



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UAC

TESIS

---

**ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA  
Y OBTENCIÓN DE RENDIMIENTOS REALES EN  
PARTIDAS DE CONCRETO ARMADO EN LA OBRA  
“CONSTRUCCIÓN DE ESTABLECIMIENTO HOTELERO  
EN LA CALLE TAMBO DE MONTERO EN EL CENTRO  
HISTÓRICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO”**

---

**Presentado por el Bachiller**

Escobar Herrera Jayder Jenahi

Para optar al Título Profesional de  
Ingeniero Civil

**Asesor:**

Ing. Hugo Cana Paullo.

CUSCO – PERU



### **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo a mi madre que siempre está conmigo, quien con esfuerzo y cariño supo guiarme por buen camino, a mi hermano que con su dulzura me acompaña en todo y me alienta a continuar desarrollándome personal y profesionalmente, a Yesica mi complemento ideal que con amor me inspira a ser feliz en las buenas y malas, a mi docente que con su sapiencia ha sabido orientar mis conocimientos para el desarrollo de este trabajo.



### **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por cuidar mis pasos y cuidarme cada día, a todas las personas que se involucraron y me apoyaron en la elaboración del presente trabajo, a mi alma mater en la cual adquirí los conocimientos que hicieron posible el desarrollo profesional de mi persona.



## RESUMEN

El presente trabajo trata sobre el análisis de productividad de la mano de obra y obtención de rendimientos reales en partidas de concreto armado en la obra “CONSTRUCCIÓN DE ESTABLECIMIENTO HOTELERO EN LA CALLE TAMBO DE MONTERO EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO”, para tal propósito se presenta un marco teórico a fin de conocer el tema más profundo. La determinación de los rendimientos reales nos dará una clara perspectiva de la situación y manejo de una obra en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco a su vez si esta merece tener modificación en su planeación para un adecuado sistema programación. En términos generales, la productividad es el cociente entre la cantidad producida de un proceso y los recursos empleados en dicho proceso.

Si la producción crece para un mismo nivel de consumo, la productividad crece, indicando que la empresa es más productiva, es decir, administra mejor sus recursos para producir más con la misma cantidad de recursos. Los porcentajes de productividad pueden utilizarse para comparar el nivel de eficiencia de la empresa, ya sea en un conjunto, o respecto de la administración de uno o varios recursos en particular. De acuerdo con estos objetivos, puede haber un porcentaje de productividad total, o porcentaje de productividad parcial, de esta manera en la presente tesis determinaremos los porcentajes de productividad de la mano de obra en las partidas de concreto armado para ver de qué manera inciden en su tiempo de ejecución dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco.

**ABSTRACT**

This paper deals with the analysis of productivity of labor and obtain real returns on items inside reinforced concrete work "ESTABLISHMENT HOTEL BUILDING IN THE STREET TAMBO MONTERO IN HISTORIC CENTER CUSCO", for that purpose a theoretical framework is presented in order to know the deeper issue. The determination of the actual performances will give us a clear picture of the situation and management of a work in the historic center of Cusco turn deserves if this amendment in its planning for proper programming system. Overall, productivity is the ratio between the quantity of a process and the resources used in this process.

If production grows for the same level of consumption, productivity increases, indicating that the company is more productive, namely, better manages its resources to produce more with the same amount of resources. Productivity rates can be used to compare the level of efficiency of the company, either in whole, or in the administration of one or more resources in particular. According to these objectives, there may be a percentage of total productivity, or percentage of partial productivity, so in this thesis determine the percentages of productivity of labor in the games reinforced concrete to see how they affect its runtime within the historic center of Cusco.



## INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es un área de gran actividad e importancia dentro del desarrollo económico de un país, a través de ella se satisfacen las necesidades de infraestructura de una nación, además es una fuente importante de trabajo. Genera una actividad indirecta en otras áreas económicas y requiere de una gran cantidad de recursos públicos y privados ya que demanda de una alta inversión para la mayoría de las obras que se ejecutan. Por estas razones es necesario buscar que la industria de la construcción acceda a técnicas modernas de gestión con las que podrá hacer un manejo más eficiente y eficaz de sus recursos, lo que le permitirá ser más competitiva y rentable. En este sentido el análisis de la rentabilidad es de suma importancia para toda institución pública y privada dedicada a la construcción, es necesario que al plantear un proyecto se considere el costo del dinero a través del tiempo. Se debe tener en cuenta que el precio final de la obra depende del costo de construcción; por otro lado el periodo de duración de todo el proyecto y por ende la rotación del capital depende del plazo de obra. Finalmente el plazo de obra y el costo de construcción dependen del manejo y de los sistemas constructivos a emplearse.

La presente investigación, es una continuación de una serie de estudios realizados, los cuales están orientados a introducir en el país herramientas y metodologías ya comprobadas, que permitan a los profesionales de la construcción tener un mejor manejo de la administración de sus proyectos. Cabe destacar que la investigación se desarrollara en la industria de la construcción de la ciudad del Cusco lo que favorecerá a la realización de futuras investigaciones relacionadas al tema en nuestro medio.

La investigación consiste en la medición del nivel de productividad de la mano de obra para un análisis posterior y obtención de rendimientos reales en partidas de concreto armado como: Encofrado de placa, vaciado de placa, desencofrado de placa, solaqueado de sótano, habilitación de encofrado para columna, encofrado de columna, vaciado de columna, desencofrado de columna, encofrado de viga, vaciado de viga, encofrado de losa aligerada, vaciado de losa aligerada, desencofrado de losa aligerada, tarrajeo de viga,



tarrajeo de columna, encofrado de escaleras, vaciado de escaleras; que se manejan en la obra “CONSTRUCCIÓN DE ESTABLECIMIENTO HOTELERO EN LA CALLE TAMBO DE MONTERO EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO”, la que se conseguirá mediante la utilización de herramientas de medición del nivel general de actividad de obra como de herramientas de medición de actividades puntuales.

Con el presente trabajo se lograra dar a conocer la productividad actual de la mano de obra y se obtendrá rendimientos reales en partidas de concreto armado en la obra ya mencionada anteriormente, al mismo tiempo se introducen en el medio herramientas como: THE LAST PLANNER (a veces denominado Last Planner System) es un sistema de planificación de producción destinada a producir un flujo de trabajo fiable y rápido; justo a tiempo ( JIT de sus siglas en inglés Just In Time) es una herramienta usada para describir la transportación de materiales al sitio de la construcción, implicando que estos materiales serán trasladados a su destino para su fácil instalación y serán instalados inmediatamente lleguen a su localización final, sin ningún tipo de demora como ser almacenados en algún lugar o área definida; BENCHMARKING Consiste en tomar "comparadores" o benchmarks a aquellos productos, servicios y procesos de trabajo que pertenezcan a organizaciones que evidencien las mejores prácticas sobre el área de interés, con el propósito de transferir el conocimiento de las mejores prácticas y su aplicación. Herramientas las cuales ayudarán al profesional de obra a planificar, controlar y evaluar la administración del proyecto. De este modo se podrá reducir el volumen de pérdidas en procesos de construcción mediante la optimización y control de actividades que normalmente pasan desapercibidas y por tanto se conseguirá optimizar el proceso de producción.

El presente trabajo está contenido en cinco capítulos; el capítulo I “planteamiento del problema” en el cual se identifica describe y formula el problema para luego determinar los objetivos de la investigación; en el capítulo II “Marco teórico” en la cual se fundamenta la parte teórica del estudio de investigación, se conduce el planteamiento de hipótesis, define y explica las variables, dimensiones e indicadores; capítulo III “Metodología” capítulo en



el que definimos el tipo de investigación que se realizara, además del procedimiento para la selección de la muestra de una población definida, Finalmente explicar el procedimiento, lugar y condiciones de la recolección de datos además de la descripción del cómo será el análisis e interpretación de la información obtenida; Capítulo IV “Resultados” en el cual se presenta el análisis, interpretación y discusión de los resultados.

Finalmente lo que se pretende es que tanto los profesionales como los estudiantes tomen conciencia de que la construcción debe ser vista como una industria y como tal debe contar con herramientas de gestión para mejorar el nivel de administración que manejamos en nuestras obras ya que la productividad es una consecuencia de ello.





**ÍNDICE**

DEDICATORIA.....i

AGRADECIMIENTO.....ii

RESUMEN.....iii

ABSTRACT.....iv

INTRODUCCION.....v

INDICE.....vi

INDICE DE TABLAS.....vii

INDICE DE FIGURAS.....viii

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 1

1.1 Identificación del problema..... 1

    1.1.1 Descripción del problema..... 1

    1.1.2 Formulación interrogativa del problema ..... 2

        1.1.2.1 Formulación interrogativa del Problema General ..... 2

        1.1.2.2 Formulación interrogativa de los problemas específicos..... 2

1.2 Justificación e importancia de la investigación ..... 3

    1.2.1 Justificación Técnica ..... 3

    1.2.2 Justificación Social ..... 3

    1.2.3 Justificación por viabilidad..... 4

    1.2.4 Justificación por relevancia ..... 4

1.3 Limitaciones de la investigación ..... 5

1.4 Objetivo de la investigación..... 5

    1.4.1 Objetivo General..... 5

    1.4.2 Objetivos Específicos ..... 5

1.5 Hipótesis ..... 6

    1.5.1 Hipótesis General..... 6

    1.5.2 Sub Hipótesis ..... 6



- 1.6 Definición de Variables..... 7
  - 1.6.1 Variables Independientes ..... 7
    - 1.6.1.1 Indicadores de Variables Independientes ..... 7
  - 1.6.2 Variables Dependientes ..... 7
    - 1.6.2.1 Indicadores de Variables Dependientes..... 8
  - 1.6.3 Cuadro de operacionalización de variables..... 9
- CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....10
- 2.1 Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual ..... 10
  - 2.1.1 Antecedentes a Nivel Local .....10
  - 2.1.2 Antecedentes a Nivel Nacional.....10
  - 2.1.3 Antecedentes a Nivel Internacional .....13
- 2.2 Aspectos Teóricos Pertinentes..... 14
  - 2.2.1 Mano de obra .....14
    - 2.2.1.1 Mano de obra directa .....14
    - 2.2.1.2 Mano de obra indirecta.....14
  - 2.2.2 Productividad.....14
  - 2.2.3 Trabajo .....15
    - 2.2.3.1 Trabajo productivo (TP).....15
    - 2.2.3.2 Trabajo contributorio (TC) .....16
    - 2.2.3.3 Trabajo no productivo o no contributorio (TNC) .....16
  - 2.2.4 Índice de productividad.....16
  - 2.2.5 Proyectos de construcción .....16
    - 2.2.5.1 Proyectos de edificación .....17
    - 2.2.5.2 Proyectos de obras civiles.....17
    - 2.2.5.3 Proyectos de construcción de caminos.....17
    - 2.2.5.4 Proyectos de construcción industrial.....17
  - 2.2.6 Otras definiciones básicas.....17



- 2.2.6.1 Rendimiento .....17
- 2.2.6.2 Velocidad de producción .....17
- 2.2.7 Planificación .....18
- 2.2.8 Pérdida .....18
- 2.2.9 Proceso .....18
- 2.2.10 Procedimiento.....18
- 2.2.11 Proceso de conversión .....18
- 2.2.12 Flujo de trabajo.....19
- 2.2.13 Línea de producción .....19
- 2.2.14 Variabilidad.....19
- 2.2.15 Modelo de conversión de procesos .....19
- 2.2.16 Modelo de flujo de procesos.....20
- 2.2.17 Constructibilidad .....20
- 2.2.18 Benchmarking.....21
- 2.2.19 Sistema Last Planner .....21
- 2.2.20 El metodo just in time .....23
- CAPITULO III: Metodología .....25
- 3.1 Metodología de la investigación ..... 25
  - 3.1.1 Tipo de investigación .....25
    - 3.1.1.1 Según la tendencia .....25
    - 3.1.1.2 Según la orientación .....25
    - 3.1.1.3 Según el análisis y alcance de sus resultados .....25
  - 3.1.2 Nivel de la investigación .....26
    - 3.1.2.1 Nivel descriptivo correlacional.....26
  - 3.1.3 Método de la investigación .....26
    - 3.1.3.1 Método hipotético deductivo.....26
- 3.2 Diseño de la investigación..... 26



