAS DE MÁS DE 30.000 M2 CON PLANTAS LIBRES. ANÁLISIS APLICADO A MONTAJES DE FACHADAS DE MURO CORTINA: El objetivo general de este trabajo fue lograr identificar las pérdidas que se generan al no realizar una adecuada gestión operacional al momento de ejecutar el montaje de una fachada de muro cortina de una edificación en altura superior a los 30.000 m2 de superficie para oficinas de planta libre, identificar las fuentes de pérdidas, relacionar las causas y las consecuencias y entregar sugerencias y soluciones a los problemas que se presentaron. Se concluye en este trabajo de investigación que Entonces se concluye que los niveles de actividad de la industria del montaje de fachadas de muro cortina son: Trabajo Productivo: 46%, Trabajo Contributorio: 12% y Trabajo no Contributorio: 42%, Con un coeficiente de participación igual al 89%, un nivel de actividad real del 58% y un nivel de actividad relativo igual al 50% los resultados obtenidos tras la aplicación de mejoras en el proceso constructivo, en la etapa de planificación y en la interacción diseño – construcción, podrán ser comparados a estos índices y se demostrará si la aplicación de las mejoras sugeridas permiten disminuir las pérdidas detectadas,

mejorar el porcentaje de trabajo productivo y disminuir los porcentajes de trabajo contributivo y no contributivo. (Pérez, 2010).

IDENTIFICACION DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS EN LA LOGISTICA DE ABASTECIMIENTO DE LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS BOGOTANAS Y PROPUESTA DE MEJORAS. El objetivo de este estudio fue Identificar los principales problemas de la logística de abastecimiento de las empresas constructoras para proponer las mejoras que les permita reducir las pérdidas en productividad. De los resultados encontrados a través de la investigación se puede señalar que los principales problemas en la logística de abastecimiento de las empresas constructoras bogotanas son el control y manejo de los inventarios, el deficiente almacenamiento y la carencia de sistemas de información. Como resultado, las empresas constructoras experimentan interrupción en los trabajos de obra por falta de materiales requeridos y las pérdidas, robos y daños en los materiales, que a su vez, generan desperdicio, sobre costos, incumplimiento en los plazos, y en general, pérdida de productividad. Adicionalmente, las empresas constructoras bogotanas deben lidiar con el alto poder de negociación de las empresas proveedoras de materiales estratégicos y por ende, deben estar sujetas a los plazos establecidos por estas.

En la mayoría de los casos, los resultados arrojaron evidencia para afirmar que existen relaciones entre algunas variables planteadas. Por ejemplo, contar con sistemas de información integrales contribuye a reducir las interrupciones en el trabajo por falta de materiales en obra (Arce, 2009).

## **2.2. BASES TEORICAS.**

De la literatura se pueden extraer un sinnúmero de documentos, memorias de título y libros que hablan acerca de pérdidas en construcción, la mayoría enfocadas en obra gruesa. Las pérdidas se pueden desglosar y clasificar según su procedencia, incluso se estudian las relaciones que existen entre sí. Se consideran pérdidas aquellas actividades que no agregan valor, pero que consumen tiempo, recursos y espacio, generando costos en el proceso de producción (actividades de flujos) (Botero & Álvarez, 2003).

A inicios de la década del 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.

### **2.2.1. NIVELES DE ACTIVIDAD EN OBRAS**

Se han desarrollado herramientas que permiten medir la productividad en construcciones (obras), entregando valores detallados y efectivos para la gestión, en términos del manejo de factores productivos, como mano de obra, uso de equipos y herramientas 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 en una construcción.

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 los niveles de productividad y posteriormente disminuir las principales causas de pérdida de tiempo en el personal de obra, 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 (2004) y son básicamente tres:

1. **Trabajo productivo** (TP): Es el tiempo que un trabajador destina a producir alguna unidad de construcción (por ejemplo, m<sup>2</sup> de muros de ladrillo de cabeza).
2. **Trabajo contributivo** (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 contributivo** (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 contributivo (perdidas) pase desapercibido y no se pueda ejercer un control sobre él. Cabe señalar y resaltar que a medida que el tiempo utilizado en trabajos no contributivos aumenta, el tiempo disponible para realizar trabajos productivos disminuye, lo cual afecta negativamente a la productividad de la obra.

## 2.2.2. LA PRODUCTIVIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCION

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 (1997) 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 en construcción 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 el siguiente grafico que relaciona eficiencia y efectividad. Dentro del Gráfico. II.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.

Gráfico. II.1.

Relación entre la eficiencia, la efectividad y productividad



Fuente: Serpell, (2004). Administración de Operaciones de Construcción.

Es necesario que la empresa constructora y las instituciones del estado tengan una alta productividad a fin de llevar a cabo un término eficiente y efectivo de las obras en un mercado totalmente competitivo. El proceso productivo será responsabilidad de todos aquellos que hacen parte de las empresas y también de todos los involucrados en los proyectos de las obras en sus diversas áreas (Noriega, 1998). El mejoramiento de la productividad es una de las metas principales de la administración de una empresa, proyecto u obra de construcción.

Es imperativo que todos los niveles de una organización o proyecto estén comprometidos a aportar un esfuerzo grande para lograr una alta productividad. Al interactuar interna y externamente, la organización debe proveer las condiciones y recursos necesarios para que los grupos de trabajo puedan realizar sus labores de manera productiva. A su vez, los grupos deben proveer a los individuos que los conforman los recursos para permitirles lograr una alta productividad. Finalmente, los individuos aportan sus habilidades y actitudes para obtener una alta productividad en sus tareas específicas.

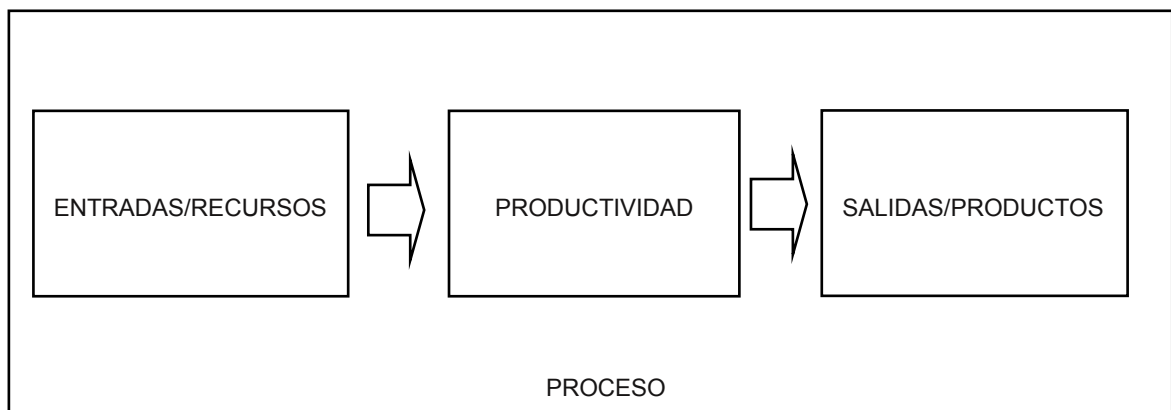
Sobre la base de un proyecto de construcción, la organización corresponde a todo el personal que forma el equipo, desde el gerente de la obra hasta el trabajador que realiza las tareas más simples en el terreno. La responsabilidad de lograr una organización productiva recae en el administrador de la obra, quien debe proveer todos los recursos y capacidades necesarias para realizar la obra, la planificación, dirección y control de esos recursos y de todo el proceso. También debe tomar decisiones respecto a la metodología, secuencia y otros aspectos relevantes. De esta manera, los

trabajadores se desempeñaran productivamente, si cuentan con los recursos y materiales requeridos, si cuentan con la capacitación necesaria y si no están restringidos por factores externos en la ejecución de sus tareas.

La productividad está asociada a un proceso de transformación, tal como se indica en el grafico II.2. Como en todo proceso, ingresan recursos necesarios para producir un bien o un servicio, y posteriormente, a través del proceso, se obtiene un producto o un servicio. En la construcción, los principales recursos utilizados en los proyectos son los siguientes: Los materiales, la mano de obra y la maquinaria y los equipos

Grafico II.2.

Proceso de transformación asociado a la productividad



Fuente: Serpell, (2004). Administración de Operaciones de Construcción

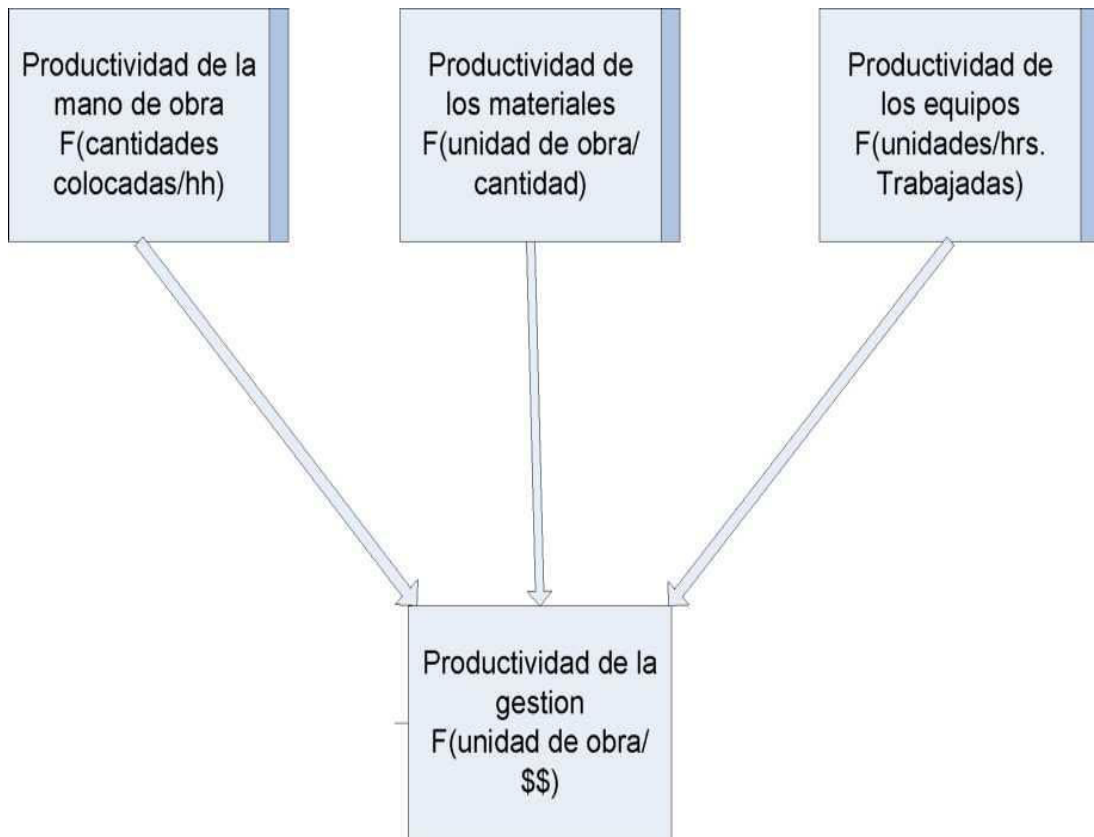
**Productividad de los materiales:** En la construcción es clave una buena utilización de los materiales, evitando todo tipo de pérdidas.

**Productividad de la mano de obra:** Es un factor crítico, ya que es el recurso que generalmente fija el ritmo de trabajo en la construcción.

**Productividad de la maquinaria:** Un factor importante puesto que, es clave evitar las pérdidas en la utilización de este tipo de recurso

Grafico II.3.

Productividad de los insumos



Fuente: Serpell, (2004). Administración de Operaciones de Construcción.

### 2.2.2.1. FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD EN OBRA

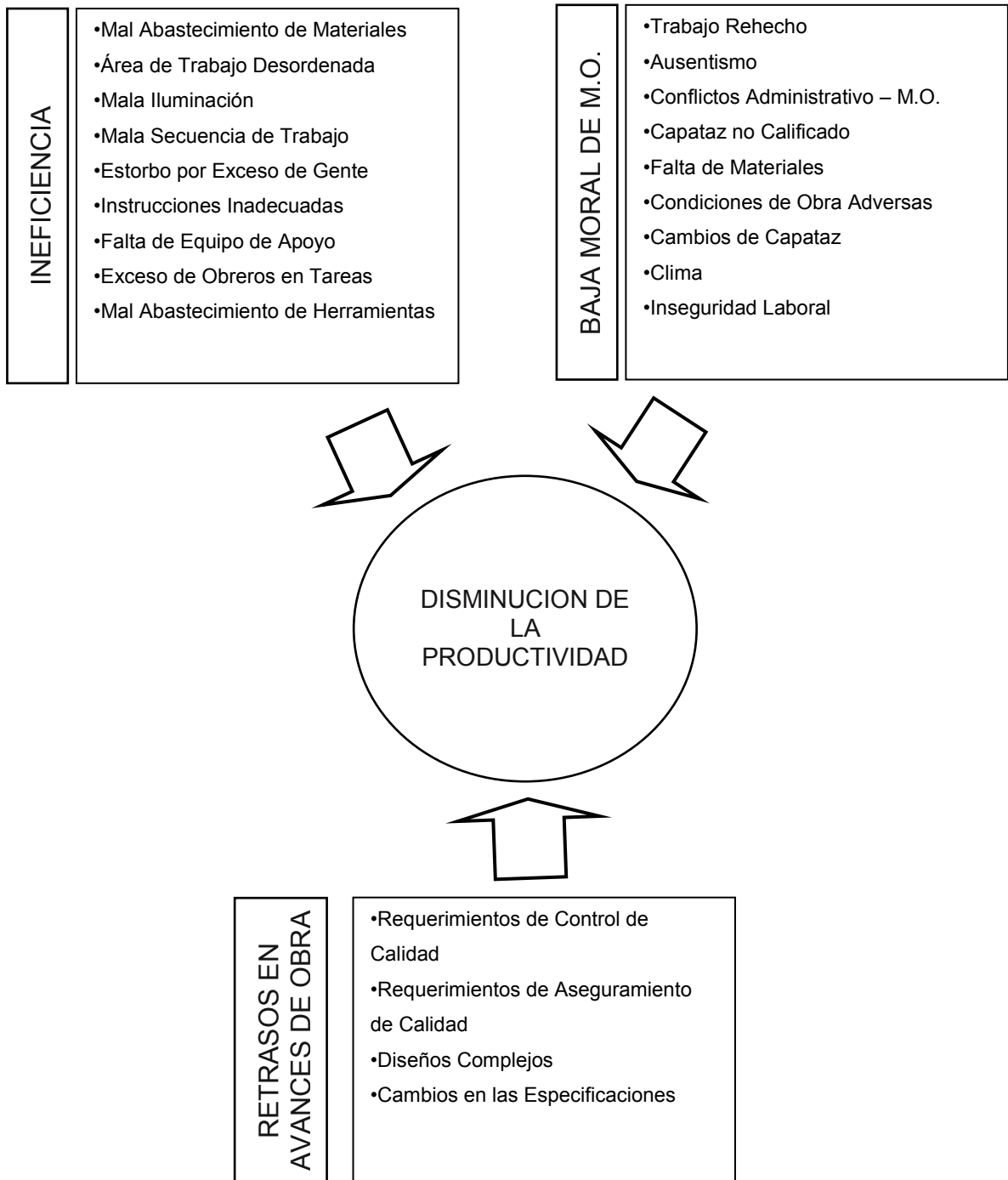
Debido a la complejidad del trabajo, Martínez (1998) propone múltiples factores que afectan la productividad en la construcción de obras, entre los más importantes tenemos:

***Factores que influyen negativamente a la productividad:***

Los factores que afectan negativamente la productividad (perdidas se muestra en el grafico II.5.

Grafico II .4.

Factores que Afectan Negativamente la Productividad en obra.

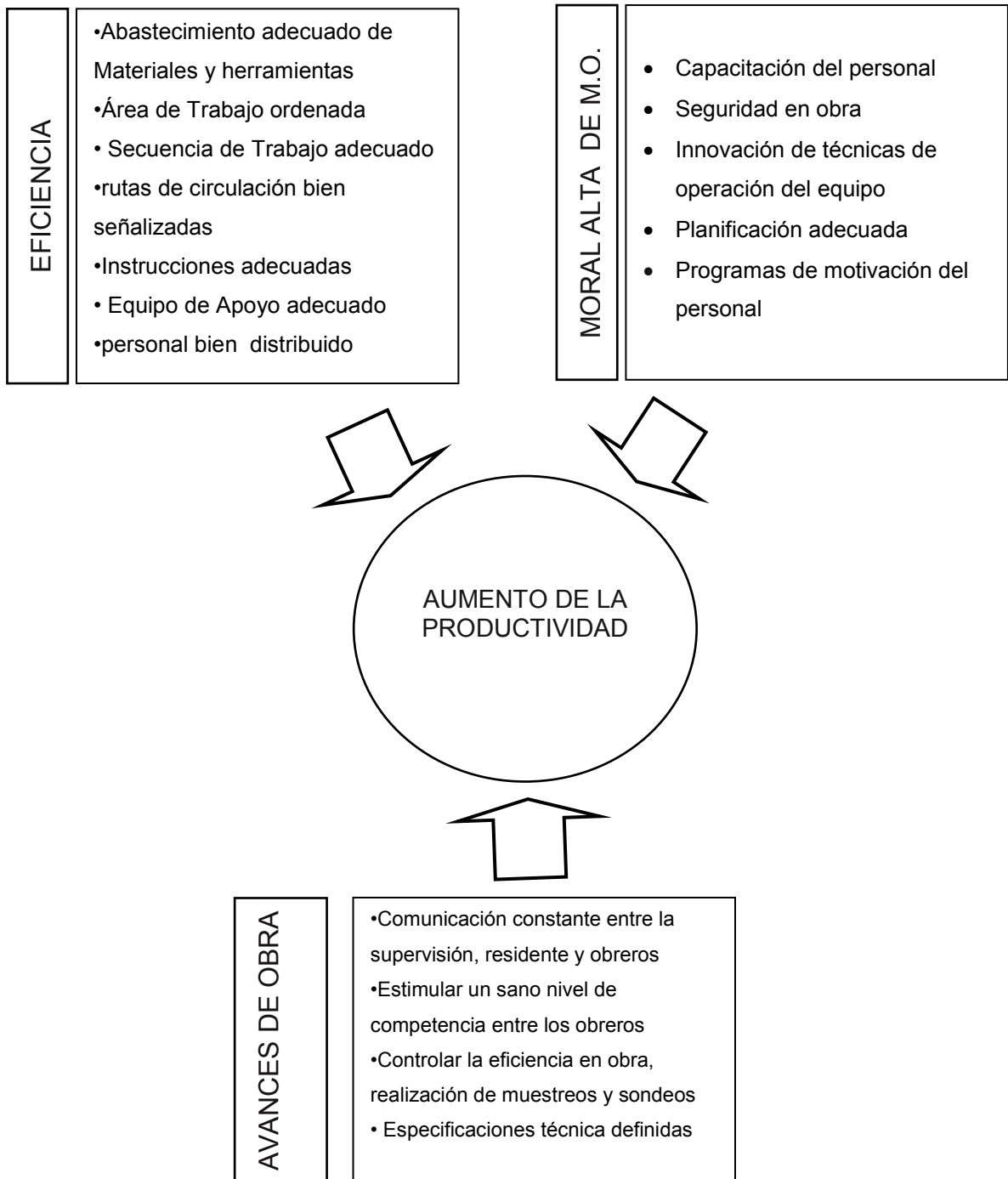


Fuente: Martínez, (1998). Programa de Mejoramiento de la Productividad para Obras

**Factores que afectan positivamente en la productividad:**

Grafico II .5.

Factores que Afectan positivamente la Productividad en obra.



Fuente: Martínez, (1998). Programa de Mejoramiento de la Productividad para Obras

## **2.2.2.2. CAUSAS DE PÉRDIDAS EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO**

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.*** Entre las principales deficiencias tenemos:

- La falta de supervisión o la baja relación supervisor - empleado, los supervisores deben manejar un número apropiado de obreros, no excederse.
- Una mala organización puede originar problemas de comunicación y coordinación en la obra.
- Incapacidad de supervisores, residentes 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 o el maestro 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.

***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 las y 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 (residentes y 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.

**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.

**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.

**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.

***Inapropiados sistemas de control.*** En la construcción, se utilizan sistemas de control que descuidan la parte productiva y se focalizan más 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

### **2.2.2.3. PERDIDAS EN MANO DE OBRA, MATERIALES Y EQUIPOS**

La productividad se puede asociar a los diferentes actores que participan en la etapa de construcción como son la mano de obra, equipos y materiales, que corresponden a los recursos e insumos utilizados para producir un determinado bien, en el caso de la construcción en Perú, la mano de obra es el recurso más importante, sin embargo son los materiales los recursos más empleados en la construcción.

#### ***Productividad de la Mano de Obra***

Martínez, Verbal y Serpell efectuaron un estudio en el cual analizaron los problemas de productividad en la mano de obra, el estudio se llevó a cabo en

una serie de proyectos de construcción. Para las diferentes categorías se proponen y estudian diferentes causas (Martínez; Verbal, Serpell, 1990).

**1. Viajes excesivos: Causas:**

- *Mal diseño de las instalaciones de trabajo.* Esta situación es muy seria cuando la topografía del terreno es complicada o cuando el espacio disponible es pequeño, pues produce dificultades de acceso, fallas en la seguridad o distancias muy largas para el transporte. Todo lo anterior implica viajes excesivos y por lo tanto, tiempo improductivo.
- *Problemas de aprovisionamiento de materiales.* Esto sucede principalmente por tres razones: el funcionamiento del almacén de obra, los medios disponibles para los capataces para transportar los pedidos y la administración de los sistemas de distribución. Todo lo anterior significa que los maestros dedican gran parte de su tiempo a la labor contributiva del transporte y no a lo netamente productivo.
- *Rutas poco claras.* Se persigue enfrentar el problema que significa que el trazado de las rutas en las obras se modifique constantemente producto del avance que esta tiene. Como consecuencia se pierde tiempo buscando la nueva ruta de tránsito, lo que puede solucionarse con una mejor señalización, que cambie junto con el avance.
- *Instrucciones poco claras.* Este problema, presente en todos los niveles de la organización, provoca viajes extras para aclarar las instrucciones. La solución pasa por mejorar el sistema de comunicación, mediante el aseguramiento de que la persona comprendió correctamente la instrucción.

## **2. Esperas y detenciones:** Causas:

- *Programación diaria inexistente.* La carencia de un plan diario de trabajo provoca detenciones debidas a la falta de materiales, al desconocimiento de la labor que debe realizarse, cambios imprevistos en la zona de trabajo, etc.
- *Métodos de trabajo inadecuados.* El procedimiento de trabajo, o una cuadrilla de trabajo desbalanceada provocan una gran cantidad de tiempos muertos. La solución pasa por una planificación adecuada de las operaciones que se desarrollan. Se pone especial énfasis en las operaciones más relevantes, mediante el estudio de rendimientos y muestreo del trabajo que identifiquen a tiempo posibles ineficiencias.
- *Accidentes.* Los accidentes son una fuente importante de demoras.
- *Conflictos laborales.* Un mal manejo de las relaciones laborales provoca paros. Se requiere que los profesionales a cargo de las obras estén capacitados en el manejo de conflictos, negociaciones y legislación laboral. También es importante conocer continuamente el grado de satisfacción que tiene el personal con su trabajo.
- *Chequeo deficiente del trabajo previo.* La correcta ejecución de cada labor, en calidad y plazo, depende estrechamente de la calidad del trabajo previo. Para evitar demoras por reparaciones en las operaciones previas se recomienda usar un sistema de chequeo a la entrega de la actividad previa.
- *Espera de materiales.* El problema puede ser interno o externo. Si es interno, la causa puede estar en un mal sistema de aprovisionamiento. Si es externo, es poco lo que se puede hacer.

- *Traslados a otras áreas de trabajo.* Consiste en que el personal debe trasladarse a otros frentes de trabajo, producto de una mala planificación diaria, falta de ritmicidad en la labor y la no consideración de estos traslados en la planificación.
- *Comienzos tardíos y términos tempranos.* El no cumplimiento de la programación en cuanto a las fechas de inicio y término de las actividades, provoca desajustes que redundan en esperas o detenciones.

### **3. Trabajos inefectivos: Causas:**

- *Trabajo inventado.* Es habitual que se asigne personal a labores innecesarias o que se asigne más personal del necesario. La razón se debe al intento de la administración de mantener ocupada a la mano de obra permanentemente. Lo anterior distorsiona los datos de rendimiento y oculta situaciones que provocan esperas.

### **4. Trabajo rehecho: Causas:**

- *Cambios en los diseños y en los planos.* Se debe establecer un sistema de revisión de planos antes de que se ejecute el proyecto, ya que una vez que esta etapa comienza es poco lo que se puede hacer.
- *Mala calidad del trabajo.* Este punto tiene tres causas principales: carencia de supervisión, malas condiciones de trabajo y fatiga de los trabajadores.

### **5. Trabajo lento: Causas:**

- *Fatiga*. La fatiga física como mental influyen importantemente en el rendimiento de los obreros. La prevención de este problema pasa por evitar al máximo el uso de sobretiempos en la planificación.
- *Hora del día y día de la semana*. Temprano en la mañana, antes y después de almuerzo y al final de la jornada, así como los lunes y viernes, la productividad de la mano de obra se reduce considerablemente. Es necesario evitar programar actividades importantes en esos momentos.
- *Equipos y herramientas obsoletas*. Es necesario incorporar nueva tecnología, con los respectivos gastos en capacitación, como una forma de aumentar el rendimiento de los trabajadores.
- *Motivación*. Para mejorar la motivación del personal se deben tocar puntos como la comunicación, pagos de bonos como incentivo económico y la relación del obrero con su jefe directo.

Las cinco clasificaciones de problemas se efectuaron a partir de la clasificación de Borderchings realizada en 1981. El estudio plantea un modelo cuantitativo que identifica causas de improductividad (perdidas en obra) en proyectos de construcción grandes. (Borderchings, 1981). Las cinco causas son: traslado, Esperas, Trabajo inefectivo, Trabajo rehecho y Trabajo lento

### ***Productividad de los Materiales y Equipos***

Para los equipos y los materiales; los mismos autores del análisis llevado a cabo en mano de obra estudian las causas de los problemas de productividad que se generan, de los cuales se expondrán sólo dos problemas.

### **1. Mala utilización de Recursos.** Causas:

- *Desconocimiento técnico.* La capacitación de trabajadores y capataces es una manera poco costosa de alcanzar beneficios producto de un mejor uso de los materiales, las herramientas y los equipos.
- *Mala planificación del uso de recursos.* La carencia de planes de abastecimiento de corto plazo implica que los materiales lleguen tarde y en cantidad y calidad insuficiente. Es necesario poner especial énfasis en lo oportuno de los pedidos.

### **2. Desconocimiento del uso de Recursos.** Causas:

- *Sistemas inadecuados de control de recursos.* La mayoría de los sistemas de control adecuados para los materiales y el equipo implementados en obra son poco eficientes. La solución pasa por hacer seguimiento a las principales partidas y usar programas computacionales especializados en la administración de materiales.

## **2.3. DEFINICION DE TERMINOS BASICOS**

### **Perdidas.**

Se consideran pérdidas, todo lo que sea distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto (Alarcón 2001).

Se consideran pérdidas aquellas actividades que no agregan valor, pero que consumen tiempo, recursos y espacio, generando costos en el proceso de producción (actividades de flujos) (Botero & Álvarez, 2003).



### **Productividad.**

Productividad es la forma de medir la eficiencia de la producción y se puede definir como la relación entre la producción de un periodo y la cantidad de recursos para alcanzarla (miranda, 2005).

La productividad también se puede definir de manera más simple, como una medición de la eficiencia (buena utilización de los recursos) con que los recursos son administrados para completar un producto específico dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado. Entonces se puede concluir que, la productividad comprende tanto la eficiencia como la efectividad (cumplimiento de las metas deseadas), ya que de nada sirve producir muchos metros cuadrados de muros de albañilería si estos presentan serios problemas de calidad (Serpell, 1997).

### **Proceso.**

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. (Barros 1998)

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).

### **Proceso Constructivo.**

Se define Proceso Constructivo al conjunto de fases, sucesivas o solapadas en el tiempo, necesarias para la materialización de un edificio o de una infraestructura. Si bien el proceso constructivo es singular para cada una de las obras que se pueda concebir, si existen algunos pasos comunes que siempre se deben realizar. (Serpell, 1997).

El proceso constructivo es una serie de procedimientos que se deben seguir al momento de construir una edificación con el objetivo de hacer estos procedimientos de forma eficiente y organizada para ahorrar tiempo, y dinero. (Alarcón, 1997)

### **Actividad.**

Es la serie de acciones relacionadas entre sí para el logro de un objetivo, (de un concepto de construcción). (Alarcón, 1997).

### **Obra.**

En los campos de la arquitectura e ingeniería, la construcción es el arte o técnica de fabricar edificios e infraestructuras. En un sentido más amplio, se denomina construcción a todo aquello que exige, antes de hacerse, disponer de un proyecto y una planificación predeterminada. (Serpell, 1997).

### **Lean Production.**

Esta filosofía intenta minimizar o eliminar todas aquellas fuentes de pérdidas de los procesos productivos (tiempos de espera, procesos innecesarios, recursos en exceso, etc). En "Lean Construction" las actividades de producción son concebidas como flujos de materiales e información hacia el

producto final, los que son controlados con el objetivo de obtener una mínima variabilidad y tiempo de ciclo (Alarcón & Campero, 2003).