- 3.2.1 Diseño metodológico .....26
  - 3.2.1.1 Principales componentes del diseño no experimental .....27
- 3.2.2 Diseño de ingeniería.....27
- 3.3 Población y muestra..... 29
  - 3.3.1 Población.....29
    - 3.3.1.1 Descripción de la población. ....29
    - 3.3.1.2 Cuantificación de la población.....29
  - 3.3.2 Muestra .....29
    - 3.3.2.1 Descripción de la muestra.....29
    - 3.3.2.2 Cuantificación de la muestra. ....30
    - 3.3.2.3 Método de muestreo. ....31
    - 3.3.2.4 Criterios de evaluación de muestra .....31
  - 3.3.3 Criterios de inclusión .....31
    - 3.3.3.1 Clasificación de las categorías de trabajo en los procesos identificados .....31
    - 3.3.3.2 Trabajo contributivo. ....32
    - 3.3.3.3 Trabajo no contributivo o no productivo .....34
    - 3.3.3.4 Categorías de trabajo en los procesos identificados.....35
- 3.4 Instrumentos..... 42
  - 3.4.1 Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos.....42
    - 3.4.1.1 Formato de toma de datos para medición de la productividad en obra.....42
    - 3.4.1.2 Formato de toma de datos para la obtención de rendimientos reales.....46
    - 3.4.1.3 Formato de toma de datos para medición de perdidas .....47
  - 3.4.2 Instrumentos de ingeniería .....49
- 3.5 Procedimientos de recolección de datos..... 49



3.5.1 Procedimiento de recolección de datos para medición de la productividad en obra .....50

3.5.2 Procedimiento de recolección de datos para la obtención de rendimientos reales .....66

3.5.3 Procedimiento de toma de datos para mediciones de perdidas ....76

3.6 Procedimiento de análisis de datos..... 98

3.6.1 Procedimiento de análisis de datos para medición de la productividad en obra .....98

3.6.2 Procedimiento de análisis de datos para obtención de rendimientos reales..... 103

a) Procedimiento o cálculo para la obtención de rendimientos reales ...103

b) Diagrama o tablas de rendimientos reales.....125

c) Análisis de la prueba.....134

3.6.3 Procedimiento de análisis de datos para medición de perdidas ..135

CAPITULO IV: RESULTADOS.....173

4.1 Resultados del análisis de datos para medición de la productividad en obra..... 173

4.2 Resultados del análisis de datos para obtención de rendimientos reales.....174

4.3 Resultados del análisis de datos para medición de perdidas ..... 175

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN .....176

CONCLUSIONES ..... 189

RECOMENDACIONES ..... 192

REFERENCIAS.....194



**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Tabla de operacionalizacion de variables ..... 9

Tabla 2. Habilitado y armado de acero en columnas, placas y vigas.....35

Tabla 3. Encofrado de vigas.....36

Tabla 4. Encofrado de Losa. ....38

Tabla 5. Encofrado de columnas y placas. ....39

Tabla 6. Armado de losa. ....40

Tabla 7. Vaciado de concreto.....41

Tabla 8. Categorías de trabajo.....42

Tabla 9. Formato de datos para mediciones de productividad en obra.....43

Tabla 10. Formato de datos para mediciones rendimientos. ....46

Tabla 11. Formato para mediciones de actividades puntuales. ....48

Tabla 12. Datos para mediciones de productividad en obra. ....54

Tabla 13. Datos para mediciones de productividad en obra. ....55

Tabla 14. Datos para mediciones de productividad en obra. ....56

Tabla 15. Datos para mediciones de productividad en obra. ....57

Tabla 16. Mediciones de productividad en obra (%). ....58

Tabla 17. Mediciones de productividad en obra (%). ....59

Tabla 18. Mediciones de productividad en obra (%). ....60

Tabla 19. Mediciones de productividad en obra (%). ....61

Tabla 20. Mediciones de productividad en obra (%). ....62

Tabla 21. Mediciones de productividad en obra (%). ....63

Tabla 22. Mediciones de productividad en obra (%). ....64

Tabla 23. Mediciones de productividad en obra (%). ....65

Tabla 24. Datos para obtención de rendimientos reales de encofrado de placa.  
.....67

Tabla 25. Datos para obtención de rendimientos reales de vaciado de placa. .68

Tabla 26. Datos para obtención de rendimientos reales de desencofrado de  
placa.....68

Tabla 27. Datos para obtención de rendimientos reales de solaqueado de  
sótano.....69

Tabla 28. Datos para obtención de rendimientos reales de habilitación de  
encofrado para columna. ....69



Tabla 29. Datos para obtención de rendimientos reales de encofrado para columna.....70

Tabla 30. Datos para obtención de rendimientos reales de vaciado de columna. ....70

Tabla 31. Datos para obtención de rendimientos reales de desencofrado de columna.....71

Tabla 32. Datos para obtención de rendimientos reales de encofrado de viga. ....71

Tabla 33. Datos para obtención de rendimientos reales de vaciado de viga. ...72

Tabla 34. Datos para obtención de rendimientos reales de encofrado de losa aligerada.....72

Tabla 35. Datos para obtención de rendimientos reales de vaciado de losa aligerada.....73

Tabla 36. Datos para obtención de rendimientos reales de desencofrado de losa aligerada. ....73

Tabla 37. Datos para obtención de rendimientos reales de tarrajeo de viga. ...74

Tabla 38. Datos para obtención de rendimientos reales de tarrajeo de columna. ....74

Tabla 39. Datos para obtención de rendimientos reales de encofrado de escaleras. ....75

Tabla 40. Datos para obtención de rendimientos reales de vaciado de escaleras. ....75

Tabla 41. Datos para la optación de pérdidas de encofrado de placa. ....78

Tabla 42. Datos para la optación de pérdidas de vaciado de placa. ....79

Tabla 43. Datos para la optación de pérdidas de armado de acero para columna.....80

Tabla 44. Datos para la optación de pérdidas de elaboración de formas para encofrado de columna. ....81

Tabla 45. Datos para la optación de pérdidas de encofrado de columna. ....82

Tabla 46. Datos para la optación de pérdidas de asegurado de encofrado de columna.....83

Tabla 47. Datos para la optación de pérdidas de vaciado de columna. ....84

Tabla 48. Datos para la optación de pérdidas de armado de acero de viga. ....85

Tabla 49. Datos para la optación de pérdidas de armado de viga. ....86



Tabla 50. Datos para la optación de pérdidas de encofrado de fondo de viga. 88

Tabla 51. Datos para la optación de pérdidas de elaboración de mezcla para columna.....89

Tabla 52. Datos para la optación de pérdidas de encofrado de losa. ....90

Tabla 53. Datos para la optación de pérdidas de armado de losa (tecnopor)...92

Tabla 54. Datos para la optación de pérdidas de vaciado de losa. ....93

Tabla 55. Datos para la optación de pérdidas de solaqueado. ....94

Tabla 56. Datos para la optación de pérdidas de tarrajeo de columna. ....95

Tabla 57. Datos para la optación de pérdidas de tarrajeo de viga. ....96

Tabla 58. Datos para la optación de pérdidas de vaciado de escaleras. ....97

Tabla 59. Rangos de trabajo productivo. ....98

Tabla 60. Rangos de trabajo productivo. ....99

Tabla 61. Rangos de trabajo no contributivo. ....101

Tabla 62. Rendimientos reales en actividades puntuales. ....125

Tabla 63. Ocupación de tiempo y carta balance de encofrado de placa.....137

Tabla 64. Ocupación de tiempo y carta balance de vaciado de placa. ....139

Tabla 65. Ocupación de tiempo y carta balance de armado de acero para columna.....141

Tabla 66. Ocupación de tiempo y carta balance de armado de forma de encofrados para columna. ....143

Tabla 67. Ocupación de tiempo y carta balance de encofrados para columna. ....145

Tabla 68. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de encofrado de columna.....147

Tabla 69. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de vaciado de columna.....149

Tabla 70. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de armado de acero de viga.....151

Tabla 71. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de armado de armado de viga.....153

Tabla 72. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de encofrado de fondo de viga.....155

Tabla 73. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de elaboración de mezcla para columna.....157





Tabla 74. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de elaboración de encofrado de losa. ....159

Tabla 75. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de armado de losa (tecnopor).....161

Tabla 76. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de vaciado de losa. ....163

Tabla 77. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de solaqueado. ....165

Tabla 78. Ocupación de tiempo y carta balance de tarrajeo de columna.....167

Tabla 79. Ocupación de tiempo y carta balance de tarrajeo de viga.....169

Tabla 80. Ocupación de tiempo y carta balance de vaciado de escaleras.....171

Tabla 81. Resumen de los resultados del análisis de la evaluación de sub categorías de porcentajes de trabajo contributorio en la ejecución de partidas de concreto armado. ....174

Tabla 82. Resumen de los resultados del análisis de la evaluación de sub categorías de porcentajes de trabajo no contributorio en la ejecución de partidas de concreto armado. ....174

Tabla 83. Resultados de rendimientos reales. ....175

Tabla 84. Resumen de los resultados del análisis datos para medición de pérdidas.....175

Tabla 85. *Cuadro de porcentajes de productividad*.....176



**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Distribución de ocupación del tiempo en obras de Lima Metropolitana.  
..... 12

Figura 2. Distribución de ocupación del tiempo en obras con manejo  
optimizado. .... 12

Figura 3. Modelo de conversión de procesos..... 19

Figura 4. Modelo de flujo de procesos. .... 20

Figura 5. Situación general de los proyectos de construcción. .... 21

Figura 6. Situación de proyectos con mejor planeación. .... 22

Figura 7. Situación del proyecto con la aplicación de Last Planner. .... 22

Figura 8. Esquema de los planes necesarios en el proyecto. .... 23

Figura 9. Flujograma de la investigación. .... 28

Figura 10. Partida más representativa. .... 31

Figura 11. Grafico para identificar la nomenclatura utilizada en armado de acero  
y encofrado de vigas. .... 35

Figura 12. Gráfico para identificar la nomenclatura utilizada en Encofrado de  
viga y losa. .... 37

Figura 13. Gráfico para identificar la nomenclatura utilizada en Encofrado de  
columna. .... 39

Figura 14. Armado de fierros para muro de sostenimiento. .... 52

Figura 15. Personal haciendo excavación manual de terreno. .... 52

Figura 16. Personal transportando material para eliminación. .... 53

Figura 17. Verificación después del vaciado de muro de sostenimiento. .... 53

Figura 18. Variabilidad de trabajo productivo. .... 99

Figura 19. Variabilidad de trabajo contributorio. .... 100

Figura 20. Distribución de trabajo contributorio. .... 100

Figura 21. Variabilidad de trabajo contributorio. .... 101

Figura 22. Distribución de trabajo no contributorio. .... 102

Figura 23. Rendimientos de encofrado de placa. .... 126

Figura 24. Rendimientos de vaciado de placa. .... 126

Figura 25. Rendimientos de desencofrado de placa. .... 127

Figura 26. Rendimientos de solaqueado de sótano. .... 127

Figura 27. Rendimientos de habilitación de encofrado para columna. .... 128



Figura 28. Rendimientos de encofrado para columna.....128

Figura 29. Rendimientos de vaciado de columna. ....129

Figura 30. Rendimientos de desencofrado de columna. ....129

Figura 31. Rendimientos de encofrado de viga.....130

Figura 32. Rendimientos de vaciado de viga. ....130

Figura 33. Rendimientos de encofrado de placa.....131

Figura 34. Rendimientos de vaciado de losa aligerada.....131

Figura 35. Rendimientos de desencofrado de losa aligerada. ....132

Figura 36. Rendimientos de tarrajeo de viga. ....132

Figura 37. Rendimientos de tarrajeo de columna.....133

Figura 38. Rendimientos de encofrado de escaleras. ....133

Figura 39. Rendimientos de vaciado de escaleras.....134

Figura 40. Medición para carta de balance: encofrado de placa.....136

Figura 41. Medición para carta de balance: vaciado de placa. ....138

Figura 42. Medición para carta de balance: armado de acero para columna. 140

Figura 43. Medición para carta de balance: elaboración de formas para  
          encofrado de columnas. ....142