### **Trabajo.**

“El trabajo es la expresión final o la demostración de la acción de la administración” (Serpell, 2004).

### **Sistema.**

“El aspecto más importante del concepto de 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).

### **Efectividad.**

Medida en que se hacen las actividades o se alcanzan los objetivos correctamente, es decir, a tiempo, con una calidad adecuada y en la cantidad requerida. (Alarcón, 1997)

### **Eficiencia.**

Medida de la utilización de recursos. Corresponde a la razón entre los recursos programados y los realmente consumidos. (Alarcón, 1997)

### **Calidad.**

Medida de conformidad a las especificaciones. Esta aprobación atañe por un lado al mandante que quiere ver el proyecto terminado y funcionando y por otro, a las etapas productivas y todos los detalles involucrados en estas actividades (Undurraga, 1999).

## **CAPITULO III**

### **PROPUESTA TECNICA DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1. FUNDAMENTACION DE LA PROPUESTA**

La construcción como actividad económica en el Perú ha tenido un progreso sostenido a través del tiempo, en sus orígenes la construcción era bastante rudimentaria, dejando de lado la calidad del producto final y de los materiales utilizados, se puede definir la calidad en la construcción como el conjunto de las propiedades y características de la edificación, que le confieren la aptitud de satisfacer tanto los requerimientos expresamente estipulados en reglamentos, planos y especificaciones técnicas, como también los requerimientos implícitos, propios de las reglas del arte y de las buenas prácticas profesionales, que aseguran, en definitiva una adecuada respuesta a las necesidades habitacionales de los usuarios (Serpell, 2004).

Hasta hace algunas décadas, los niveles de productividad eran aún más bajos que los que se presentan hoy en día, la razón de esto se explica por la alta dependencia a la mano de obra no calificada; sin embargo, en el presente muchos procesos se encuentran automatizados, dejando de lado la dependencia a la habilidad del trabajador, además se tiene una mejor

planificación de las obras, proceso que se ejercía con muy poca frecuencia o en muchas ocasiones, no se llevaba a cabo en el pasado. Alarcón definió la productividad de la siguiente manera (Alarcón, 1997).

Muchos académicos y profesionales describen la industria de la construcción como una de las actividades preponderantes durante nuestra historia y que es considerada la llave para lograr ser un país desarrollado en las próximas décadas, tal como lo describe Serpell: la industria de la construcción ha sido y será el motor que conduce al progreso de nuestra sociedad. La salud, prosperidad y competitividad de cualquier sociedad han estado históricamente ligadas a la construcción (Serpell, 2004).

Dada la incipiente necesidad de mejorar la productividad en la construcción es que las grandes empresas han debido mejorar variados aspectos dentro de su cadena de procesos. Entre las reformas que han llevado a cabo las empresas del rubro de la construcción se puede mencionar: la calidad de las materias primas que utilizan, la calidad del producto final que entregan al cliente, también han tenido que mejorar aspectos legales y reglamentarios que tienen que ver con la seguridad y la dignidad de los trabajadores, capacitaciones y adiestramientos a trabajos con más especialización y por último un aspecto que ha estado en boga en las empresas constructoras; la innovación, tanto en tecnologías, como en procesos, donde se ha notado un alza considerable en la inversión para investigar la productividad de los diversos agentes que participan en los procesos productivos, y así lograr identificar las pérdidas que se generan y poder disminuirlas o eliminarlas por completo.

En el Perú, durante los últimos 5 años, el sector de la construcción ha tomado una dinámica importante, viendo en los años 2010 y 2011 como los mejores años de la última década. Ha tenido repercusiones importantes sobre el sector real y productivo dado los múltiples encadenamientos que genera y desde siempre ha influido positivamente en el mercado laboral puesto que es intensivo en mano de obra lo que se traduce en mejores condiciones y calidad de vida para las familias.

## **3.2. DESARROLLO TECNICO.**

### **3.2.1. TIPOS DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION**

En la construcción, existen diferentes tipos de proyectos cada uno de variadas magnitudes y tiempos de ejecución. Sin embargo, todos los proyectos de construcción comparten la complejidad en la administración en su ejecución por la gran cantidad de implicados en ellos. Básicamente los proyectos se clasifican como:

**Proyectos de edificación:** Proyectos bajo esta categoría son: la construcción de obras horizontales y verticales con fines habitacionales, comerciales, de salud, educacionales, etc.

**Proyectos de obras civiles:** obras tales como acueductos, represas, carreteras, puentes, aeropuertos, túneles, puertos, etc. Estos proyectos se caracterizan por la utilización de maquinaria y equipo pesado puesto que son de envergadura importante.

**Proyectos de construcción de caminos:** son una categoría especial de los proyectos de obras civiles. Básicamente se orientan a proveer un servicio público, son demandados por el Estado y son adjudicados bajo licitaciones públicas.

**Proyectos de construcción industrial:** Los proyectos de construcción industrial tienen un grado alto de obras civiles y de montaje de instalaciones para la producción industrial. Ejemplos de obras de producción industrial son refinerías de petróleo, plantas químicas, instalaciones industriales, etc.

### **3.2.2. SISTEMA PRODUCTIVO EN LA CONSTRUCCION**

La construcción de una obra es básicamente un sistema productivo y por esta razón, debe ser administrado. Para que los recursos sean transformados en los productos de la construcción, que son las obras terminadas, es necesario planear, coordinar, dirigir, organizar y controlar las actividades del proceso de elaboración de una obra. De la misma manera, se han identificado varios niveles del proceso y sistema productivo de la construcción:

- Gerente del proyecto
- Administrador de la obra
- Supervisor de obra
- Residente de obra
- Maestro de obra

A nivel operacional, el énfasis se concentra en los supervisores de obra, residente de obra y maestro de obra quienes pueden llegar a afectar el proceso productivo de manera considerable.

### 3.2.3. 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. (Revista BIT N° 38 2001):

***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.

***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.

***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.

***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 gerente 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.

***No se Capacita al personal:*** 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.

***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 gerente, 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 gerente 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.

***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.

**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.

**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

**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 realiza, 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.

#### **3.2.4. CARACTERISTICAS DE LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCION**

La industria de la construcción tiene características únicas que la diferencian de otras industrias de producción industrial. Esta realidad ha demandado el desarrollo de soluciones particulares a los problemas de las obras de construcción puesto que se diferencian de los de la producción industrial. Es clave tener en cuenta que las diferencias radican a nivel de proyecto y no a nivel de operaciones. Las obras de construcción son proyectos. Los proyectos y las operaciones difieren primordialmente en que las operaciones son continuas y repetitivas, mientras que los proyectos son temporales y únicos.

Una empresa constructora puede tener varios proyectos de construcción de vivienda en diferentes lugares y con variadas duraciones. Por ende, los objetivos de los proyectos y las operaciones son fundamentalmente diferentes. La finalidad de un proyecto es alcanzar su objetivo y luego concluir. Por el contrario, el objetivo de una operación continua es dar respaldo al

negocio. Cuando los objetivos específicos de un proyecto de construcción de un polideportivo son alcanzados, el proyecto concluye. Construir un edificio se constituye en un proyecto porque se lleva a cabo en todos los niveles de la organización e involucran a varios cientos o miles de personas. Un proyecto como este puede durar varios meses, años y pueden incluir una o varias unidades organizativas. Igualmente, se demanda mano de obra durante un periodo determinado de tiempo, al cabo del cual los trabajadores deben pasar a un nuevo proyecto.

Al igual que cualquier proyecto, los de construcción se realizan a través de etapas, partiendo de la identificación de una necesidad que se pretende satisfacer. Es clave y básico conocer e identificar las principales etapas de desarrollo de un proyecto de construcción puesto que ayudan a definir y madurar el producto del proyecto.

Las etapas básicas son:

1. ***Etapas de formulación del proyecto o conceptualización, con base a los requerimientos del usuario.*** En esta etapa participa activamente el patrocinador del proyecto quien es el que define claramente el proyecto y su alcance.
2. ***Etapas de planificación y diseño preliminar.*** Es el estudio de factibilidad del proyecto, se definen las metas del proyecto
3. ***Etapas de diseño detallado del proyecto,*** con la participación de los especialistas.

4. **Etapa de construcción.** Se incluyen la ingeniería del terreno y la planificación y ejecución de la obra de construcción con la aplicación intensiva de la ingeniería civil.

La etapa de construcción es clave puesto que es cuando se planea y ejecuta la obra. Es importante tener en cuenta la correcta organización y el desarrollo óptimo de las actividades para el éxito de la obra. Para iniciar la organización de la obra, es importante plantearse los siguientes objetivos que deben cumplirse:

- **La obra debe realizarse teniendo en cuenta el estudio definitivo (planos y especificaciones).** La obra debe utilizar la información del área de proyectos donde se describen los proyectos arquitectónicos, estructurales, eléctricos, mecánicos, hidráulicos, etc. Es clave la coordinación completa entre los planos y proyectos antes de iniciar la obra. No importa el tiempo gastado en esta etapa comparado con las ventajas que se obtienen en la etapa de ejecución.
- **La obra debe cumplir con los tiempos programados.** Si al realizar la programación donde se identificaron las actividades por hacer, los tiempos de duración y los recursos a utilizar, es necesario que en la obra se cumpla. Si la obra se programó para un año, debe cumplirse en un año y no en dieciocho meses, sin que esto signifique que la programación es una herramienta estática. Es justo que se adapte dependiendo de las circunstancias pero sin modificar los parámetros iniciales.

- ***La organización debe realizarse en orden y con nitidez para evitar los desperdicios.*** La falta de orden en la realización de la obra produce desperdicios; es normal en los proyectos de construcción que después que los pisos están terminados, alguien se acuerde del desagüe o que después de que los muros estén en la última mano de pintura, el electricista proponga colocar la toma. Este tipo de comportamientos generan desperdicios y sobre costos. En las obras el volumen de desperdicios es muchas veces mayor que el volumen de la obra. La industria de la construcción es la única industria que se da el lujo de comprar materiales en buen estado para retirarlos posteriormente como escombros de la obra.
  
- ***En la obra debe haber información disponible sobre el personal.*** El recurso humano es básico para el desarrollo de la obra puesto que sin él no puede realizarse sin importar lo avanzado del sistema. Es necesario el control en los procesos de selección, vinculación al trabajo, cumplimiento, pagos, labores desarrolladas, etc.
  
- ***Información sobre los materiales necesarios para el desarrollo de la obra.*** Antes de la iniciación de la obra, es básico conocer el tipo de material a utilizar, las especificaciones del mismo, las fechas de cotización, las fechas de pedido, las fechas de contratación, los tiempos de fabricación, las fechas de suministros y los consumos respectivos. La experiencia en obra demuestra que un director de obra que logra controlar los suministros, normalmente puede cumplir los programas y plazos propuestos.

- **Información sobre herramientas y equipos.** Las herramientas son parte del patrimonio de la empresa y se requieren para la ejecución de la obra. Los equipos propios son un capital importante que se debe conservar y los alquilados representan costos significativos para las actividades a realizar.
- **Control de costos.** Antes de iniciar la obra, se elabora un presupuesto que se debe controlar en la etapa de ejecución. Es fundamental mantener el control para evitar desfases que amenacen la rentabilidad del proyecto.
- **Control de calidad. Cuando el proyecto se realiza con ciertas especificaciones, esta se deben controlar en la etapa de ejecución.** Es clave que el producto cumpla con los requisitos de calidad ofrecidos a los usuarios. La inversión, por ejemplo en vivienda, se constituye en una decisión muy importante en la vida del usuario y de ahí radica la responsabilidad y obligación social de entregar un producto final de calidad.

##### **5. Etapa de pruebas y ensayos, recepción y uso de la obra.**

Sin embargo, a nivel de operaciones de construcción, las características pueden ser similares a las de la producción industrial:

- Existen procesos de producción en serie. Producción de encofrados, habilitación de aceros, etc.
- Repetitivas en cada proyecto
- Periodos cortos de producción



Es imperativo que en ambos haya una administración eficiente del proceso productivo. Sin embargo, es clave tener en cuenta que en la construcción el proceso es más dinámico y sujeto a una gran cantidad de eventos inciertos como las condiciones del suelo o terreno, las condiciones climáticas, el rendimiento de la mano de obra, cuyo comportamiento no siempre es el mismo, etc.

### **3.2.5. EL RECURSO HUMANO EN OBRAS DE CONSTRUCCION**

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.

#### **3.2.5.1. CAPACITACIÓN**

Se puede definir la capacitación como lo hace Serpell (1997) “los procedimientos sistemáticos orientados a entregar conocimientos, habilidades y a desarrollar aptitudes para el desempeño eficiente de la labor que realizan los seres humanos”.

**Objetivos de la Capacitación.** La capacitación presenta seis principales objetivos (Serpell, 2002):

1. Preparar el personal para la ejecución inmediata de las diversas tareas peculiares de la organización.
2. Proporcionar oportunidades para el continuo desarrollo personal en sus actividades actuales como en otras funciones para las cuales la persona puede ser considerada.
3. 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.
4. Proveer la solución a posibles problemas futuros, derivados por cambios de equipos, nuevos productos, etc.
5. Aumentar conocimientos técnicos y generales de los trabajadores para su participación en la gestión de la empresa.
6. Proporcionar los medios para el desarrollo integral de los trabajadores.

### **3.3. VIABILIDAD DEL ESTUDIO.**

#### **3.3.1. VIABILIDAD TECNICA**

El presente trabajo muestra el análisis del nivel de actividad en obra, dando paso a verificar si las actividades realizadas en obra benefician el desarrollo de la misma, y a la vez determinar los puntos de fuga de productividad. 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.

### **3.3.2. VIABILIDAD ECONOMICA**

Dada la importancia de la actividad constructora en el ámbito económico es notable la necesidad del continuo mejoramiento de la productividad y la minimización de las pérdidas en obras, razón por la cual la misma ha sido objeto de estudio por las empresas constructoras, especialmente en la actualidad donde la competencia del mercado obliga a que los niveles de productividad sean más altos, sin embargo en el medio en el que se despliega la industria de la construcción, se mantienen costumbres y métodos que lamentablemente no han cambiado, aunque en el ámbito internacional da muestras de que es necesario mejorar la eficiencia en la productividad.

### **3.3.3. VIABILIDAD SOCIAL**

Es importante que la sociedad conozca sobre las pérdidas en las obras durante el proceso constructivo, de tal manera se pueda entender en toda su magnitud y así poder tomar medidas correctivas que minimicen las pérdidas y poder aumentar la productividad en las obras de construcción, es necesario mejorar los procesos de productividad para generar mejores ganancias, y en general la optimización de los recursos utilizados en construcción disminuyendo pérdidas en su producción.

### **3.4. PLANTEAMIENTO DE SOLUCIONES**

- Por condiciones ajenas o por voluntad del equipo de trabajo los retrasos siempre están en una obra civil, los factores críticos y comunes son: escases de mano de obra, retraso en el abastecimiento de materiales, entre otros, por lo que se debe prever estos aspectos antes de iniciar con la construcción de una obra.
- Lo primero que se debe realizar para un proyecto de construcción es la programación con sus tiempos en cuanto a procesos y actividades correspondientes, para un adecuado seguimiento se debe realizar, permanentemente mientras avanza la obra, una reprogramación, de tal forma que no se presente diferencias con lo inicialmente establecido.
- Se debe implementar una plataforma informática donde se pueda controlar toda la gestión de la obra, entre ellas labores administrativos diarios y mensuales. Lo anterior con el fin de obtener una mejor productividad y ejecución.
- Realizar controles por parte del supervisor y residente de obra, sobre actividades presupuestadas y actividades ejecutadas, para de esta forma tener un control del avance de obra.
- Implementar motivaciones o bonificaciones el buen desempeño del trabajador, donde se premie por la optimización de los procesos, de esta forma se generaría competitividad y desarrollo. Lo anterior disminuiría los tiempos no contributivos.

- Cuestionar los métodos constructivos tradicionales, implementando sistemas que puedan generar procesos más prácticos, menos costos y eficiencia en mano de obra. entre ello se puede incluirse la búsqueda de herramientas más útiles y prácticas que reduzcan el tiempo no productivo.
- Desde el comienzo organizar las rutas libres a través de la señalización para el paso del material de esta forma evitar excesos bloqueados o de congestión, anticipando los materiales que se van a utilizar y tiempos de realimentación e instrumentación. esto tiene que ver mucho con la logística de la obra y el ingeniero residente.
- La organización de las actividades en muchos casos es manejada por los maestros, y esto implica en ocasiones mal manejo de los tiempos y tareas. Este problema radica en la falta de mano de obra capacitada, una mala planeación del método de trabajo y demoras en la toma de decisiones por parte del residente de obra, por eso es importante capacitar a todo el personal antes de dar inicio de la obra.
- 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.
- Para que una actividad pueda ser ejecutada sin presentar inconvenientes durante su desarrollo, es necesario analizarla completamente, antes de darle inicio, evitando adiciones futuras.

- Debido a la cultura tradicional se suele contratar mano de obra no capacitada, con algún tipo de conocimiento empírica, alimentando así la ineficiencia en algunos procesos. A esto se suma el comportamiento que se genera por la creencia que la capacitación del personal solo traería aumento en los costos. Pero esto no es cierto si se implementa la capacitación y la inversión en el personal, se obtendrá una mejora de los procesos y tiempos de ejecución de obra.

## **CAPITULO IV**

### **PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1. PRESENTACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES**

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 (1997) es necesario conducir un número mayor a 300 mediciones para que estas sean estadísticamente válidas. Las mediciones se realizaron en forma paralela en las 03 obras se tomaron las siguientes cantidades de mediciones: obra I 26 días 310 mediciones, obra II 24 días 332 mediciones, obra III 27 días 309 mediciones.

El procedimiento de medición comprendió recorrer el total de la obra o visualizarla desde un punto estático (observación estructurada). De esta forma, cada vez que se encontró o se visualizó un obrero (trabajador), se anotó en los formatos (fichas) si es que está realizando algún TP, TC o TNC, y dentro de

estas dos últimas categorías, se ha especificado la clasificación del mismo de acuerdo con las actividades que se han considerado.

Ha sido necesario especificar en forma clara y precisa 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 NO CONTRIBUTORIO

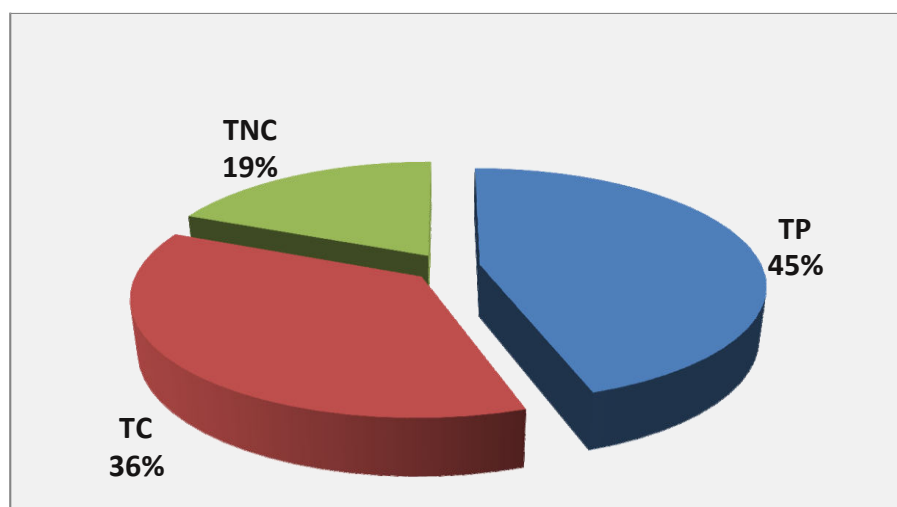
- **Esperas (E):** Se generan esperas, cuando los obreros se encuentran en excavaciones, lugares de altura o a una distancia considerable de los materiales para continuar con sus labores, inclusive cuando reciben instrucciones.
- **Descansos (D):** Detenciones a causa de agotamiento físico o para recibir 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 las construcciones (Obras) y de esta forma se ha determinado las actividades que presentan una mayor fuente de pérdida en cada proyecto por tener mayor frecuencia.

#### **4.1.1. OBRA I.**

En el gráfico IV.1 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 de infraestructura. Al realizar la comparación con los valores óptimos propuestos por Chile para TP (60%) es posible determinar e indicar que dentro del proyecto se dedica un porcentaje mayor de tiempo a los trabajo contributorios.

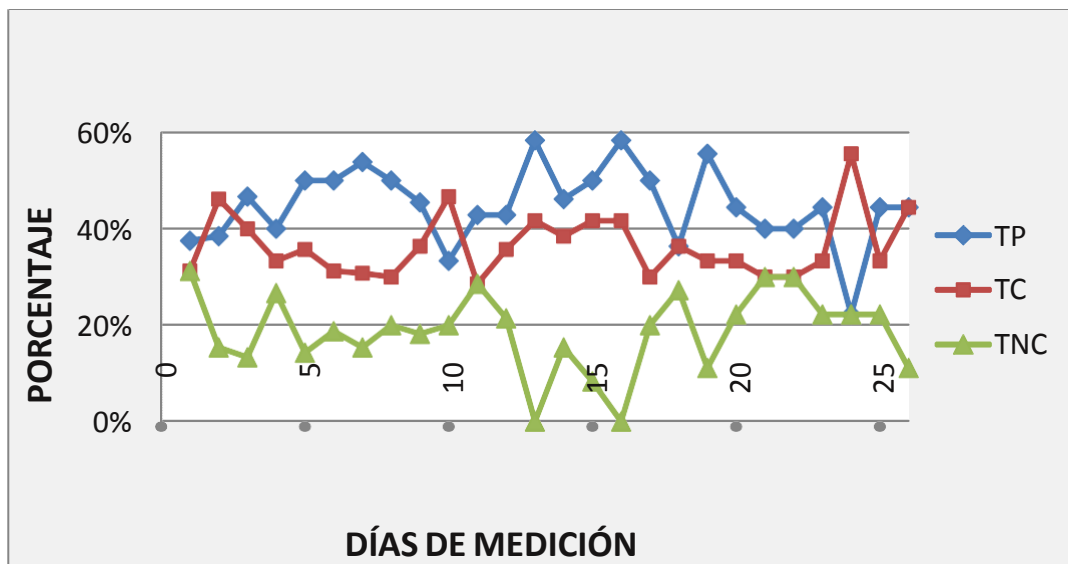
Grafico IV.1.  
Distribución de trabajo en obra I



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico IV.2 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 contributivo. 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 2) se presentan igual número de mediciones en trabajo productivo y no contributivo, por lo cual los valores son similares, representando un punto de baja productividad.

Grafico IV.2.  
Variación de niveles de actividad en obra I



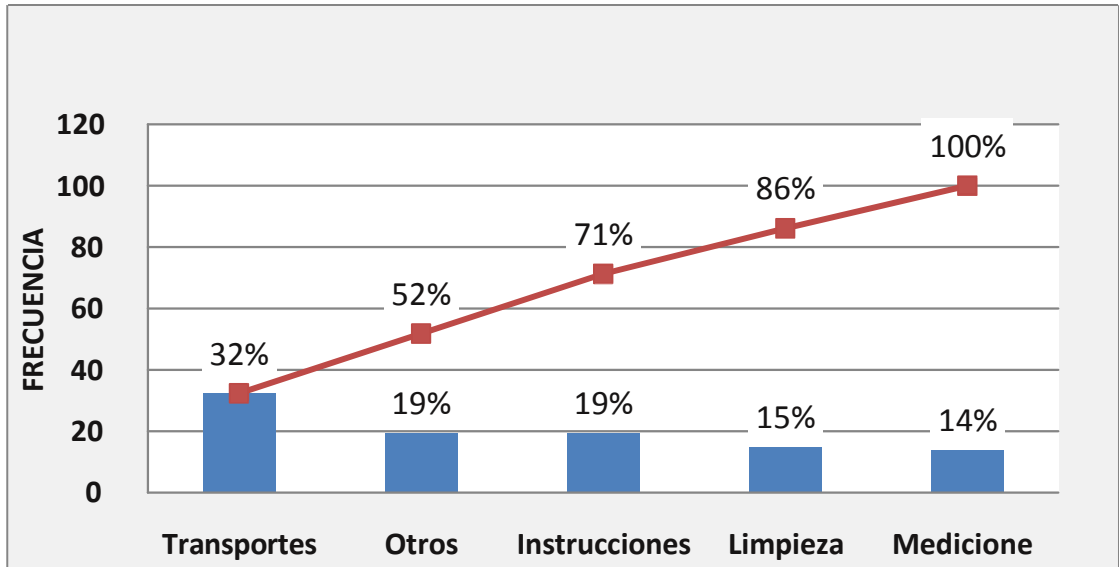
Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en los promedios calculados para la ciudad de Juliaca, se obtuvieron los porcentajes parciales para cada una de las obras. En el gráfico IV.3. 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, seguido por otros con 19%.

Los valores representativos de TNC se encuentran en el gráfico IV.4., en la cual se puede observar que la actividad que tienes una mayor frecuencia se encuentra en Esperas (45%), seguido por tiempo ocioso con 22%.

Grafico IV.3.

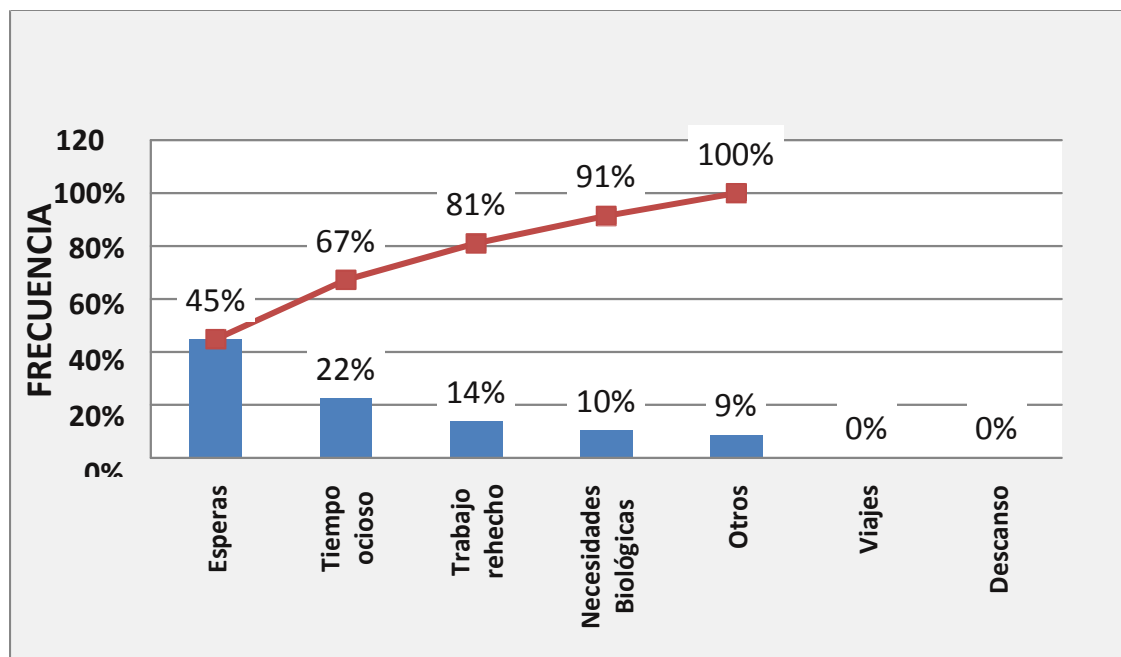
Distribución de trabajo contributorio en la obra I



Fuente: Elaboración propia

Grafico IV.4.

Distribución de trabajo no contributorio en la obra I

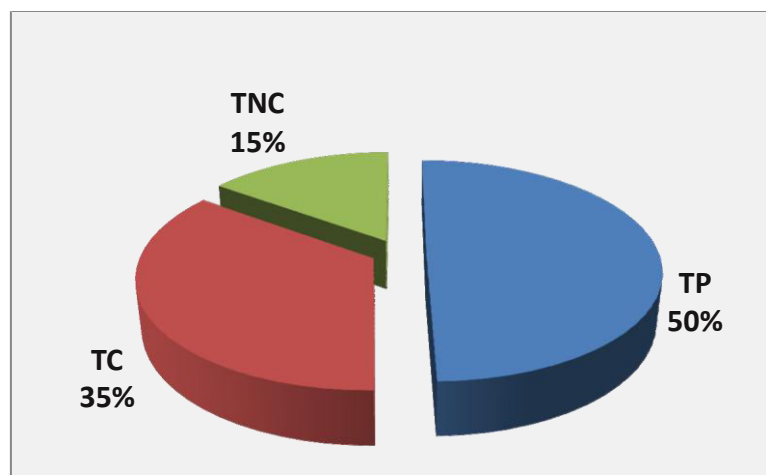


Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2. OBRA II

En el grafico IV.5 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 y determinar que la mitad de las actividades no son productivas.