Figura 44. Medición para carta de balance: encofrado de columna.....144

Figura 45. Medición para carta de balance: asegurado de encofrado de  
          columna. ....146

Figura 46. Medición para carta de balance: vaciado de columna. ....148

Figura 47. Medición para carta de balance: armado de acero de viga.....150

Figura 48. Medición para carta de balance: armado de viga. ....152

Figura 49. Medición para carta de balance: encofrado de fondo de viga.....154

Figura 50. Medición para carta de balance: elaboración de mezcla para  
          columna. ....156

Figura 51. Medición para carta de balance: encofrado de losa.....158

Figura 52. Medición para carta de balance: armado de losa (tecnopor). ....160

Figura 53. Medición para carta de balance: vaciado de losa. ....162

Figura 54. Medición para carta de balance: soleaqueado.....164

Figura 55. Medición para carta de balance: tarrajeo de columna.....166

Figura 56. Medición para carta de balance: tarrajeo de viga. ....168

Figura 57. Medición para carta de balance: vaciado de escaleras.....170



Figura 58. Resumen de los resultados de análisis de la evaluación de  
productividad de la mano de obra en partidas de concreto armado. ....173

Figura 59. Diagrama de comparación de los resultados del análisis de la  
evaluación de porcentajes de productividad en partidas de concreto  
armado. ....173

Figura 60. Esquema general para la optimización de los procesos de la  
construcción. ....186



## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Identificación del problema.**

#### **1.1.1 Descripción del problema.**

El crecimiento de la población de un país en desarrollo como el nuestro crea la necesidad de transformar e incrementar la infraestructura existente. Situación que constituye un gran reto para la industria de la construcción, por esta razón para llegar a niveles de producción competitivas a nivel nacional e internacional es necesario desarrollar metodologías para mejores prácticas de administración en construcción.

El desconocimiento de los porcentajes de productividad en las diferentes obras civiles representan una pérdida de rentabilidad dentro de una empresa, así mismo el mal manejo de técnicas de control de productividad perjudican el avance de obra, es por eso que se debe hacer conciencia de la necesidad de innovar sus actuales prácticas de planificación y manejo de obra, para que puedan volverse más eficientes y rentables, de este modo generará mayor riqueza contribuyendo al desarrollo del país.

Es necesario destacar que la construcción del establecimiento hotelero que se encuentra dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco este incluido en un proceso industrial que como cualquier otro necesita acceder a técnicas modernas de gestión que le permitan avanzar y crecer como industria, fundamentalmente por encontrar limitaciones constructivas como: la falta de espacio para desarrollar ciertas tareas, el limitado uso de maquinaria para construcción, la preservación de ciertos elementos histórico culturales y la falta de programación semanal o diaria para la ejecución de partidas, estas limitaciones hacen que el proceso constructivo dentro del Centro Histórico de la ciudad del cusco tenga un comportamiento diferente de producción.



### 1.1.2 Formulación interrogativa del problema

#### 1.1.2.1 Formulación interrogativa del Problema General

¿De qué manera los porcentajes de productividad de la mano de obra y los rendimientos reales en partidas de concreto armado inciden en su tiempo de ejecución en la construcción de un establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco y cuáles son las pérdidas que se originan en dichas partidas?

#### 1.1.2.2 Formulación interrogativa de los problemas específicos

- **Formulación interrogativa N° 01.-** ¿Cuáles son los porcentajes de trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC), trabajo no contributivo (TNC) de la mano de obra en partidas de concreto armado en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco?
- **Formulación interrogativa N° 02.-** ¿Cuáles son los rendimientos reales de la mano de obra en partidas de concreto armado en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco?
- **Formulación interrogativa N° 03.-** ¿Cuáles son las pérdidas determinantes en partidas de concreto armado que inciden fundamentalmente en la productividad de la mano de obra en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco?



## **1.2 Justificación e importancia de la investigación**

### **1.2.1 Justificación Técnica**

La productividad de la mano de obra y el rendimiento en construcciones dentro del Centro Histórico está ligada a factores como el uso de maquinaria y herramientas, así como las limitaciones constructivas para conservar las características histórico culturales de la estructura, en nuestra localidad aún no se encuentra estudios de la productividad de la mano de obra y rendimientos reales dentro de las construcciones en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco, razón por la que la presente tesis trata de dar a conocer estos valores para aplicar procesos adecuados y usar tecnología para llegar a estándares óptimos de construcción, por lo que la presente tesis es técnicamente justificable.

### **1.2.2 Justificación Social**

Al conocer la productividad de la mano de obra y los rendimientos reales se podrán optar por procesos constructivos más convenientes, que minimicen perdidas y maximicen la inversión económica, el presente estudio beneficiara principalmente a los alumnos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Andina del Cusco así como a todo los interesados que opten por la información de la presente investigación para que durante su desempeño laboral puedan optimizar el proceso de inversión reduciendo los tiempos de ejecución, por consecuencia también son beneficiados los propietarios y usuarios de edificaciones para así crear un entorno de desarrollo dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco, por lo que la presente tesis es socialmente justificable.



### 1.2.3 Justificación por viabilidad

La productividad de la mano de obra y rendimientos reales en partidas de concreto armado obtenida en la obra “CONSTRUCCIÓN DE ESTABLECIMIENTO HOTELERO EN LA CALLE TAMBO DE MONTERO EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO” fueron mostrados después de procesar y digitalizar los datos obtenidos en campo en vista que el proyecto reúne características, condiciones técnicas y operativas que aseguraron el cumplimiento de sus metas y objetivos, para tal fin se cuento con recursos, equipos y herramientas como cuadros para toma de datos, encuestas y un procesador para digitalizar la información, datos los cuales nos dieron alcances de los comportamientos actuales en el área de la construcción dentro del Centro Histórico, estos a su vez servirán para estudios posteriores como un precedente de investigación, por lo tanto la presente tesis fue viable.

### 1.2.4 Justificación por relevancia

Como en todo proceso productivo en la construcción también es necesario planificar, controlar y evaluar los procesos de construcción enfocados a generar un mejoramiento continuo. En esta investigación se dan a conocer herramientas de evaluación que pueden servir como punto de partida para mejorar la planificación de los procesos de conversión y por tanto la administración de proyectos de construcción dentro del Centro Histórico de la ciudad del cusco.

Actualmente las construcciones de edificaciones dentro del Centro Histórico de la ciudad son duraderos, con trámites engorrosos y costosos, presentándose también limitaciones como; restricciones para el ingreso de vehículos y maquinaria pesada así como limitaciones restrictivas por monitoreo arqueológico y otros estudios durante el proceso constructivo, la construcción es un proceso industrial que como cualquier otro necesita acceder a técnicas modernas de gestión que le permitan avanzar y crecer como industria, por tanto la presente tesis es relevante.





### 1.3 Limitaciones de la investigación

- La presente investigación se limita a la evaluación del trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo de la mano de obra.
- Se limita a la evaluación de la productividad de la mano de obra en partidas de concreto armado.
- Se limita al estudio del establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco, provincia y departamento del Cusco.
- Se limita a evaluar los rendimientos reales y determinar las pérdidas en partidas de concreto armado.

### 1.4 Objetivo de la investigación

#### 1.4.1 Objetivo General

Determinar de qué manera los porcentajes de productividad de la mano de obra y los rendimientos reales en partidas de concreto armado incide en su tiempo de ejecución en la construcción de un establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco, provincia y departamento del Cusco y determinar cuáles son las pérdidas que se originan en dichas partidas.

#### 1.4.2 Objetivos Específicos

- **Objetivo Especifico N° 01.-** Obtener los porcentajes de trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC), trabajo no contributivo (TNC) de la mano de obra en partidas de concreto armado en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco, provincia y departamento del Cusco.



- **Objetivo Especifico N° 02.-** Obtener los rendimientos reales de la mano de obra de las partidas de concreto armado en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco.
- **Objetivo Especifico N° 03.-** Identificar las pérdidas que mayor incidencia tienen en la productividad de mano de obra en las partidas de concreto armado en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco; y evaluar cuál de ellas es la que mayor incidencia porcentual significa en el desarrollo.

## 1.5 Hipótesis

### 1.5.1 Hipótesis General

Los porcentajes de productividad de la mano de obra y los rendimientos reales en partidas de concreto armado en la construcción de un establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco no son adecuados, por otro lado las pérdidas que se generan en las partidas son cuantiosas por lo que no se tiene un avance idóneo.

### 1.5.2 Sub Hipótesis

- **Sub Hipótesis N° 01.-** Los porcentajes de trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) en partidas de concreto armado en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco son bajos y los porcentajes de trabajo no contributorio (TNC) son elevados, razón por la que no alcanzarían estándares óptimos dentro de la construcción.



- **Sub Hipótesis N° 02.-** Los rendimientos reales de la mano de obra en partidas de concreto armado en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco en comparación con tablas estandarizadas no alcanzan el promedio esperado para obtener un avance adecuado.
- **Sub Hipótesis N° 03.-** Las pérdidas determinantes en las partidas de concreto armado que inciden fundamentalmente en la productividad de la mano de obra en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco se deben a la poca existencia de áreas de trabajo por lo que habilitar dichas áreas demanda mayor tiempo y presupuesto.

## **1.6 Definición de Variables**

### **1.6.1 Variables Independientes**

Porcentaje de productividad de la mano de obra en las partidas de concreto armado en la construcción de un establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco.

#### **1.6.1.1 Indicadores de Variables Independientes**

Tablas y gráficos estadísticos que presentan el porcentaje de productividad en las partidas de concreto armado en establecimiento hotelero dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco.

### **1.6.2 Variables Dependientes**

- Tiempo de ejecución de partidas de concreto armado en establecimiento hotelero dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco.



- Rendimientos reales de la mano de obra en partidas de concreto armado en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco.
- Cantidad de trabajo ejecutado en las partidas de concreto armado en establecimiento hotelero dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco.

#### **1.6.2.1 Indicadores de Variables Dependientes**

- Tablas y gráficos estadísticos que presentan el tiempo de ejecución en las partidas de concreto armado en establecimiento hotelero dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco.
- Tablas que presentan los rendimientos reales en partidas de concreto armado en establecimiento hotelero dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco.
- Tablas y gráficos estadísticos que presentan la cantidad de trabajo realizado.

1.6.3 Cuadro de operacionalización de variables

Tabla 1. *Tabla de operacionalización de variables*

CUADRO DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES					
TIPO DE VARIABLE	DENOMINACION DE LA VARIABLE	DEFINICION	NIVEL	INDICADOR  (Unidad)	INSTRUMENTO
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Porcentaje de productividad	Cantidad de trabajo realizado expresado numéricamente.	Descriptivo Correlacional.	Tablas y gráficos estadísticos que presentan el porcentaje de productividad en las partidas de concreto armado en establecimiento hotelero dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco. (%)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato de recolección de información.</li> <li>• Observación en campo.</li> <li>• Fotografías.</li> </ul>
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>	Tiempo de ejecución	Se denomina tiempo de ejecución al intervalo de tiempo que se demora en hacer una determinada tarea.	Descriptivo Correlacional.	Tablas y gráficos estadísticos que presentan el tiempo de ejecución en las partidas de concreto armado en establecimiento hotelero dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco. (Minutos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato de recolección de información para tiempo productivo.</li> <li>• Observación en campo.</li> <li>• Fotografías.</li> </ul>
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>	Rendimientos reales de la mano de obra.	Proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue.	Descriptivo Correlacional.	Tablas y gráficos estadísticos que presentan los rendimientos reales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato de recolección de información.</li> <li>• Observación en campo.</li> <li>• Fotografías.</li> </ul>
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>	Cantidad de trabajo ejecutado en las partidas de concreto armado en establecimiento hotelero dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco.	Proporción de avance laboral expresada en unidades de medida.	Descriptivo Correlacional.	Tablas y gráficos estadísticos que presentan la cantidad de trabajo realizado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formato de recolección de información.</li> <li>• Observación en campo.</li> <li>• Fotografías.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

**CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO****2.1 Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual****2.1.1 Antecedentes a Nivel Local****➤ PALMA NUÑEZ, AYKO GULNARA (2015).****RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN LAS INSTALACIONES SANITARIAS DEL BLOQUE 13 DE LA CONSTRUCCION DE HOSPITAL ANTONIO LORENA. UAC, CUSCO.**

La presente investigación trata de la obtención de rendimiento y productividad de mano de obra para algunas actividades de construcción de edificaciones, como son las instalaciones sanitarias. Este análisis fue realizado, tomando como base la construcción el Bloque 13 del Hospital Antonio Lorena. Dicho análisis se realiza con el fin de encontrar un estándar de rendimiento que permita la comparación de estas actividades en la realización de proyectos de características similares. La tesis en mención concluye en que los valores de productividad y rendimiento están por debajo de estándares de acuerdo a la productividad de V. Ghio. Castillo. Los estudios de rendimiento y productividad permiten ejercer una labor eficiente en la planeación y control de los distintos procesos constructivos, por lo que en la presente tesis los datos de productividad nos servirán para hacer un análisis comparativo.