Grafico IV.5.  
Distribución de trabajo en obra II

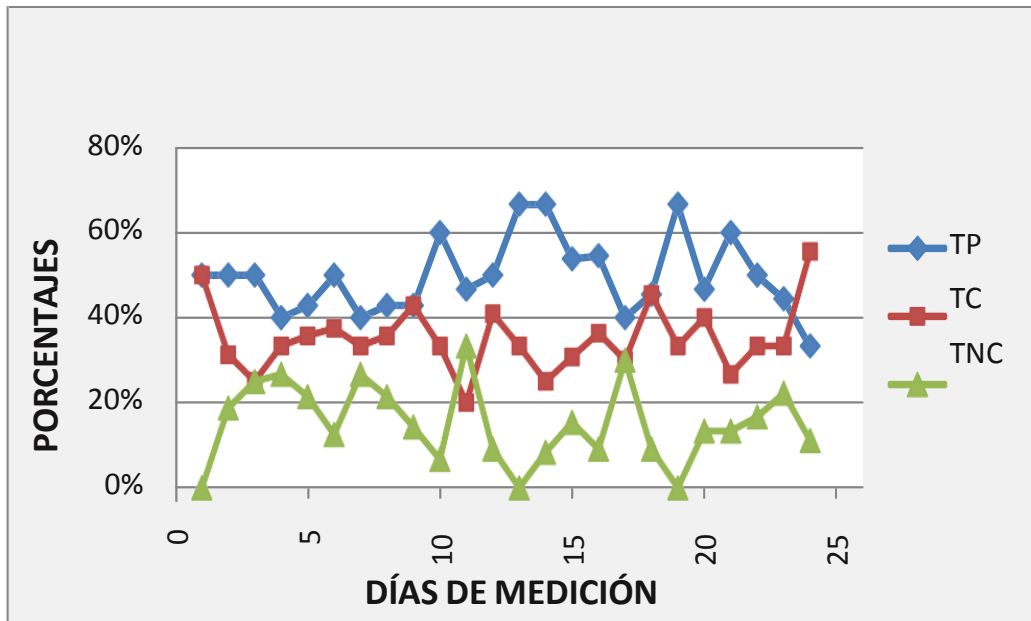


Fuente: Elaboración propia

En el grafico IV.6 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, donde el trabajo productivo es menor al trabajo contributorio.

Grafico IV.6.

Variación de niveles de actividad en la obra II



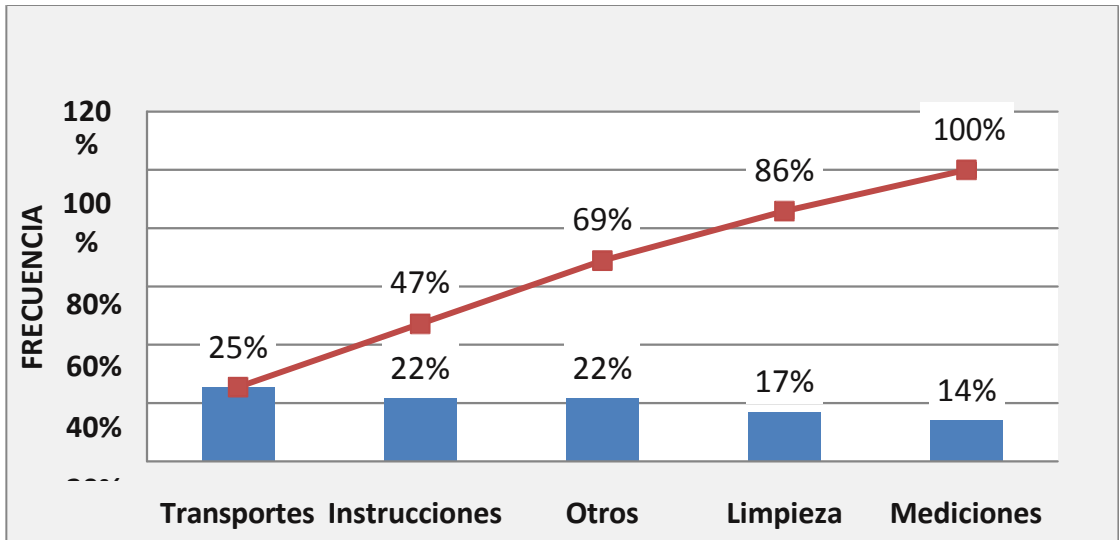
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico IV.7. 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, seguido de instrucciones que representa el 22%. Otros con 22%, limpieza y mediciones con 17% y 14% respectivamente.

Los valores representativos de TNC (trabajo no contributivo) se encuentran en el gráfico IV. 8, en la cual se puede observar que la actividad que tienes una mayor frecuencia se encuentra en Esperas (32%), seguido por tiempo ocioso que representa el 18% del tiempo dedicado a actividades de construcción.

Grafico IV.7.

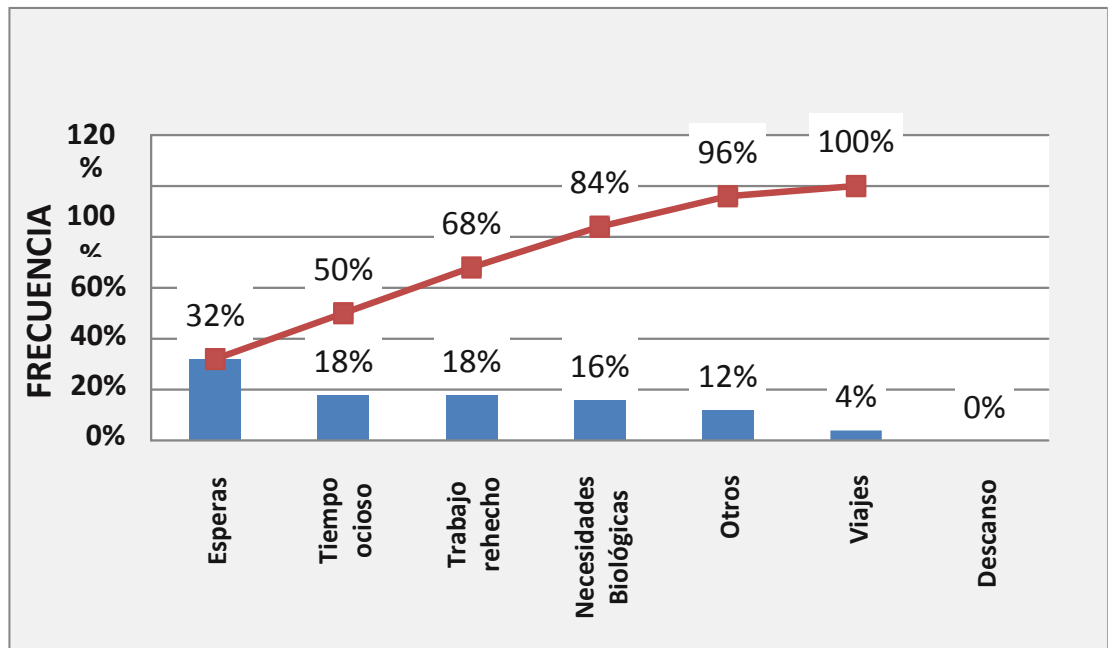
Distribución de trabajo contributivo en la obra II



Fuente: Elaboración propia

Grafico IV.8.

Distribución de trabajo no contributivo en la obra II

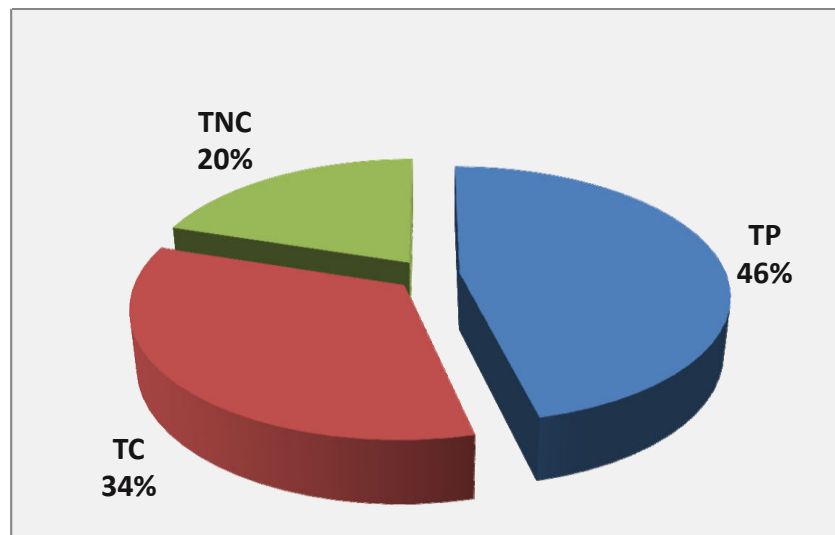


Fuente: Elaboración propia

### 4.1.3. 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 el gráfico IV. 9.

Grafico IV.9.  
Distribución de trabajo en obra III



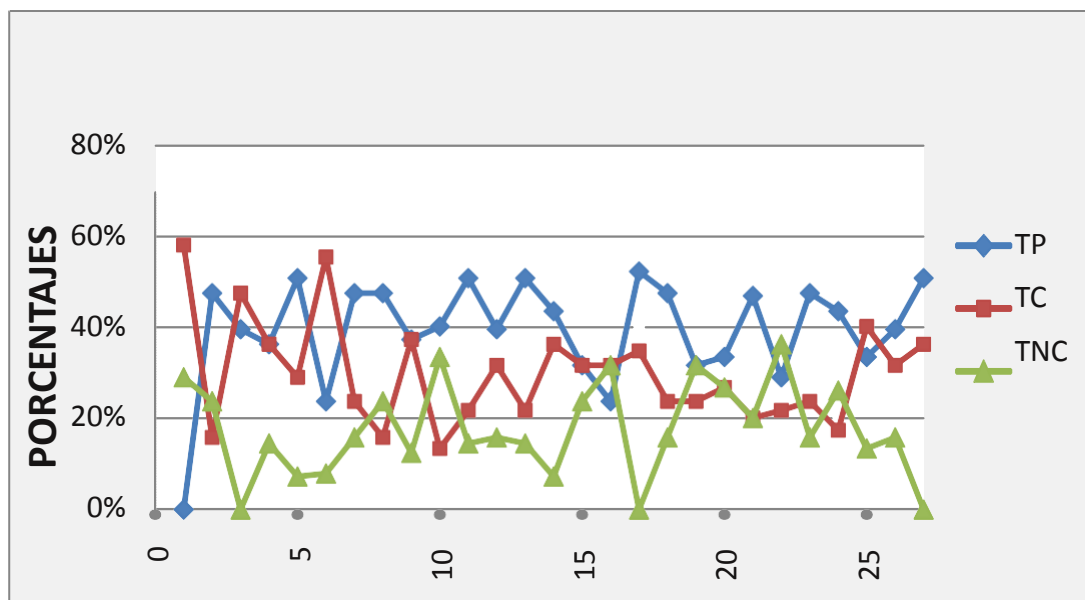
Fuente: Elaboración propia

Este proyecto de construcción ha presentado más variabilidad dentro de los 3 proyectos seleccionados. En el gráfico IV.10. 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.



Grafico IV.10.

Variación de niveles de actividad en la obra III



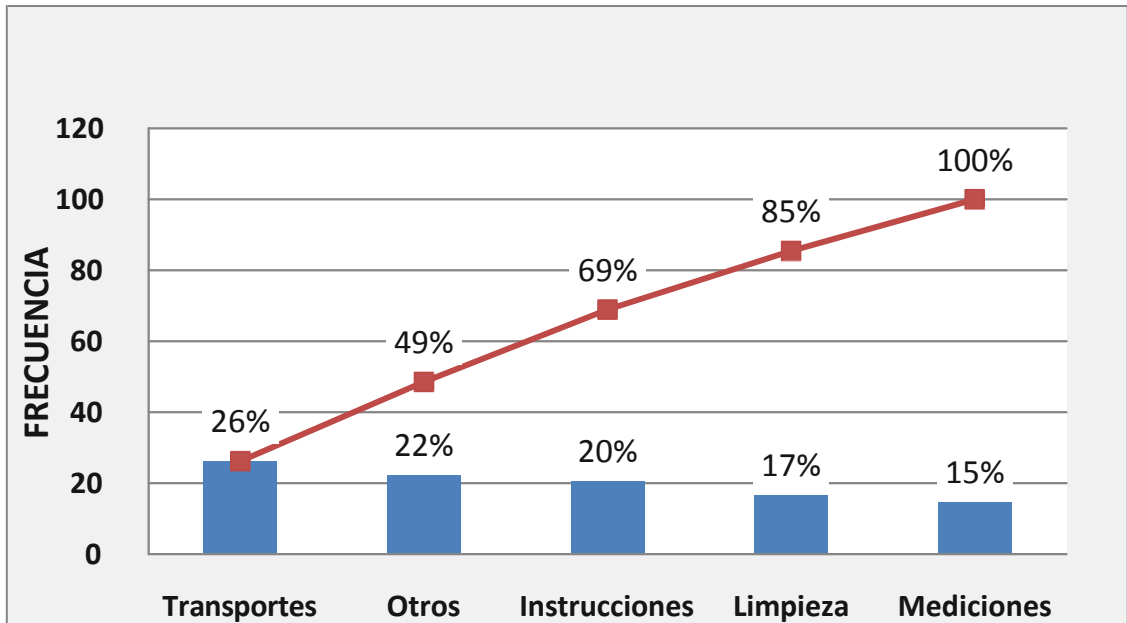
Fuente: Elaboración propia

En el grafico IV.11 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.

Los valores representativos de TNC se encuentran en el grafico IV.12, en la cual se puede observar que la actividad que tienes una mayor frecuencia se encuentra en Esperas (31%), seguido por tiempo ocioso que representa el 21% del tiempo.

Grafico IV.11.

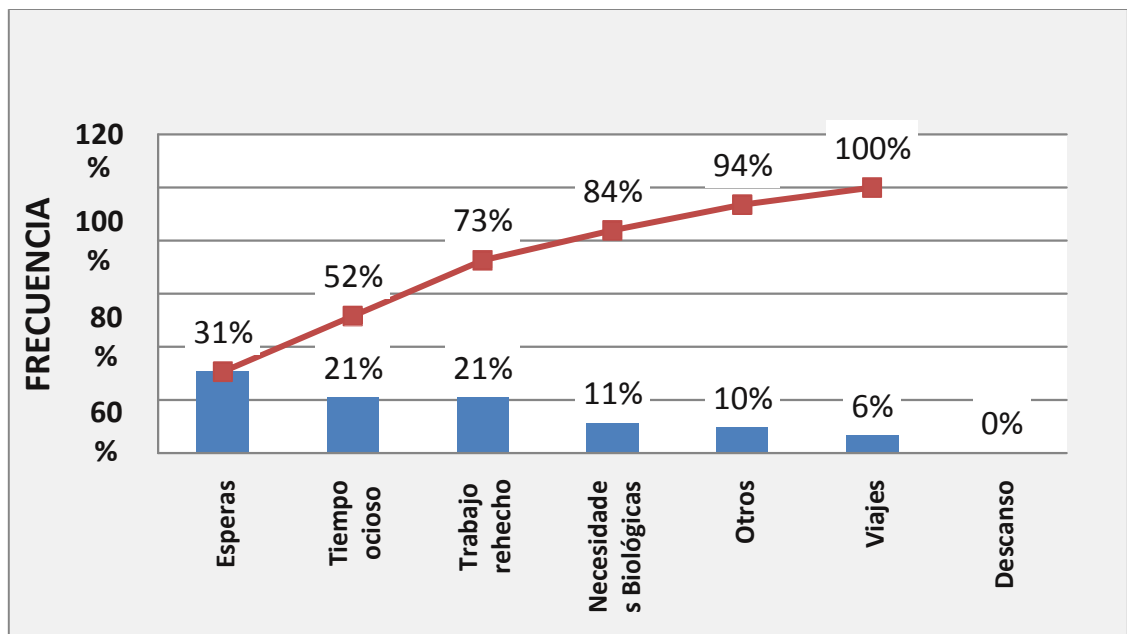
Distribución de trabajo contributorio en la obra III



Fuente: Elaboración propia

Grafico IV.12.

Distribución de trabajo no contributorio en la obra III



Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.4. PROMEDIO GENERAL DE LAS OBRAS

Considerando el Sistema de Medición de Niveles de Actividad en tres obras representativas de la ciudad Juliaca, la primera una edificación d 03 niveles que tiene como función aulas pedagógicas, la segunda una edificación de 03 niveles que tiene como usos aulas pedagógicas, la tercera una edificación que tiene como uso la actividad deportiva. Los resultados obtenidos en cada una de las obras fueron promediados para obtener el porcentaje de productividad en la ciudad de Juliaca.

Como se puede observar en la tabla IV.1, las tres construcciones (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.

Tabla IV.1.

Promedio de los resultados en obras de la ciudad de Juliaca

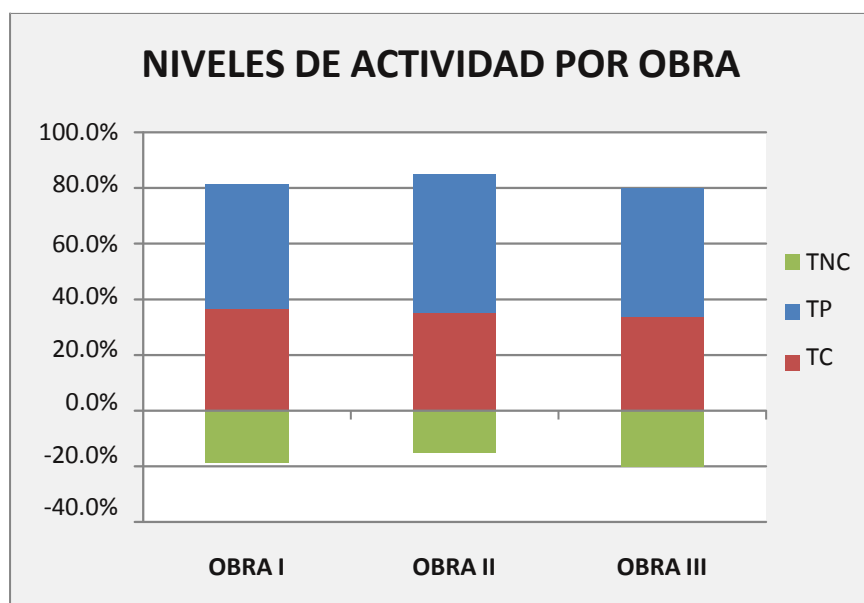
	Productivo	Contributorio	No Contributorio
OBRA I	44.8%	36.5%	18.7%
OBRA II	49.7%	35.2%	15.1%
OBRA III	46.3%	33.7%	20.1%

Fuente: Elaboración propia

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 IV.13 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.

Grafico IV.13.  
Niveles de actividad por obra

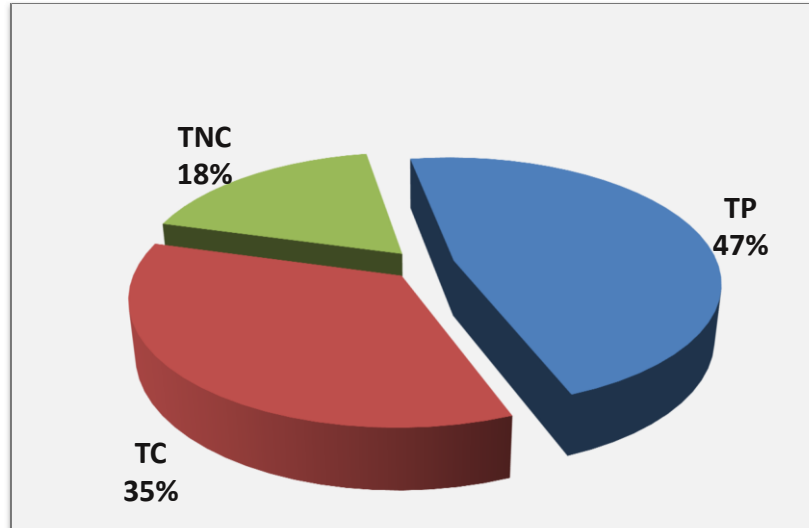


Fuente: Elaboración propia

En el grafico IV. 14 se observan los promedios de niveles de actividad de la ciudad de Juliaca, 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.

Grafico IV.14.

Promedio de Niveles de actividad ciudad de Juliaca

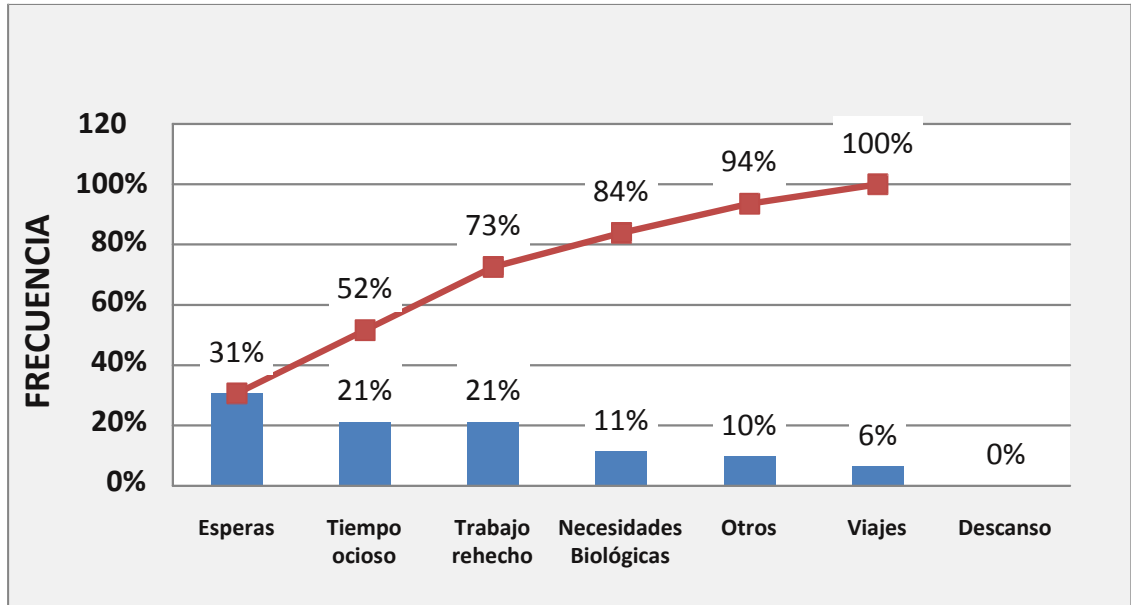


Fuente: Elaboración propia

En el grafico IV.15., la frecuencia de *Esperas es* (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 en obra , en el gráfico IV.16. se puede apreciar, que se tiene un 28% del tiempo dedicado a la actividad de transportes, seguidamente se puede observar que otros representa el 21% se puede indicar que los trabajadores se dedican un buen porcentaje de tiempo a las labores de apoyo necesarias para que se ejecuten los trabajos productivos. Sin embargo, se puede deducir que, un exceso de actividades de apoyo implica necesariamente una pérdida en la construcción, por lo que sus índices deben controlarse.

Grafico IV.15.

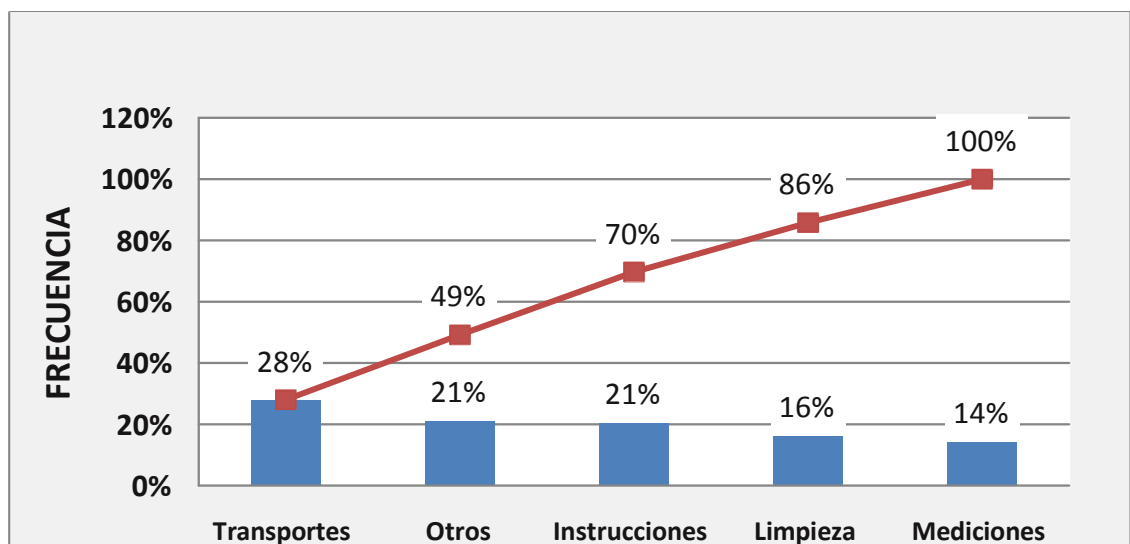
Promedio de distribución de trabajo no contributivo



Fuente: Elaboración propia

Grafico IV.16.

Promedio de distribución de trabajo contributivo



Fuente: Elaboración propia

## 4.2 CONTRASTACIÓN DE LA HIPOTESIS

La contrastación de la hipótesis se presenta en tablas y gráficos estadísticos, referente la análisis de fuentes de pérdida durante el proceso constructivo, con el empleo del sistema de información de niveles de actividad, en obras de construcción - Juliaca -2015, cuyo procesamiento de datos se ha hecho haciendo uso del paquete estadístico del SPSS y Microsoft Excel.

### 4.2.1. Prueba de hipótesis general

**Hipótesis nula (Ho):** Las fuentes de pérdida durante el proceso constructivo aumenta significativamente con el empleo del sistema de información de niveles de actividad, en obras de construcción - Juliaca -2015.

**Hipótesis alterna (Ha):** Las fuentes de pérdida durante el proceso constructivo disminuye significativamente con el empleo del sistema de información de niveles de actividad, en obras de construcción - Juliaca -2015

#### 1. Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

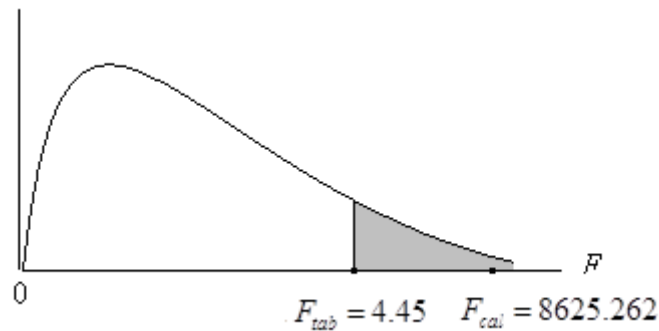
#### 2. Estadístico de Prueba

$F = \frac{CMR}{CME}$  Que se distribuye según con un grados de libertad en el numerador y n-2 grados de libertad en el denominador

#### 3. Región Crítica

Para  $\alpha = 0.05$ , en la tabla F se encuentra el valor crítico de la prueba:

$$F_{0.95,1,24} = 4.45$$



#### 4. Cálculos

Tabla IV. 2.  
Nivel de significancia hipótesis general

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	408,402	1	408,402	8625,262	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	1,136	24	,047		
	Total	409,538	25			

a. Variable dependiente: Fuentes de Perdida

b. Predictores: (Constante), Sistema de información de niveles de actividad

El Anova nos muestra una Sig. de 0.000, resultado que indica que para nuestra investigación el modelo de regresión lineal simple elegido para análisis de fuentes de pérdida durante el proceso constructivo, con el empleo del sistema de información de niveles de actividad, es válido con un nivel de significancia al 5% de margen de error y un 95 % de confiabilidad.

Tabla IV. 3.  
Coeficientes hipótesis general

**Coeficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	50,241	,247		203,804	,000
	Sistema de información de niveles de actividad	-,504	,005	-,999	-92,872	,000

a. Variable dependiente: Fuentes de Perdida



**Dónde:**

La variable dependiente es: Fuentes de Perdida

La variable independiente es: Sistema de información de niveles de actividad.

Los resultados obtenidos son:

$$\beta_0 = \text{Constante} = 50.241$$

$$\beta_1 = \text{SistemaInformacionNivelesActividad} = -0.504$$

Por lo tanto el modelo de regresión lineal simple es el siguiente:

$$\hat{Y} = 50.241 - 0.504X_1 + \varepsilon_i$$

Respecto a la prueba t de Student se ha obtenido los siguientes resultados:

$$\text{Constante} = 203.804$$

$$\text{Sistema de información de niveles de actividad} = -92.872$$

El resultado obtenido mediante la prueba t de Student nos indica que los coeficientes calculados para la constante y Sistema de información de niveles de actividad son estadísticamente iguales a cero, lo que significa que el modelo es utilizable para las variables.

En cuanto a la Hipótesis alterna, el análisis de regresión lineal simple nos permite señalar que existe influencia significativa del Sistema de información de niveles de actividad ( $X_1$ ), en las fuentes de perdida( $Y$ ), de acuerdo al resultado obtenido encontramos un P valor de 0.000, lo cual determina que el coeficiente de regresión lineal simple es significativo al 0.05, esto significa que  $P = 0.000$  entonces  $P = 0.000 < 0.05$  por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

**Decisión.-** A un nivel de significación del 5%  $F_{cal} = 8625.262$  cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna

y concluimos que las fuentes de pérdida durante el proceso constructivo disminuye significativamente con el empleo del sistema de información de niveles de actividad, en obras de construcción - Juliaca -2015

#### 4.2.2. Prueba de hipótesis específicas

##### Hipótesis específica uno

###### 1. Hipótesis

$H_0$ : El trabajo productivo de fuente de pérdida no mejora directamente durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción..