**2.1.2 Antecedentes a Nivel Nacional****➤ MORILLO SANTA CRUZ, TANIA ELENA Y LOZANO VARGAS, MIGUEL ÁNGEL (2012).****ESTUDIO DE LA PRODUCTIVIDAD EN UNA OBRA DE EDIFICACIÓN. PUCP, LIMA.**

Esta investigación consiste en un estudio de tiempos y movimientos aplicado a la construcción de una obra de edificación. El principal aporte que brinda hacer un estudio de esta naturaleza está en conocer las operaciones que conforman el proceso, lo cual



permite elaborar propuestas de mejora con el fin de hacer los procesos más eficientes es así que el flujo de procesos es usado en la presente investigación. Esto no sólo beneficia a la empresa sino también a los trabajadores, proporcionándoles un método que facilite las labores que realizan y a la vez les permita obtener mejores resultados, es decir, trabajar de forma inteligente.

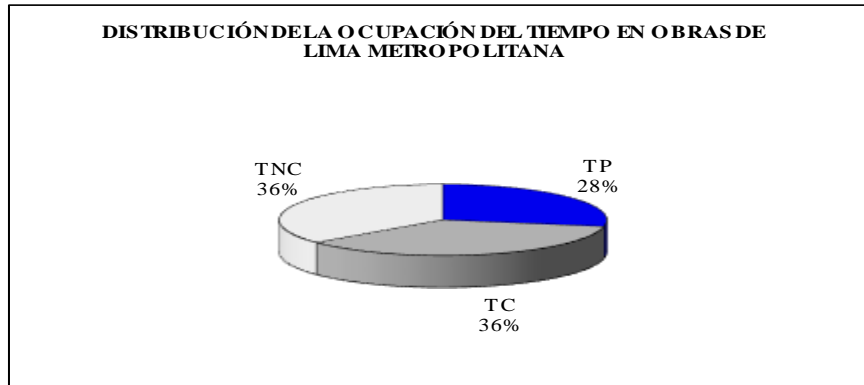
La tesis en mención concluye que el análisis de proceso basado en un estudio de tiempos y movimientos proporciona resultados que son el punto de partida para elaborar propuestas de nuevas tecnologías y practicas sencillas para la mejora de los procesos.

➤ **BULEJE REVILLA, KENNY ERNESTO (2013).**

**PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CONDOMINIO APLICANDO CONCEPTOS DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION. PUCP, LIMA.**

En los primeros capítulos se presenta la teoría acerca del lean construcción, definiciones y marco teórico, para después mostrar la aplicación a la construcción de un condominio, el proyecto al cual se basa la presente tesis es el condominio villa santa clara, construido por la empresa Besco edificaciones. Además de las herramientas que propone el IGLC (International Group Of Lean Construction), se tomara mediciones de rendimientos reales de todas las actividades en un formato llamado ISP (Informe Semanal de Producción). Con la cual se demostrara las especializaciones del personal obrero. Esta investigación tiene como una de sus conclusiones a la variabilidad, mientras mayor sea la variabilidad en una obra, mayor será el impacto en el presupuesto y el tiempo de ejecución de la obra.

En el Perú, hace unos años se vienen realizando estudios de niveles de productividad. Presentamos un ejemplo del resultado de la ocupación del tiempo en obras de Lima Metropolitana obtenido en tesis desarrolladas en la Pontificia Universidad Católica del Perú, bajo el asesoramiento del Ing. Virgilio Ghio para el año 2000, cifras las cuales servirán para conclusiones en la presente tesis.

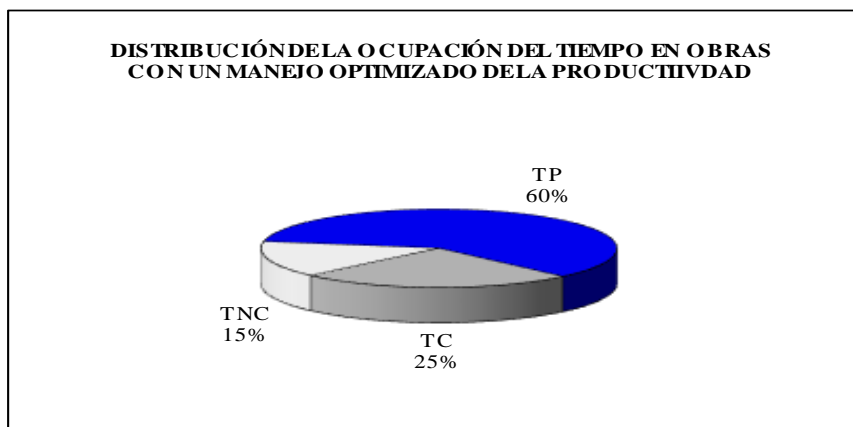


**Figura 1.** Distribución de ocupación del tiempo en obras de Lima Metropolitana.

Fuente: Ghio, Virgilio, Año 2000.

Cabe destacar que en la actualidad en nuestro país existen empresas constructoras que vienen aplicando con éxito prácticas de la filosofía de construcción sin pérdidas.

Mostramos la distribución de la ocupación del tiempo en obras con un manejo optimizado de la productividad dirigida por empresas orientadas a la construcción sin pérdidas.



**Figura 2.** Distribución de ocupación del tiempo en obras con manejo optimizado.

Fuente: Ghio, Virgilio, Año 2000.





### 2.1.3 Antecedentes a Nivel Internacional

➤ **RODRIGO ALPUCHE SÁNCHEZ (2004).**

**EL IMPACTO DE LA CALIDAD TOTAL Y LA PRODUCTIVIDAD EN EMPRESAS DE CONSTRUCCION. UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS, CHOLUCA, PUEBLA, MEXICO.**

Las empresas constructoras no han sido ajenas a esta nueva filosofía, y hoy en día se preocupan más por el aspecto corporativo de la misma cuando la calidad de su producto garantiza su existencia en el medio, cosa que hasta hace unos pocos años era de interés solamente para las empresas manufactureras y de servicio, asimismo se concluyó que evaluar la productividad, permite identificar las practicas que ocasionan problemas durante la ejecución de obra, razón por la que se toma en cuenta la calidad del producto dentro de la presente investigación.

➤ **MARIO LEONE SEGISMONDI (2004).**

**DISEÑO DE UN MODELO PARA GERENCIAR LA PRODUCTIVIDAD DE CONSTRUCCION EN OBRAS DE INGENIERIA. UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO, CARACAS.**

El desarrollo del modelo se realizó con base en el siguiente esquema metodológico: definir el modelo para el manejo de la productividad de construcción en las diferentes etapas de un proyecto; definir las actividades claves a controlar la actividad, clasificadas de acuerdo a la disciplina de construcción; definir el procedimiento para realizar mediciones de la productividad; y establecer un formato para el manejo y almacenamiento histórico de los datos, tesis la cual servirá el desarrollo de las conclusiones.

## 2.2 Aspectos Teóricos Pertinentes

### 2.2.1 Mano de obra

En términos generales se conoce como mano de obra al individuo o individuos que intercambian sus cualidades o condiciones físicas por un salario o sueldo. Podemos decir que la mano de obra engloba, por tanto, al colectivo de personas que son capaces de poner sus conocimientos al servicio de la producción de un bien o servicio. Sin mano de obra no hay producción, y sin producción la mayoría de las cosas de las que disfrutamos diariamente no existirían, desde una botella de agua hasta un bolígrafo. Absolutamente todo tiene un proceso de creación en la que directa o indirectamente la mano de obra está implicada. El concepto “mano de obra” puede clasificarse, pudiendo diferenciar así entre mano de obra directa o indirecta.

#### 2.2.1.1 Mano de obra directa

La mano de obra directa es aquella que está involucrada en áreas como la producción de un bien o la prestación de algún servicio, pudiendo incluir en esta clasificación a los obreros u operarios que hacen posible la creación de dichos bienes o servicios.

#### 2.2.1.2 Mano de obra indirecta

La mano de obra indirecta es aquella que se encarga de la administración de las empresas que fabrican estos bienes o servicios.

### 2.2.2 Productividad

Productividad es la relación entre lo producido y los recursos empleados para llegar a ello. Se puede expresar como:

$$PRODUCTIVIDAD = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Recursos empleados}}$$

La productividad se define como una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado. Según Serpell 1993.



En suma, la productividad es el acto de acercar a la empresa a ser rentable, de este modo las acciones que acercan a una empresa a ser rentable son productivas y las acciones que no acercan a la empresa a ser rentable no son productivas. Goldratt, Eliyahu (1998).

### 2.2.3 Trabajo

El trabajo que realiza el personal obrero en los diferentes procesos de construcción es la expresión final o la demostración de la acción de la administración de obra. Los elementos básicos del trabajo son:

- Personal : - Aporta habilidades o capacidades
  - Demanda satisfacción de deseos y habilidades
- Materiales, necesarios para la ejecución del trabajo
- Ubicación: - Acceso al lugar de trabajo
  - Entorno de la obra
- Herramientas y equipos requeridos
- Información: - Técnica de gestión

Los elementos básicos presentes en un trabajo afectan y son afectados por el método constructivo utilizado para realizar dicho trabajo.

El contenido de trabajo de una tarea o una actividad de construcción se compone de:

- Trabajo productivo (TP)
- Trabajo contributorio (TC)
- Trabajo no productivo o no contributorio (TNC)

#### 2.2.3.1 Trabajo productivo (TP)

Aquel que aporta en forma directa a la producción. Ejemplo: colocación de ladrillos, pintado de un muro, colocación de fierros, vaciado de concreto etc.



### 2.2.3.2 Trabajo contributorio (TC)

Aquel trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Es una actividad necesaria pero que no aporta valor. Ejemplo: recibir o dar instrucciones, leer planos, medir, acarrear material, limpiar, transportar materiales o herramientas, etc.

### 2.2.3.3 Trabajo no productivo o no contributorio (TNC)

Cualquier trabajo que no corresponda a las categorías ya mencionadas. Son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor. Ejemplo: caminar con las manos vacías, trabajo rehecho, esperar, etc.

Serpell, Alfredo (1993); Ghio, Virgilio (2000).

## 2.2.4 Índice de productividad

El índice de productividad es un valor numérico que expresa el porcentaje de tiempo que el personal obrero invierte en realizar trabajo productivo. Este valor necesariamente debe ir asociado a los porcentajes de tiempo que invierte el personal obrero en realizar trabajo contributorio y trabajo no contributorio durante el desarrollo de una misma actividad. Estos tres índices son necesarios para realizar una evaluación de productividad en obra. Este parámetro es el que se emplea para realizar la presente investigación.

## 2.2.5 Proyectos de construcción

Según Alfredo Serpell en su libro Administración de operaciones de Construcción existen diferentes tipos de proyectos de construcción, los que son de variadas magnitudes. Éstos básicamente se pueden clasificar en:

- Proyectos de edificación
- Proyectos de obras civiles
- Proyectos de construcción de caminos
- Proyectos de construcción industrial

### 2.2.5.1 Proyectos de edificación

En esta categoría se encuentran proyectos habitacionales, educacionales, comerciales, sociales y de recreación, de salud, etc.