$H_1$ : El trabajo productivo de fuente de pérdida mejora directamente durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.

###### 2. Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

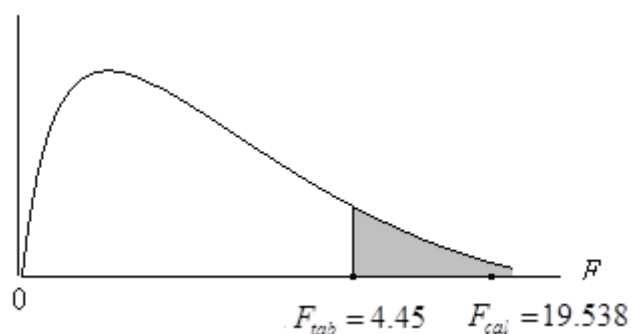
###### 3. Estadístico de Prueba

$F = \frac{CMR}{CME}$  Que se distribuye según con 1 grado de libertad en el numerador y n-2 grados de libertad en el denominador

###### 4. Región Crítica

Para  $\alpha = 0.05$ , en la tabla F se encuentra el valor crítico de la prueba:

$$F_{0.95,1,24} = 4.45$$



## 5. Cálculos

Tabla IV. 4.  
Nivel de significancia hipótesis específico uno

### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	183,784	1	183,784	19,538	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	225,754	24	9,406		
	Total	409,538	25			

a. Variable dependiente: Fuentes de Perdida

b. Predictores: (Constante), Trabajo Productivo

El Anova nos muestra una Sig. de 0.000, resultado que indica que para nuestra investigación el modelo de regresión lineal simple elegido para el trabajo productivo no es válido con un nivel de significancia al 5%. De margen de error y un 95 % de confiabilidad.

Tabla IV. 5.  
Coeficientes hipótesis específico uno

### Coeficientes<sup>a</sup>

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	42,036	3,300		12,737	,000
	Trabajo Productivo	-,304	,069	-,670	-4,420	,000

a. Variable dependiente: Fuentes de Perdida

### Donde:

La variable dependiente es: Fuentes de perdida

La variable independiente es: Trabajo productivo

Los resultados obtenidos son:

$$\beta_0 = \text{Constante} = 42.036$$

$$\beta_1 = \text{Trabajo Productivo} = -0.304$$

Por lo tanto el modelo de regresión lineal simple es el siguiente:

$$\hat{Y} = 42.036 - 0.304X_1 + \varepsilon_i$$

Respecto a la prueba t de Student se ha obtenido los siguientes resultados:

Constante = 12.737  
 Trabajo Productivo = -4.420

El resultado obtenido mediante la prueba t de Student nos indica que los coeficientes calculados para la constante y el trabajo productivo son estadísticamente iguales a cero, lo que significa que el modelo no es utilizable. En cuanto a la Hipótesis alterna, el análisis de regresión lineal simple nos permite señalar que no existe mejora significativa del trabajo productivo(X1), en las fuentes de perdida (Y) de acuerdo al resultado obtenido encontramos un P valor de 0.000, lo cual determina que el coeficiente de regresión simple no es significativo al 0.05, esto significa que  $P=0.000$  entonces  $P=0.000 < 0.05$  por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

Tabla IV. 6.  
 Resumen de modelo hipótesis específico uno

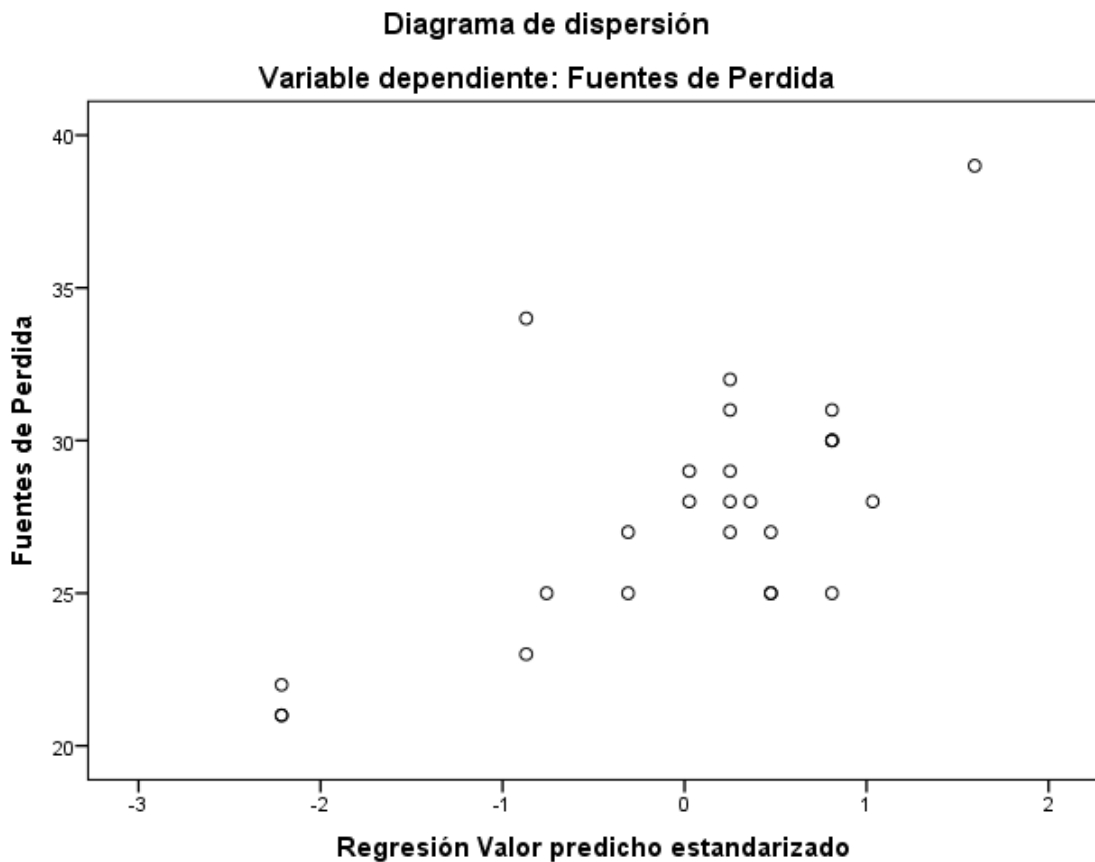
**Resumen del modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,670 <sup>a</sup>	,449	,426	3,067

a. Predictores: (Constante), Trabajo Productivo

b. Variable dependiente: Fuentes de Perdida

Grafico IV.17.



Cabe indicar que el índice de eficiencia del modelo aplicado resulta aceptable, puesto que se ha obtenido un  $R^2$  (R cuadrado) de 0.449. Así mismo  $R^2$  no nos permite realizar una explicación y predicción de las variables involucradas en nuestra investigación. Por consiguiente  $R^2$  nos indica que la variable independiente (trabajo productivo) explica el comportamiento de la variable dependiente (fuentes de perdida) en un 44.9%,

**6. Decisión.-** A un nivel de significación del 5%  $F_{cal} = 19.538$  cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y concluimos que el trabajo productivo de fuente de perdida mejora significativamente y directamente durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.

## Prueba de hipótesis específica dos

### 1. Hipótesis

$H_0$ : El trabajo contributivo de fuente de pérdida no mejora significativamente durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.

$H_1$ : El trabajo contributivo de fuente de pérdida mejora significativamente durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.

### 2. Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

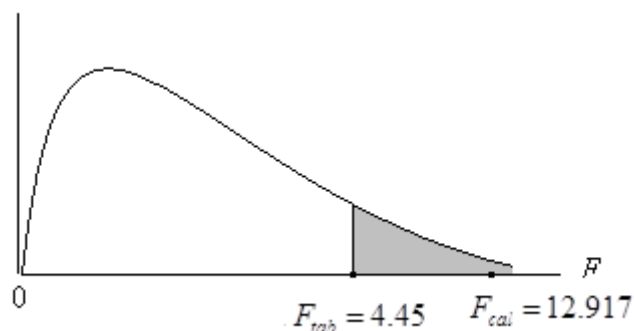
### 3. Estadístico de Prueba

$F = \frac{CMR}{CME}$  Que se distribuye según con 1 grado de libertad en el numerador y n-2 grados de libertad en el denominador

### 4. Región Crítica

Para  $\alpha = 0.05$ , en la tabla F se encuentra el valor crítico de la prueba:

$$F_{0.95,1,24} = 4.45$$



## 5. Cálculos

Tabla IV. 7.  
Nivel de significancia hipótesis específico dos

**ANOVA<sup>a</sup>**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	143,293	1	143,293	12,917	,001 <sup>b</sup>
	Residuo	266,245	24	11,094		
	Total	409,538	25			

a. Variable dependiente: Fuentes de Perdida

b. Predictores: (Constante), Trabajo contributorio

El Anova nos muestra una Sig. de 0.000, resultado que indica que para nuestra investigación el modelo de regresión lineal simple elegido para el trabajo contributorio no es válido con un nivel de significancia al 5%. De margen de error y un 95 % de confiabilidad.

Tabla IV. 8.  
Coeficientes hipótesis específico dos

**Coeficientes<sup>a</sup>**

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	14,653	3,686		3,975	,001
	Trabajo contributorio	,358	,100	,592	3,594	,001

a. Variable dependiente: Fuentes de Perdida

### Donde:

La variable dependiente es: Fuentes de Perdida

La variable independiente es: Trabajo contributorio

Los resultados obtenidos son:

$$\beta_0 = \text{Constante} = 14.653$$

$$\beta_1 = \text{trabajoContributorio} = 0.358$$

Por lo tanto el modelo de regresión lineal simple es el siguiente:

$$\hat{Y} = 14.653 + 0.358X_1 + \varepsilon_i$$

Respecto a la prueba t de Student se ha obtenido los siguientes resultados:

Constante	= 3.975
Trabajo Contributorio	= 3.594

El resultado obtenido mediante la prueba t de Student nos indica que los coeficientes calculados para la constante es estadísticamente diferentes de cero, en cambio para el trabajo contributorio. es igual a cero lo que significa que el modelo no es utilizable

En cuanto a la Hipótesis alterna, el análisis de regresión lineal simple nos permite señalar que no existe mejora significativa del trabajo contributorio (X1), en las fuentes de perdida(Y), de acuerdo al resultado obtenido encontramos un P valor de 0.000, lo cual determina que el coeficiente de regresión simple no es significativo al 0.05, esto significa que  $P = 0.000$  entonces  $P = 0.000 < 0.05$  por lo tanto se rechaza la hipótesis nula.

Tabla IV. 9.  
Resumen del modelo específico dos

**Resumen del modelo<sup>b</sup>**

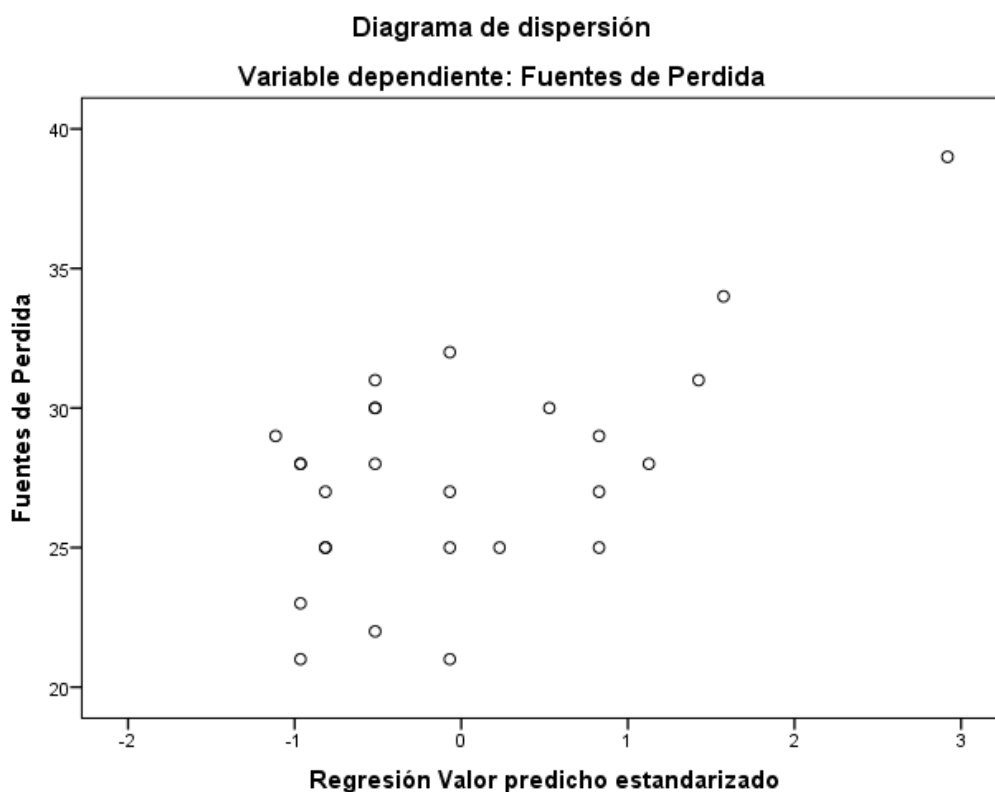
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,592 <sup>a</sup>	,350	,323	3,331

a. Predictores: (Constante), Trabajo contributorio

b. Variable dependiente: Fuentes de Perdida



Grafico IV.18.



Cabe indicar que el índice de eficiencia del modelo aplicado resulta no aceptable, puesto que se ha obtenido un  $R^2$  (R cuadrado) de 0.350. Así mismo  $R^2$  no nos permite realizar una explicación y predicción de las variables involucradas en nuestra investigación. Por consiguiente  $R^2$  nos indica que la variable independiente (trabajo contributivo) explica el comportamiento de la variable dependiente (fuentes de perdida) en un 35%.

- 6. Decisión.-** A un nivel de significación del 5%  $F_{cal} = 12.917$  cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que el trabajo contributivo de fuente de pérdida mejora significativamente durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.

## Prueba de hipótesis específica tres

### 1. Hipótesis

$H_0$ : El trabajo no contributivo de fuente de pérdida no mejora significativamente durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.

$H_1$ : El trabajo no contributivo de fuente de pérdida mejora significativamente durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.