### 2.2.5.2 Proyectos de obras civiles

Se caracterizan por la utilización de maquinaria y equipo pesado y son generalmente de una envergadura importante. Se incluyen en ésta clasificación los túneles, centrales hidroeléctricas, puertos, aeropuertos, etc.

### 2.2.5.3 Proyectos de construcción de caminos

Están básicamente orientados a dar un servicio público, siendo el estado el principal demandante. Estos proyectos requieren generalmente de la ejecución de excavaciones, rellenos, pavimentos, obras de arte y puentes.

### 2.2.5.4 Proyectos de construcción industrial

Corresponden a los que tienen un alto contenido de obras civiles y de montaje de instalaciones para la producción industrial. Se incluyen los proyectos de refinerías de petróleo, los de plantas químicas, las instalaciones industriales, etc.

## 2.2.6 Otras definiciones básicas

### 2.2.6.1 Rendimiento

Es la cantidad de trabajo desarrollado para producir una unidad de medida en un tiempo determinado. El rendimiento de la mano de obra se define como:

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

### 2.2.6.2 Velocidad de producción

Se define como la producción de una determinada partida en un lapso de tiempo preestablecido. Así se puede expresar en: und./hrs. Es el elemento básico para la realización de planificaciones.

### **2.2.7 Planificación**

Acto de definir el criterio para generar las estrategias de producción así como las directivas para lograr que se cumplan con éxitos dichos criterios. Ghio, Virgilio (2000).

### **2.2.8 Pérdida**

Es toda aquella actividad que tiene un costo pero que no le agrega valor al producto terminado. Algunos autores definen dos niveles de pérdidas: pérdidas de primer nivel (relacionadas al trabajo no contributivo) y pérdidas de segundo nivel (referidas al trabajo contributivo) en la construcción estas pérdidas se concentran en excesivos transportes de materiales, excesivas mediciones en procesos constructivos y materiales entre otras. Ghio, Virgilio (2000).

### **2.2.9 Proceso**

Una de las partes o fases naturales y sucesivas de las que se componen un proyecto o conjunto de ellos. Como características de un proceso podemos señalar que son naturales, sucesivos, interdependientes e indispensables, con un alcance definido, con recursos y responsable determinado. Ghio, Virgilio (2000); Vitteri, José Luis (2004).

### **2.2.10 Procedimiento**

Es la expresión del conocimiento y experiencia acumulada para la ejecución de una tarea determinada, también se define como el conjunto de pasos que se deben dar en forma ordenada para desarrollar un proceso o tarea dentro de una actividad dada y con una calidad determinada. León, Raúl (2002); Vitteri, José Luis (2004).

### **2.2.11 Proceso de conversión**

Parte del proceso de producción en el que se realiza la conversión de materiales en bruto en algún producto intermedio o terminado.

### 2.2.12 Flujo de trabajo

Es el movimiento de información y materiales a través de la red de unidades de producción, en cada una de las cuales son procesados antes de pasar a una siguiente unidad de producción.

### 2.2.13 Línea de producción

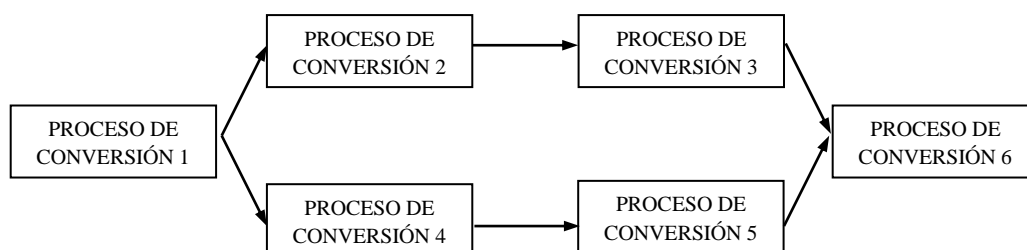
Serie secuencial de unidades de producción donde los recursos son transformados en productos intermedios o terminados.

### 2.2.14 Variabilidad

La variabilidad es todo lo que aleja a un proceso de producción de un comportamiento regular y predecible. Vitteri, José Luis (2004).

### 2.2.15 Modelo de conversión de procesos

Es un modelo de planificación convencional en el cual el proceso de producción es considerado simplemente como una secuencia de procesos de conversión, dejando de lado los flujos físicos que existen entre estos procesos de conversión. Estos flujos consisten principalmente en movimientos, esperas e inspecciones. Ghio, Virgilio (2000).



**Figura 3. Modelo de conversión de procesos.**

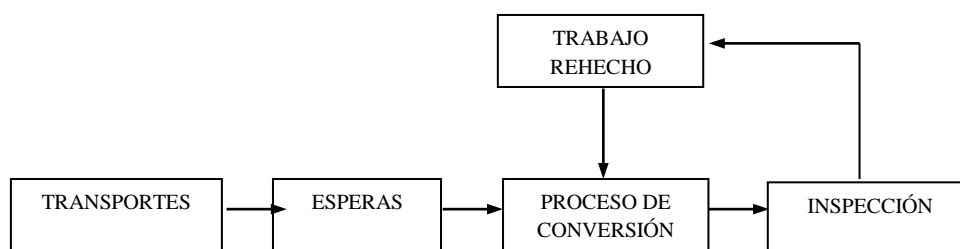
**Fuente: Ghio, Virgilio (2000).**

La función principal del modelo de conversión de procesos es generar una descomposición jerárquica del trabajo, de forma que estas actividades descompuestas pueden ser controladas y optimizadas.

Este modelo, por lo tanto se olvidad de las pérdidas lo cual dificulta encontrarlas y eliminarlas en la práctica.

### 2.2.16 Modelo de flujo de procesos

Es un nuevo modelo de planificación en el cual se ve el trabajo como un flujo de información compuesto por la conversión propiamente dicha, la inspección, los transportes y las esperas. Su principal objetivo se centra en la eliminación de pérdidas y en la reducción de tiempos de cada actividad. Este modelo reconoce que la conversión de procesos en sí, generalmente tiene algún nivel de pérdidas (TC y TNC); sin embargo, la mayor concentración de estas está en el resto de trabajos incluidos principalmente en los flujos. Ghio, Virgilio (2000).



**Figura 4. Modelo de flujo de procesos.**

**Fuente: Ghio, Virgilio (2000).**

### 2.2.17 Constructibilidad

El término constructibilidad define la facilidad y eficiencia con las cuales se pueden construir las estructuras. La constructibilidad consiste básicamente en incorporar personal con experiencia y conocimiento de construcción en las etapas preliminares de un proyecto, a fin de mejorar la aptitud constructiva de una obra. La constructibilidad apunta hacia una ejecución más eficiente de los proyectos de construcción, basada en la interacción e intercambio de experiencia de ingenieros de diseño, arquitectos y constructores. Serpell, Alfredo (1993).



### 2.2.18 Benchmarking

Se refiere a la comparación de nuestro desempeño actual contra la del líder del negocio en un área en particular. En esencia significa encontrar e implementar la mejor práctica en nuestro campo. Ghio, Virgilio (2000).

### 2.2.19 Sistema Last Planner

Es un sistema de control que mejora sustancialmente el cumplimiento de actividades y la correcta utilización de recursos de los proyectos de construcción.

Su principio básico se basa en aumentar el cumplimiento de las actividades de construcción mediante la disminución de la incertidumbre asociada a la planificación. Para explicar este principio revisemos tres situaciones que suceden en los proyectos de construcción. La Fig. 5 muestra la situación general del proyecto; en la etapa de planificación se determinan los plazos y recursos de las actividades, es decir, lo que “debería hacerse” (recuadro negro). Sin embargo, a medida que avanza el proyecto se hace cada vez más difícil de cumplir el plan inicial, y lo inicialmente planeado se modifica. En ese punto la situación cambia hacia lo que “se hará” realmente en el proyecto (recuadro azul). Finalmente, el plan inicial se ha modificado de tal forma que solo “se puede” ejecutar la obra de una forma distinta a lo planteado inicialmente (recuadro naranja).



**Figura 5.** Situación general de los proyectos de construcción.

Fuente: [www.leanconstructionenterprise.com](http://www.leanconstructionenterprise.com)

En ocasiones, la situación de los proyectos de construcción no es tan crítica como la descrita en la Fig. 5. Debido a que se toman medidas de control que permiten un mejor cumplimiento del plan inicial. No obstante, permanece la ejecución de algunas actividades de construcción en una intercepción entre “se puede” y “se hará”. La Fig. 6 muestra esa situación. En ese caso la incertidumbre asociada a las actividades no es posible controlarla adecuadamente y algunas de ellas no se ejecutan como lo indica el plan inicial.



*Figura 6.*Situación de proyectos con mejor planeación.

Fuente: [www.leanconstructionenterprise.com](http://www.leanconstructionenterprise.com)

Mediante la implementación de Last Planner es posible que los plazos y recursos de los proyectos se ejecutan tal como lo establece el plan inicial. En este caso el plan “se puede” y “se hará” (Fig. 5).



*Figura 7.*Situación del proyecto con la aplicación de Last Planner.

Fuente: [www.leanconstructionenterprise.com](http://www.leanconstructionenterprise.com)

### **Implementación del sistema de control**

La implementación de Last Planner es muy sencilla pero requiere de un estricto cumplimiento. Esta consiste en general en crear planificaciones intermedias y semanales, enmarcadas dentro de la programación inicial o plan maestro del proyecto, analizando las restricciones que impiden el normal desarrollo de las actividades. Estas tres planificaciones

forman una especie de pirámide (Fig. 8) en donde la base que la sustenta es el plan maestro.

En la determinación de los planes deben participar el equipo de trabajo del proyecto. Cada uno de los miembros debe contribuir a que los planes sean congruentes entre sí.

El plan maestro cubre todas las actividades de construcción del proyecto; desde su inicio hasta su terminación. El plan intermedio se obtiene del plan maestro y puede realizar para un plazo de 3 meses. Cuando se ejecute el primer plan intermedio, se debe crear otro para las actividades del próximo trimestre, y así sucesivamente hasta terminar la obra. El plan semanal se determina con base en el plan intermedio. Este plan contiene las actividades que se ejecutarán cada semana.



*Figura 8.* Esquema de los planes necesarios en el proyecto.

Fuente: [www.leanconstructionenterprise.com](http://www.leanconstructionenterprise.com)

### 2.2.20 El metodo just in time

El Método Just In Time (Justo a Tiempo, en castellano) es un método de dirección industrial o sistema de organización de la producción que tiene su origen durante la década de los 80 en Japón.

Fue implantado por primera vez en las plantas de la marca de vehículos Toyota (de ahí que sea conocido también como Método Toyota o Método JIT); para ser adoptado, posteriormente, por multitud de organizaciones europeas y norteamericanas.

En la mayoría de las empresas, aunque no nos demos cuenta, se desperdicia una gran cantidad de tiempo y recursos, derivados



fundamentalmente de problemas de organización. Con el Método Just In Time se trata de minimizar este problema eliminando los elementos innecesarios del proceso productivo con el objetivo de reducir costes y aumentar la calidad. Se busca obtener un flujo de producción muy fluido a lo largo de toda la cadena productiva, donde a cada fase le siga la siguiente sin ningún tipo de interrupción.

En la actualidad, su principal ámbito de aplicación es en lo referente a la gestión de stocks e inventarios, el aspecto más importante de este sistema es el de eliminar o, en su caso, mantener los inventarios al mínimo nivel posible donde los suministradores entregan justo lo necesario y en el momento necesario, para completar el proceso productivo.

Según los principios del Just In Time, el inventario no sólo es un elemento que no añade valor a lo largo del proceso productivo y que conlleva costes elevados, sino que además no permite lograr los objetivos de control de la calidad y de respuesta rápida a los cambios de la demanda. Todo lo que se sitúe por encima de la cantidad mínima necesaria se considera un despilfarro.

Por ello, su principal beneficio es que permite reducir el costo de la gestión y por pérdidas en almacenes que se producen como consecuencia de acciones innecesarias.

Su filosofía:

**Producir los elementos que se necesitan, en las cantidades que se necesitan, en el momento en que se necesitan.**

Las finalidades de este método son:

- Minimizar la inversión en inventario
- Acortar el tiempo de espera de la producción
- Reaccionar de forma rápida ante los cambios de la demanda
- Optimizar los sistemas de producción

## CAPITULO III: METODOLOGÍA

### 3.1 Metodología de la investigación

#### 3.1.1 Tipo de investigación

El siguiente estudio comprende diferentes aspectos para establecer el tipo de investigación los cuales veremos a continuación:

##### 3.1.1.1 Según la tendencia

###### 3.1.1.1.1 Investigación cuantitativa

La presente investigación es cuantitativa por qué pretende decir, un hecho tangible y real usando magnitudes numéricas que pueden ser tratadas mediante herramientas del campo de la estadística.

##### 3.1.1.2 Según la orientación

###### 3.1.1.2.1 Investigación Prospectiva transversal descriptiva de observación

- La presente investigación es prospectiva, porque se recopila datos e información según el avance de la construcción.
- La investigación es trasversal, porque los datos recolectados en un determinado momento tendrán el propósito de dar a conocer variables las cuales serán analizadas.
- La investigación es descriptiva, porque se desea describir en todos sus componentes una realidad.
- La investigación es observacional, porque se realizan percepciones casuales u ocasionales, comprobando los hechos tal y como se presentan espontáneamente, sin hipótesis previa, es decir, sin intencionalidad de buscar una relación entre dos o más variables.

##### 3.1.1.3 Según el análisis y alcance de sus resultados

###### 3.1.1.3.1 Estudio descriptivo

La investigación es descriptiva, porque la información es recolectada sin cambiar el entorno además busca descripciones de aspectos que miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar.



### **3.1.2 Nivel de la investigación**

#### **3.1.2.1 Nivel descriptivo correlacional**

La presente investigación es descriptiva correlacional, se seleccionan una serie de conceptos o variables y se mide cada una de ellas independientemente de las otras, con el fin de describirlas, el énfasis está en el estudio independiente de cada característica, es posible que de alguna manera se integren la mediciones de dos o más características con el fin de determinar cómo es o cómo se manifiesta el fenómeno.

### **3.1.3 Método de la investigación**

#### **3.1.3.1 Método hipotético deductivo**

El método hipotético-deductivo es el procedimiento o camino que sigue el investigador para hacer de su actividad una práctica científica. El método hipotético-deductivo tiene varios pasos esenciales: observación del fenómeno a estudiar, creación de una hipótesis para explicar dicho fenómeno, deducción de consecuencias o proposiciones más elementales que la propia hipótesis, y verificación o comprobación de la verdad de los enunciados deducidos comparándolos con la experiencia. Este método obliga al científico a combinar la reflexión racional o momento racional (la formación de hipótesis y la deducción) con la observación de la realidad o momento empírico la observación y la verificación.

### **3.2 Diseño de la investigación**

#### **3.2.1 Diseño metodológico**

Para el diseño de la presente tesis se plantea la manera más práctica y precisa para cumplir con los objetivos del estudio, ya que el diseño de investigación indica los pasos a seguir para llegar a demostrar o rechazar la hipótesis, dicho diseño para la presente tesis es no experimental en vista que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en



la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. (Kerlinger, 2002).

### **3.2.1.1 Principales componentes del diseño no experimental**

Lo acompañan tres grandes componentes que son:

a) La elección de técnicas de recolección de datos. Que básicamente se refiere a las técnicas y herramientas de las que vamos a hacer uso al momento de llevar a cabo el trabajo de campo en la investigación, y con esos datos llegar a conclusiones sobre nuestras hipótesis.

b) Selección de estrategias. Que se refiere al modo en que vamos a llevar a cabo la investigación, y que en este punto es donde decidiremos no solo si la investigación es no experimental sino que, también el tipo de investigación no experimental que será.

c) El diseño de la muestra. Que se refiere a la manera en que vamos a elegir a una muestra que sea representativa de la población que es objeto de estudio.

### **3.2.2 Diseño de ingeniería**

A continuación se muestra un flujograma el cual describe los pasos metodológicos de ingeniería realizados.

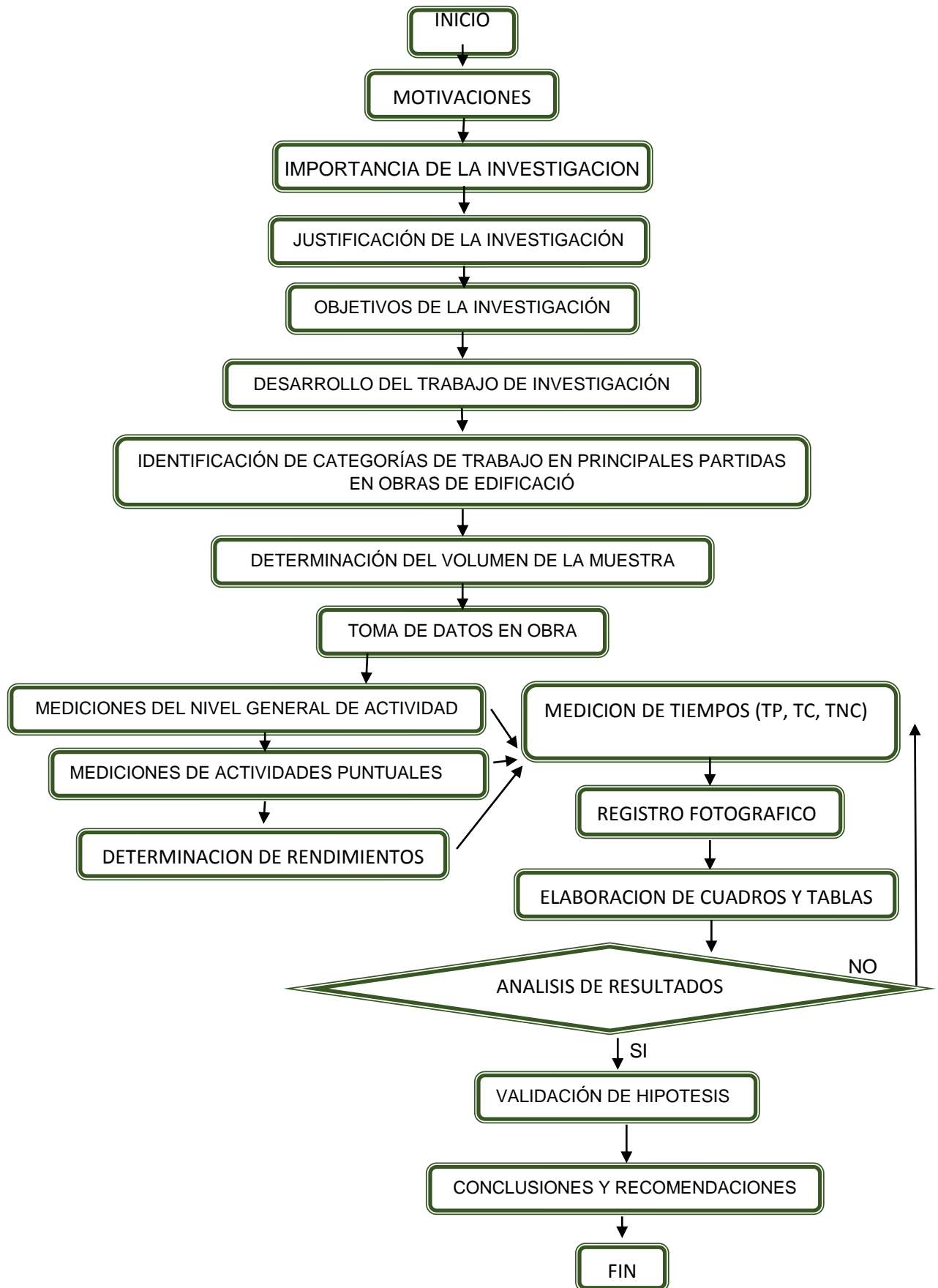


Figura 9. Flujograma de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.





### **3.3 Población y muestra**

#### **3.3.1 Población**

##### **3.3.1.1 Descripción de la población.**

La obra "CONSTRUCCIÓN DE ESTABLECIMIENTO HOTELERO EN LA CALLE TAMBO DE MONTERO EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO" está compuesta por la parte técnica en la cual se tiene como residente de obra a un arquitecto, además cuenta también con un asistente técnico y un almacenero. Por otro lado la población estudiada está comprendida por obreros que trabajan en la primera parte de la construcción la cual comprende la ejecución de elementos en concreto armado, cabe resaltar que la segunda parte de la construcción no es susceptible a la investigación por ser esta estrictamente de asentado de muros y acabados en general.

##### **3.3.1.2 Cuantificación de la población.**

La población susceptible a la investigación está conformada por 21 obreros los cuales integran el grupo encargado de la primera etapa de construcción, un almacenero además del personal del área técnica, ascendiendo de esta manera a un total de 24 personas.

#### **3.3.2 Muestra**

##### **3.3.2.1 Descripción de la muestra**

El muestreo del trabajo consiste en numerosas observaciones cortas de la labor de los obreros en su sitio de trabajo y de la utilización de los materiales y equipos además de los procesos de trabajo para la construcción.

Con una muestra representativa de un tamaño lo suficiente grande para ser estadísticamente valida, ciertas características del proyectos puedan ser pronosticadas, esta predicción no es exacta, pero si la muestra es representativa, el resultado puede representar muy de cerca el estado actual. (Deming, 1982)

### 3.3.2.2 Cuantificación de la muestra.

Por razones estadísticas se recomienda que, en general, en cualquier programa de muestreo se realicen no menos de 384 observaciones, ya que de esta forma se obtiene una confiabilidad de 95% y un error no mayor de  $\pm 5\%$  (es decir, resultado entre un 45% y un 55% para una proporción observada de 50%).

Para el presente cálculo se usó la siguiente fórmula. Llamando  $I$  al error aceptado en cada sentido, entonces se tiene que:

$$I = k_{\alpha/2} \cdot \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$$

Donde:

$I$  = Error aceptado en cada sentido ( $\pm$ )

$k_{\alpha/2}$  = Valor de la variable normal estándar para un nivel de confianza  $\alpha$   $Z(0.95)=1.96$

$a$  = Nivel de confianza

$n$  = Número de ensayos

El procedimiento normal para un muestreo del trabajo es fijar el nivel de confianza requerido, y el error aceptado, y a partir de estos parámetros, determinar el número de observaciones necesarias. Entonces, despejando  $n$ :

$$n = k_{\alpha/2}^2 \cdot \frac{p(1-p)}{I^2}$$

Nota: Los conceptos para la validación estadística para la medición del nivel general de actividad en obra fueron extraídos de Serpell, Alfredo 1993 "Administración de operaciones de construcción". Ediciones Universidad Católica de Chile.

### 3.3.2.3 Método de muestreo.

El muestreo discrecional es más comúnmente conocido como muestreo intencional. En este tipo de toma de muestras, los sujetos son elegidos para formar parte de la muestra con un objetivo específico. Por esta razón este tipo de método para nuestra determinación de índices de productividad es la más adecuada, ya que es intencional el cálculo productividad en cada partida elegida.

### 3.3.2.4 Criterios de evaluación de muestra.

Para la evaluación de muestra en el presente trabajo de investigación se realizaron formatos de medición de productividad y rendimiento laboral en los diferentes frentes de trabajo.

### 3.3.3 Criterios de inclusión

Los procesos seleccionados son los más representativos de cada partida, y serán tomados como patrón de referencia para el entendimiento de la composición del trabajo, esto debido a la gran complejidad y variedad de los trabajos que se pueden encontrar en construcción.

PARTIDA	PROCESO
▪ Obras de concreto armado	▪ Encofrados ▪ Habilitado y armado de acero ▪ Preparación y vaciado de concreto

Figura 10. Partida más representativa.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.3.1 Clasificación de las categorías de trabajo en los procesos identificados

Para que se pueda tener un mejor entendimiento de los parámetros tomados para realizar la clasificación de las categorías de trabajo, previamente se explicarán algunos conceptos. Como ya se tiene una idea general de lo que significa trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no productivo o no contributivo, ahora se verá

en forma más específica qué tipo de actividades contiene cada una de las mencionadas categorías de trabajo.