### 2. Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

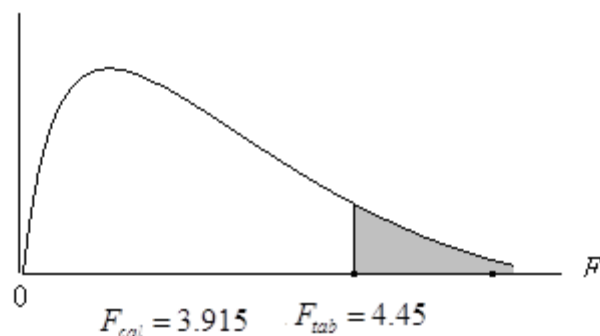
### 3. Estadístico de Prueba

$F = \frac{CMR}{CME}$  Que se distribuye según con 1 grado de libertad en el numerador y n-2 grados de libertad en el denominador

### 4. Región Crítica

Para  $\alpha = 0.05$ , en la tabla F se encuentra el valor crítico de la prueba:

$$F_{0.95,1,24} = 4.45$$



## 5. Cálculos

Tabla IV. 10.  
Nivel de significancia hipótesis específico tres

### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	174,802	1	174,802	17,872	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	234,736	24	9,781		
	Total	409,538	25			

a. Variable dependiente: Fuentes de Perdida

b. Predictores: (Constante), Trabajo no contributorio

El Anova nos muestra una Sig. de 0.000, resultado que indica que para nuestra investigación el modelo de regresión lineal simple elegido para el trabajo no contributorio es válido con un nivel de significancia al 5%. De margen de error y un 95 % de confiabilidad.

Tabla IV. 11.  
Coeficientes hipótesis específico tres

### Coeficientes<sup>a</sup>

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	21,804	1,522		14,326	,000
	Trabajo no contributorio	,318	,075	,653	4,228	,000

a. Variable dependiente: Fuentes de Perdida

### Donde:

La variable dependiente es: Fuentes de Perdida

La variable independiente es: Trabajo no contributorio

Los resultados obtenidos son:

$$\beta_0 = \text{Constante} = 21.804$$

$$\beta_1 = \text{trabajoContributorio} = 0.318$$

Por lo tanto el modelo de regresión lineal simple es el siguiente:

$$\hat{Y} = 21.804 + 0.318X_1 + \varepsilon_i$$

Respecto a la prueba t de Student se ha obtenido los siguientes

resultados:

Constante = 14.326  
Trabajo no Contributorio = 4.228

El resultado obtenido mediante la prueba t de Student nos indica que los coeficientes calculados para la constante y el trabajo no contributorio es estadísticamente diferentes de cero, lo que significa que el modelo es utilizable. En cuanto a la Hipótesis alterna, el análisis de regresión lineal simple nos permite señalar que existe mejora significativa del trabajo no contributorio (X1), en las fuentes de pérdida (Y), de acuerdo al resultado obtenido encontramos un P valor de 0.000, lo cual determina que el coeficiente de regresión simple no es significativo al 0.05, esto significa que  $P = 0.000$  entonces  $P = 0.000 < 0.05$  por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

Tabla IV. 12.  
Resumen del modelo hipótesis específico tres

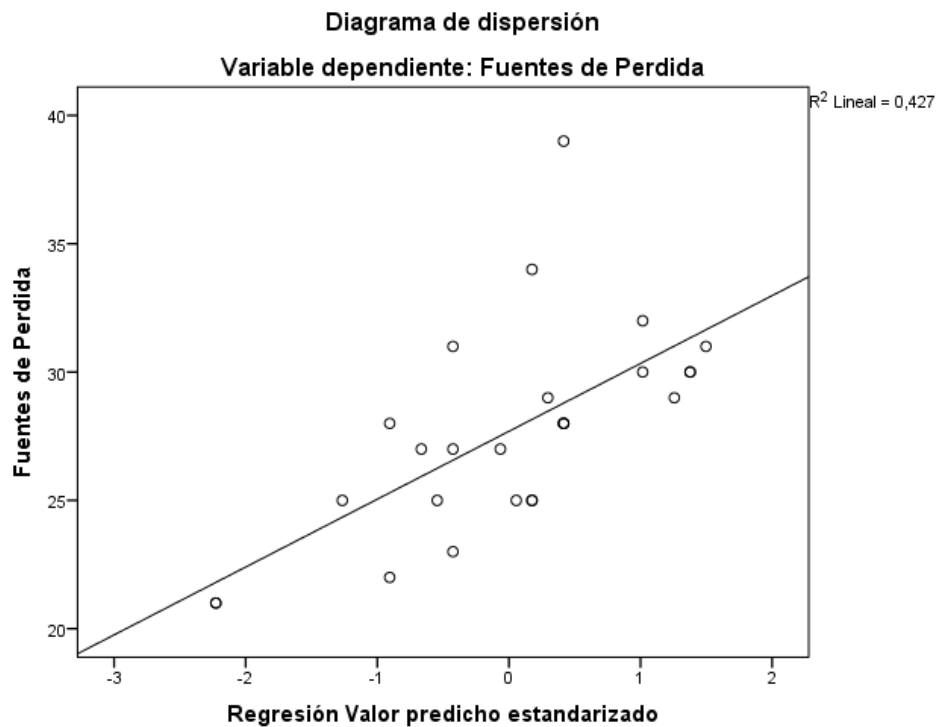
**Resumen del modelo<sup>b</sup>**

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,653 <sup>a</sup>	,427	,403	3,127

a. Predictores: (Constante), Trabajo no contributorio

b. Variable dependiente: Fuentes de Perdida

Grafico IV.19



Cabe indicar que el índice de eficiencia del modelo aplicado resulta aceptable, puesto que se ha obtenido un  $R^2$  (R cuadrado) de 0.427. Así mismo  $R^2$  no nos permite realizar una explicación y predicción de las variables involucradas en nuestra investigación. Por consiguiente  $R^2$  nos indica que la variable independiente (trabajo no contributivo) explica el comportamiento de la variable dependiente (fuentes de perdida) en un 42.7%.

6. **Decisión.-** A un nivel de significación del 5%  $F_{cal} = 17.872$  cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que el trabajo no contributivo de fuente de pérdida mejora significativamente durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.

### **4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Esta investigación tuvo como propósito analizar las fuentes de pérdida durante el proceso constructivo con el empleo del sistema de información de niveles de actividad, a través de la medición de niveles de trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio. A continuación, se estarán discutiendo los principales hallazgos de este estudio.

Como se muestra en los resultados que las tres construcciones (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, lo que implica que existe pérdidas significativas en las obras, lo cual indica la necesidad de implementar medidas correctivas sobre la planificación operativa en el proceso constructivo de las obras.

Estadísticamente utilizando el paquete ANOVA en la hipótesis general nos da como resultado un nivel de significación del 5% y cae en la región de rechazo, y se afirma que las fuentes de pérdida durante el proceso constructivo disminuye significativamente con el empleo del sistema de información de niveles de actividad, esto debido a que el sistema de información de niveles de actividad es una herramienta que permite identificar las pérdidas en obra y poder tomar medidas correctivas inmediatamente en el proceso productivo de la obra de construcción.

Por otro lado, si comparamos los resultados con otros estudios realizados en otros países podemos indicar lo siguiente: en la tabla IV.2 se pueden observar los valores de estudios realizados en Chile, Colombia y

Perú. 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 contributivo (25%) y trabajo no contributivo (15%), con lo cual se puede establecer una comparación con respecto a los resultados obtenidos en la ciudad de Juliaca, Perú.

Tabla IV.13  
Tiempos de trabajo de estudios realizados

LUGAR	TP	TC	TNC	Detalles
Promedio Juliaca	47%	35%	18%	Estudio Peru 2015
Óptimo	60%	25%	15%	Estudio Chile 1995
Promedio Medellín	47.2%	37.5%	15.2%	Estudio Colombia 2003
Promedio Chile	47%	28%	25%	Estudio Chile 1995

Fuente: Elaboración propia

Haciendo un análisis de los resultados de la tabla IV.2, se puede apreciar que el TC (35%) es superior al propuesto como óptimo en el estudio chileno (25%), lo cual indica que en la ciudad de Juliaca se destina un mayor porcentaje del tiempo, durante la ejecución de un proyecto, a las actividades contributivas y si lo relacionamos con los valores de TP (47%) y TNC (18%) 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

Los cálculos de pérdidas generados por tiempos no contributivos se muestran en la siguiente tabla de las obras de construcción estudiada, se

puede observar que las pérdidas identificadas por el sistema de información de niveles de actividad son significativas en cuanto se refiere a costos generados en obra, por lo que se deben tomar decisiones correctivas en el proceso de construcción de quienes son actores principales tanto supervisores de obra, residente de obra, administradores de obras y maestros de obra.

Tabla IV.14  
Costos generados por tiempos no Contributorios

OBRAS	COSTO DIRECTO DE LA OBRA	COSTO DE LA MANO DE OBRA	% DE TIEMPO NO CONTRIBUTORIO	COSTO GENERADO POR TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
OBRA I	S/. 3,427,237.43	S/. 856,809.36	18.70	S/. 160,223.35
OBRA II	S/. 11,921,709.56	S/. 2,980,427.39	15.10	S/. 450,044.54
OBRA III	S/. 6,932,309.68	S/. 1,386,461.94	20.10	S/. 291,157.01

Fuente: Elaboración propia.



## CONCLUSIONES

Tras haber desarrollado el análisis de las fuentes de pérdida en las obras de la ciudad de Juliaca con el empleo de la herramienta del sistema de niveles de actividad podemos llegar a las siguientes conclusiones:

**Primero:** Las fuentes de pérdidas en obras de construcción, están relacionados a trabajos no contributivos (TNC), estos están referidas a tiempos de esperas que representa el 31 %, seguidamente por tiempos de descanso con 21% y trabajo rehecho con 21%. El promedio de niveles de actividad de pérdidas representa el 18% en general en las obras de Juliaca, así mismo se precisa que las fuentes de pérdida durante el proceso constructivo disminuye significativamente con el empleo del sistema de información de niveles de actividad, en obras de construcción

**Segundo:** Los niveles de actividad del trabajo productivo, representa el 47% como promedio general, se debe precisar que este valor es inferior al óptimo propuesto que es de 60% en estudios realizados en otras realidades, por lo que se afirma que el trabajo productivo que se realiza en las obras es deficiente. Por otro lado se afirma que el trabajo productivo mejora directamente durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción

**Tercero:** Los niveles de actividad del trabajo contributorio, representa el 35% como promedio general. Se debe indicar que este valor es superior al óptimo propuesto que es de 25% en estudios realizados en otras realidades, lo cual indica que se destina un mayor porcentaje del tiempo, durante la ejecución de una obra, así mismo el trabajo contributorio mejora significativamente durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.

**Cuarto:** Los niveles de actividad del trabajo no contributorio durante el proceso constructivo representa el 18% como promedio general, este resultado supera el máximo recomendado como valor óptimo que es de 15%, esto deviene en perjuicio con la obra reduciendo los tiempos del trabajo efectivo y productivo, ocasionando ampliaciones en tiempos de ejecución y ampliaciones de presupuesto. Se debe precisar que el trabajo no contributorio de fuente de pérdida mejora significativamente durante el proceso productivo con la aplicación del sistema de información de niveles de actividad en obras de construcción.

## **RECOMENDACIONES**

A continuación se proporcionan algunas recomendaciones que podrían ser tomadas en cuenta:

**Primero:** 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 Juliaca.

**Segundo:** Para una implementación adecuada de las herramientas para mejorar la productividad, mediante identificación de fuentes de pérdida, 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.

**Tercero:** 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.

**Cuarto:** 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.

## **BIBLIOGRAFIA**

ALARCÓN, L F. (1997). Modeling Waste and Performance in Construction en Lean Construction, Balkena, Rotterdam, Pags 51-66.

ALARCÓN, L F. (2001). Identificación y Reducción de Pérdidas en la Construcción: Herramientas y Procedimientos, LOM Ediciones. Santiago, Chile.

ALARCÓN, L F & CAMPERO, M. (2003). Administración de Proyectos Civiles, Ediciones Universidad Católica de Chile.

ARCE MANRIQUE, Santiago. (2009). Identificación de los Principales Problemas en la Logística de Abastecimiento de las Empresas Constructoras Bogotanas y Propuesta de Mejoras, Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.

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

BORDERCHING, J D. (1981). Construction Productivity Programs at Work, Mid-Winter Symposium, Houston, Texas, U.S.A.

BOTERO, L. F. y ALVAREZ M. E. (2003) Identificación de Pérdidas en el Proceso Productivo de la Construcción, Mejoramiento de la Productividad en Proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS), a Través de la Filosofía Lean Construction. (Construcción sin pérdidas).

BOTERO BOTERO, Luis Fernando. (2006) Construcción sin pérdidas. Bogotá; Legis S.A. 2ª edición, 170 p.

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

GARZON, M. (2001) Políticas de Productividad Para Compañías Constructoras de Viviendas de Interés Social. Tesis de Magister en Ingeniería Civil. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de los Andes de Bogotá Colombia.

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

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

KOSKELA, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction. Technical report No 72. Center for integrated facility engineering. Department of Civil Engineering. Stanford University. 75 p.

MARTÍNEZ, L. F. (1998). Programa de Mejoramiento de la Productividad para Obras de Construcción en Chile. Memoria (Título de Ingeniero Civil). Santiago, Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería.

MARTÍNEZ, L F; VERBAL, R & SERPELL, A. (1990). Recomendaciones para Aumentar la Productividad en la Construcción, Revista de Ingeniería de Construcción N°8. Santiago, Chile.

MIRANDA GONZALEZ, F. J. (2005). Manual de dirección de operaciones. España; Thomson Editores, p. 59

NORIEGA SANTOS, Jorge. (1998) Obra, Administración y Gerencia. Bogotá; Bhandar Editores Ltda., p. 75.

PÉREZ URIBE Álvaro Patricio, (2010). Detección de Pérdidas Operacionales en la Construcción de Edificios de Oficinas de más de 30.000 m<sup>2</sup> con Plantas Libres. Análisis Aplicado a Montajes de Fachadas de Muro Cortina Universidad de Chile.

PERDOMO, R. A. 2005. Mejoramiento de Gestión en la Construcción mediante el Sistema Último Planificador. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad de los Andes de Bogotá Colombia.

REVISTA BIT N° 38 (2001). CALIBRE de la CDT – Cifras: Productividad de hoy. pág. 58 – 60 Chile.

SARANGO GUAMÁN, A. (2013) Análisis del nivel de actividad en obra. Productividad en la Construcción. Universidad Técnica Particular de Loja.

SERPELL, A. (1997). Administración de Operaciones de Construcción. Ediciones Universidad Católica de Chile.

SERPELL B., Alfredo. (2002) Administración de operaciones de construcción. 2ª ed. México, D.F.: Alfaomega Grupo Editor. 291 p.

SERPELL, A., (2004) Administración de Operaciones de Construcción. ALFAOMEGA Grupo Editor. México.

UNDURRAGA MONTES, Ramón (1999) Calidad, Productividad y Competitividad en la Construcción. En: Seminario Universidad Nacional de Colombia Facultad de Arte. Bogotá.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1**

#### **MATRIZ DE CONSISTENCIA**



## **Anexo 2**

**FICHAS DE OBSERVACION DE DATOS  
NIVELES DE ACTIVIDAD EN OBRA I , II , III**

## **Anexo 3**

**UNIDADES DE OBSERVACION OBRA I , II , III**