#### **3.3.3.1.1 Trabajo productivo.**

Si bien el trabajo productivo es aquel que aporta en forma directa a la producción, según Oglesby no existe un modo estandarizado para determinar si un trabajo es productivo. La determinación dependerá tanto del criterio del observador como de las circunstancias en que el trabajo es realizado; tomando siempre en cuenta que este debe ser realizado de manera eficiente. Estos lineamientos fueron tomados como base para la presente investigación.

Un parámetro que se tomó en cuenta para la clasificación fue que los procesos de conversión sigan una línea de producción. Si el trabajo realizado se encuentra bajo un orden, ayuda a disminuir la incertidumbre que se puede presentar en el desarrollo de una actividad. Por ejemplo si hablamos de habilitado de acero y de habilitado de madera para encofrados vemos que se encuentra una gran diferencia entre ambos procesos. En la mayoría de los casos el proceso de habilitado de acero es concluido siguiendo un orden preestablecido antes de llegar a la etapa de colocación de acero, mientras que la madera es habilitada a medida que se van construyendo las formas para los encofrados, esta situación incrementa los flujos, es común observar a un obrero movilizarse repetidamente en busca de la madera más aparente para el trabajo que venga realizando. Las condiciones en que se encuentra el material con que se trabaja tienen una gran influencia en la eficiencia del proceso. No es lo mismo trabajar con madera en buenas condiciones que con madera desgastada por un uso excesivo.

#### **3.3.3.2 Trabajo contributorio.**

Dentro del trabajo contributorio se consideran las siguientes sub categorías:



- **Transporte:** podemos entender como transporte al desplazamiento que realiza un obrero para movilizar herramientas o materiales de un lugar a otro de la obra. En caso que la actividad sea cíclica (por ejemplo transportar concreto para vaciado) se considera como transporte llevar el material de un punto a otro y volver al punto de origen. Si el transporte es realizado de una manera excesiva e innecesaria es considerado como una actividad no contributiva.
- **Limpieza:** las actividades de limpieza dentro de una obra son variadas, principalmente comprenden: limpiar materiales, elementos terminados, herramientas y equipos, así mismo remover desechos y preparar superficies para otras actividades (como barrer el piso para el trazado de muros).
- **Instrucciones:** Se incluye el dar o recibir instrucciones así como el intercambio de información para la ejecución de alguna actividad. Estas actividades también involucran las iteraciones del personal técnico con el profesional (como sucede en la inspección o supervisión de trabajos.).
- **Mediciones:** Las mediciones no solo incluyen emplear instrumentos de medición como: wincha, escuadra, nivel o plomada sino también se emplean herramientas como cordeles, mangueras e incluso se tienen materiales que sirven como patrón de comparación. Las lecturas de planos también son consideradas mediciones así como el proceso.
- **Otros Contributivos:** En esta subcategoría se considera actividades que pudieron ser productivas pero que por la ineficiencia o la lentitud de su ejecución no llegan a serlo, preparación de equipos y reparación de herramientas. Otras actividades que contribuyen a realizar trabajo productivo y no están enmarcadas en las anteriores subcategorías también son consideradas como otros trabajos contributivos (por ejemplo: seleccionar material, sujetar una escalera.).



### 3.3.3.3 Trabajo no contributivo o no productivo

Dentro del trabajo no contributivo o no productivo se consideran las siguientes subcategorías:

- **Viajes:** Se considera como viaje el desplazamiento del personal obrero con las manos vacías o caminar por la obra sin un fin aparente. El transporte excesivo e innecesario está enmarcado en esta subcategoría.
- **Tiempo ocioso:** En esta subcategoría se consideran la excesiva ineficiencia en la realización de una actividad (por ejemplo: buscar por mucho tiempo un retazo de madera.) La desconcentración y el consecuente alejamiento del trabajo es considerado tiempo ocioso (por ejemplo: mirar el trabajo de otros, hablar del partido de fútbol).
- **Esperas:** El tiempo que el obrero detiene su trabajo debido a que está aguardando por una instrucción, herramienta, material o espacio para trabajar es considerado como espera.
- **Trabajo Rehecho:** Toda actividad que vuelva a ser realizada, es considerada como trabajo rehecho.
- **Descanso:** El tiempo que el obrero detiene su trabajo debido a un agotamiento físico es considerado como descanso.
- **Otros no contributivos:** Se consideran actividades que lleven a satisfacer “necesidades” fisiológicas o al tiempo perdido en situaciones eventuales como en un accidente o alguna actividad que este fuera de la planificación de obra. (por ejemplo: ayudar a un proveedor a “arrancar” su camión.). Ya aclarados algunos conceptos que nos llevarán a un mejor entendimiento pasamos a clasificar las categorías de trabajo en los procesos identificados.

3.3.3.4 Categorías de trabajo en los procesos identificados

Tabla 2. *Habilitado y armado de acero en columnas, placas y vigas.*

PROCEDIMIENTO	TP	TC	TNC
Descarga y transporte a almacén		X	
Lectura de planos, mediciones en campo		X	
<b>HABILITADO DE ACERO</b>			
Transporte de almacén a espacio de habilitado		X	
Medir acero y alambre		X	
Cortar: acero y alambre	X		
Seleccionar piezas cortadas		X	
Transportar y acomodar las piezas en mesa de habilitado		X	
Medir		X	
Doblar ( dar forma al acero)	X		
<b>ARMADO DE ACERO</b>			
Seleccionar para transportar		X	
Medir en campo y marcar ubicación del elemento a armar		X	
Transportar acero habilitado hasta el lugar de armado		X	
Colocar acero	X		
Asegurar el acero en sus extremos	X		
Colocar estribos	X		
Medir y marcar con tiza ubicación de estribos		X	
Espaciar los estribos	X		
Atortolar	X		
Colocar acero de refuerzo (caso de vigas)	X		
Atortolar acero de refuerzo (caso de vigas)	X		
Colocar dados	X		

Fuente: Elaboración propia.

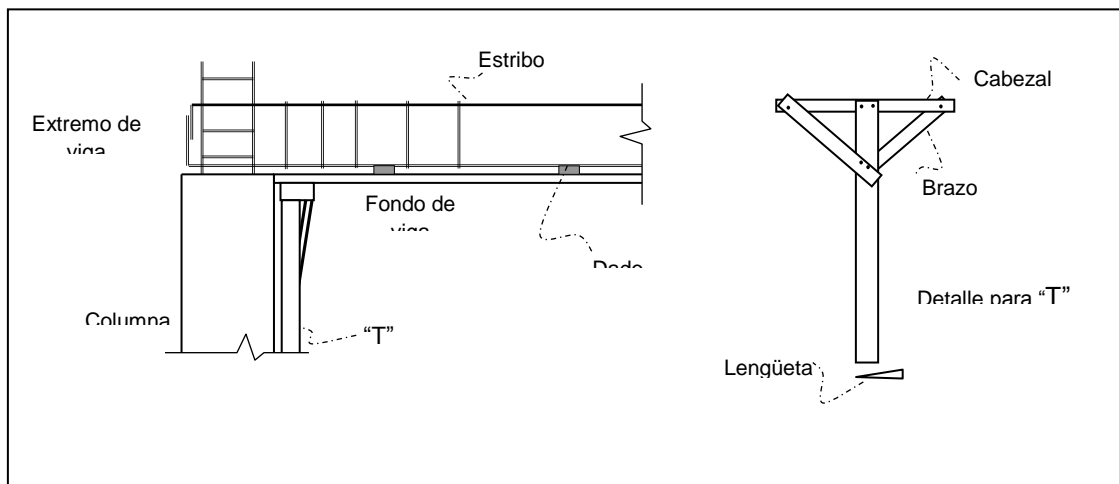


Figura 11. Grafico para identificar la nomenclatura utilizada en armado de acero y encofrado de vigas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. *Encofrado de vigas.*

PROCEDIMIENTO	TP	TC	TNC
<b>ARMADO DE "T"</b>			
Lectura de planos y mediciones en campo		X	
Selección de la madera (la más aparente para este fin)		X	
Medir la madera (dimensiones y alineamiento)		X	
Dar forma a la madera ( con azuelo, cepilladora, cierra eléctrica)		X	
Tomar y acomodar la madera para la "T"		X	
Colocar el cabezal para formar la "T"		X	
Medir (Centrar el cabezal y ver perpendicularidad)		X	
Clavar el cabezal sobre el pie derecho	X		
Colocar el primer brazo y medir (perpendicularidad del cabezal )		X	
Clavar el primer brazo	X		
Voltear la pieza construida		X	
Colocar el segundo brazo y medir (perpendicularidad del cabezal )		X	
Clavar el segundo brazo	X		
<b>FONDO DE VIGA</b>			
Lectura de planos y mediciones en campo		X	
Selección de la madera (la más aparente para este fin)		X	
Medir la madera (dimensiones y alineamiento)		X	
Dar forma a la madera ( con azuelo, cepilladora, cierra eléctrica etc)		X	
Empetrolar la madera habilitada		X	
Colocar la madera en posición y asegurar sus extremos con alambre #8 a los elementos que confinen la viga	X		
Calcular espaciamiento de las "T"		X	
Parar las "T" y colocarlas en sus posiciones		X	
Clavar las "T" al fondo de viga	X		
Colocar lengüetas en las bases de las "T" (para alcanzar el nivel necesario y hacer que queden estables)		X	
<b>PREPARACIÓN DE CANTILLONES</b>			
Selección de acero de 3/8"		X	
Medir ( la medida debe ser igual al ancho de la viga)		X	
Cortar	X		
Transportar hasta la viga		X	
<b>PREPARACIÓN DE TEMPLADORES</b>			



Transportar rollo de alambre		X	
Estirar enderezar y medir		X	
Doblar y cortar	X		
<b>COSTADO DE VIGA</b>			
Lectura de planos y mediciones en campo		X	
Selección de la madera (la más aparente para este fin)		X	
Medir la madera (dimensiones y alineamiento)		X	
Dar forma a la madera ( con azuelo, cepilladora, cierra eléctrica,etc)		X	
Empetrolar la madera habilitada		X	
Medir espaciamiento de barrote		X	
Perforar la madera para colocar templadores	X		
Colocar y clavar barrote	X		
Levantar las formas terminadas		X	
Acomodar en posición y medir		X	
Clavar y asegurar (en extremos y en fondo de viga)	X		
Colocar cantillones	X		
Pasar templadores	X		
Atortolar	X		
Medir aplomo y alineamiento respecto a ejes		X	

Fuente: Elaboración propia.

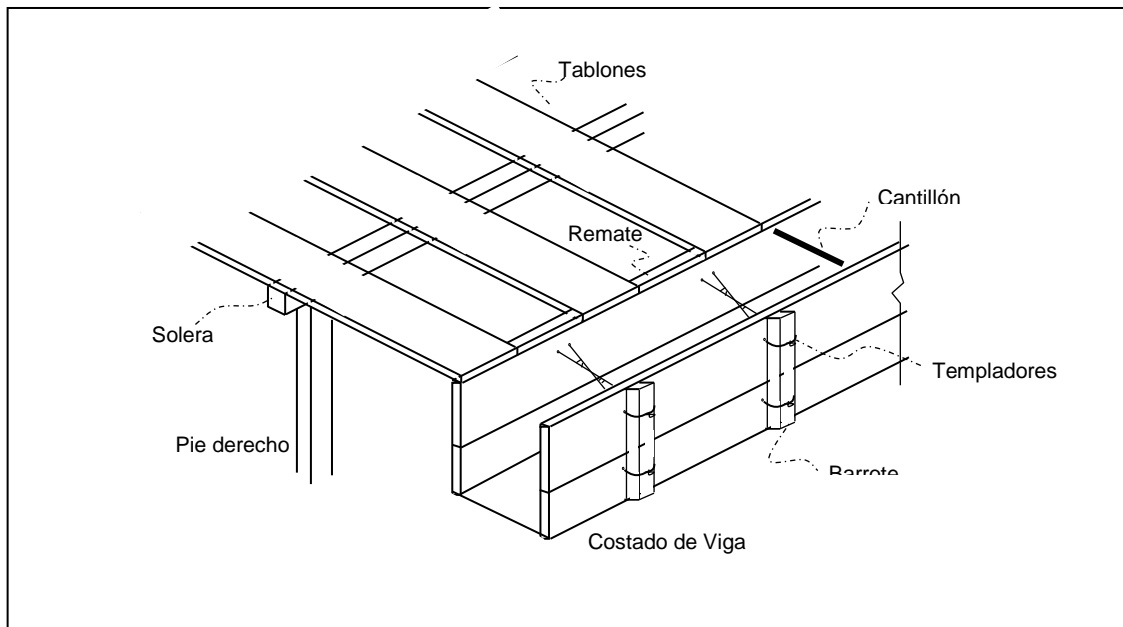


Figura 12. Gráfico para identificar la nomenclatura utilizada en Encofrado de viga y losa.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. *Encofrado de Losa.*

PROCEDIMIENTO	TP	TC	TNC
<b>SOLERAS</b>			
Lectura de planos y mediciones en campo		X	
Selección de la madera (la más aparente para este fin)		X	
Medir la madera (dimensiones y alineamiento)		X	
Dar forma a la madera ( con azuelo, cepilladora, cierra eléctrica)		X	
Empalmar la madera ( con calvos y alambres)	X		
Calcular espaciamiento de pies derechos		X	
Colocar los pies derechos en sus ubicaciones (suelo)		X	
Clavar pies derechos a soleras	X		
Parar las soleras con pies derechos	X		
Sujetar las soleras a costados de viga	X		
Colocar lengüetas a los pies derechos		X	
Tender el cordel y medir el nivel respecto a la losa		X	
<b>TABLONES</b>			
Lectura de planos y mediciones en campo		X	
Selección de la madera (la más aparente para este fin)		X	
Medir la madera (dimensiones y alineamiento)		X	
Dar forma a la madera ( con azuelo, cepilladora, cierra eléctrica)		X	
Medir espaciamiento de los tablones y marcar		X	
Transportar los tablones sobre las soleras		X	
Colocar tablones en sus ubicaciones	X		
Clavar tablones a soleras	X		
Tender cordel para medir y verificar nivel de la losa		X	
<b>PERÍMETRO DE VIGAS Y VIGUETAS</b>			
Mediciones en campo		X	
Selección de la madera (la más aparente para este fin)		X	
Medir la madera		X	
Dar forma a la madera ( con azuelo, cepilladora, cierra eléctrica)		X	
Colocar y clavar trozos de cinta (remates) de madera para cubrir el perímetro	X		

Fuente: *Elaboración propia.*

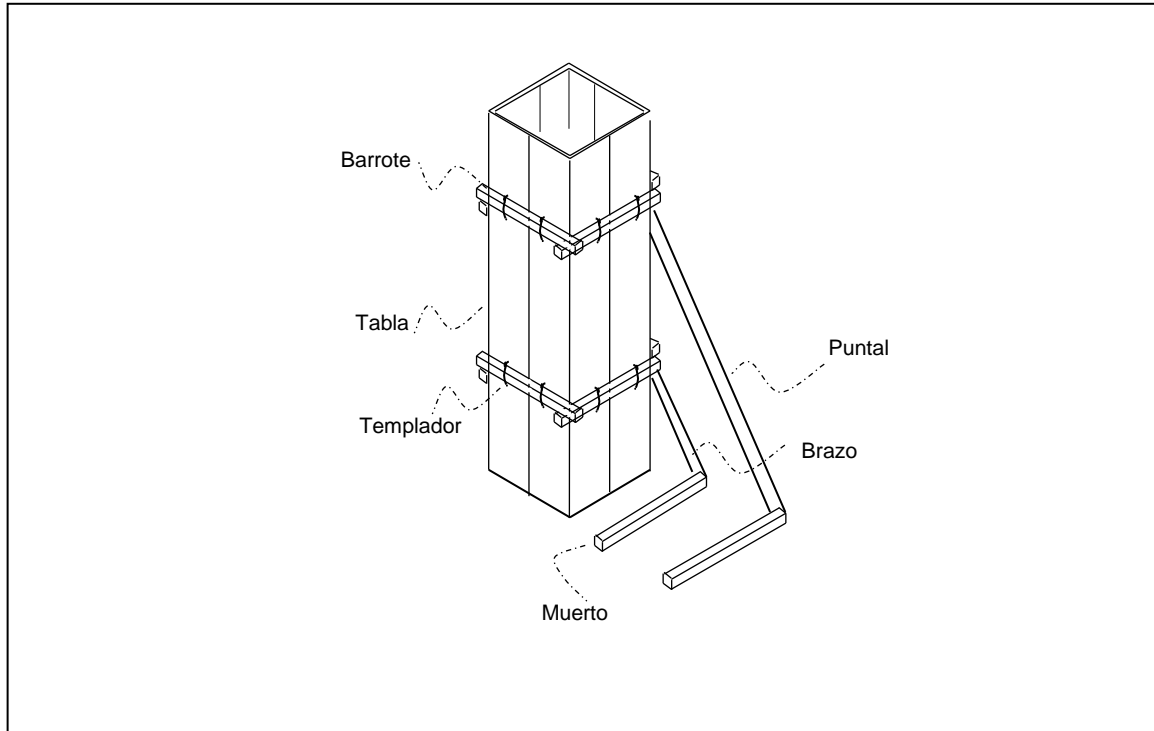


Figura 13. Gráfico para identificar la nomenclatura utilizada en Encofrado de columna.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Encofrado de columnas y placas.

PROCEDIMIENTO	TP	TC	TNC
Lectura de planos y mediciones en campo		X	
Selección de la madera (la más aparente para este fin)		X	
Medir la madera (dimensiones y alineamiento)		X	
Dar forma a la madera ( con azuelo, cepilladora, cierra eléctrica)		X	
Trazar en terreno la forma del elemento		X	
Armar las tapas (uniendo maderas)	X		
Colocar barrotes	X		
Clavar barrotes a tablas	X		
Perforar para pasar templadores	X		
Empetrolar la madera		X	
Parar la primera forma y colocar en posición	X		
Apuntalar temporalmente		X	
Parar segunda forma y colocar en posición	X		
Colocar templadores entre formas	X		

Medir aplomo		X	
Colocar muerto		X	
Colocar brazos y puntales		X	
Medir aplomo y escuadra		X	
Colocar primer costado	X		
Medir aplomo y escuadra		X	
Asegurar puntales (clavar)	X		
Colocar segundo costado	X		
Colocar muerto		X	
Colocar brazos y puntales (en forma definitiva)	X		
Medir aplomo y escuadra		X	
Asegurar barrotes con alambre (atortolar)	X		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Armado de losa.

PROCEDIMIENTO	TP	TC	TNC
Transporte de tecnopor o bloquetas a la losa		X	
Marcar con tiralíneas emplazamiento de bloquetas o tecnopor		X	
Tecnopor: Clavar clavos para asegurar tecnopor	X		
Colocar tecnopor o bloquetas	X		
Cortar tecnopor o bloquetas en formas especiales ( como para baños o ductos)		X	
Colocar tecnopor o bloquetas de formas especiales	X		
Transportar acero de temperatura a la losa		X	
Marcar con tiralíneas espaciamiento del acero de temperatura		X	
Colocar acero de temperatura en posición	X		
Atortolar malla de acero de temperatura	X		
Colocar Dados	X		
Calafateos en fondos de viga y perímetro de losa (si es excesivo: es como trabajo rehecho)		X	
Limpieza		X	

Fuente: Elaboración propia.

Las categorías de trabajo para el armado de viguetas son similares a las de armado de vigas.

Tabla 7. *Vaciado de concreto.*

PROCEDIMIENTO	TP	TC	TNC
<b>PREPARACIÓN DE LA MEZCLA</b>			
Descargar y almacenar agregado y cemento		X	
Distribuir materiales y equipos en cancha (cemento, agregado, agua, equipo)		X	
Echar agua en la mezcladora	X		
Abrir la bolsa de cemento		X	
Llevar la bolsa abierta hasta la mezcladora		X	
Incorporar cemento a la mezcladora	X		
Llenar cubos o bugui con agregado y / o arena		X	
Llevar el agregado y / o arena hasta la mezcladora		X	
Incorporar agregado y / o arena a la mezcladora	X		
Operar la mezcladora durante el tiempo de mezclado	X		
Verter la mezcla de la mezcladora a bugui, winche, etc	X		
<b>VACIADO</b>			
Armar y colocar andamios, caballetes, etc.		X	
Transportar la mezcla al lugar de vaciado		X	
Echar lechada de cemento a encofrados	X		
Vaciar el concreto (echar y acomodar la mezcla)	X		
Vibrar	X		
Reglear ( en caso de losa)	X		
Golpear el encofrado ( en caso de elemento vertical)		X	
Chusear		X	
Pruebas (Slump, testigos de concreto)		X	
Curado	X		
Picar (elementos verticales)		X	

Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar que no se ha identificado trabajo no contributivas (TNC), debido a que estas tablas pretenden mostrar cómo han sido considerados durante la toma de datos para la investigación cada uno de los pasos seguidos para realizar un procedimiento constructivo, la intención no es cuantificar la cantidad de trabajo productivo, contributivo y no contributivo realizado por cada procedimiento.

Nota: Algunos términos utilizados corresponden al argot de construcción civil.

### 3.4 Instrumentos

#### 3.4.1 Instrumentos metodológicos o instrumentos de recolección de datos

Para la medición de la actividad en obra se emplearon herramientas particulares de obtención de información, las cuales como ya se mencionó son empleadas para realizar el seguimiento y control de procesos de construcción. En la presente investigación estas herramientas son empleadas para realizar un análisis y diagnóstico del manejo de obra que se tiene en el proyecto estudiado. A continuación se describen los instrumentos de medición.

##### 3.4.1.1 Formato de toma de datos para medición de la productividad en obra

Es un instrumento con base estadística que se usa para determinar el nivel de actividad en una obra. Este nivel de actividad muestra cómo se ocupa el tiempo durante el desarrollo de los procesos de producción, separando el trabajo en categorías: Trabajo productivo, trabajo contributorio, trabajo no productivo o no contributorio. La nomenclatura del formato de toma de datos para la medición de la productividad en obra se describe a continuación.

Tabla 8. *Categorías de trabajo.*

CATEGORÍAS DE TRABAJO		
Trabajo	Trabajo Contributorio (TC)	Trabajo no Contributorio (TNC)
	<b>Subcategorías del trabajo</b>	<b>Subcategorías del trabajo</b>
	<b>T:</b> Transporte	<b>V:</b> Viajes
	<b>L:</b> Limpieza	<b>O:</b> Tiempo ocioso
	<b>I:</b> Instrucciones	<b>E:</b> Esperas
	<b>M:</b> Mediciones	<b>R:</b> Trabajo rehecho
	<b>X:</b> Otros trabajos	<b>D:</b> Descansos
		<b>X:</b> Otros trabajos no

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Formato de datos para mediciones de productividad en obra.



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Formato de toma de datos para medición de productividad en obra

PAG.

FECHA	
N° DE OBREROS	

HORA INIC.	
HORA FIN	

CLIMA	
REALIZADO POR	

Nº	TP	TC	TNC	OBS	Nº	TP	TC	TNC	OBS	Nº	TP	TC	TNC	OBS	Nº	TP	TC	TNC	OBS
1					97					193					289				
2					98					194					290				
3					99					195					291				
4					100					196					292				
5					101					197					293				
6					102					198					294				
7					103					199					295				
8					104					200					296				
9					105					201					297				
10					106					202					298				
11					107					203					299				
12					108					204					300				
13					109					205					301				
14					110					206					302				
15					111					207					303				
16					112					208					304				
17					113					209					305				
18					114					210					306				
19					115					211					307				
20					116					212					308				
21					117					213					309				
22					118					214					310				
23					119					215					311				
24					120					216					312				
25					121					217					313				
26					122					218					314				
27					123					219					315				
28					124					220					316				
29					125					221					317				



Nº	TP	TC	TNC	OBS	Nº	TP	TC	TNC	OBS	Nº	TP	TC	TNC	OBS	Nº	TP	TC	TNC	OBS
30					126					222					318				
31					127					223					319				
32					128					224					320				
33					129					225					321				
34					130					226					322				
35					131					227					323				
36					132					228					324				
37					133					229					325				
38					134					230					326				
39					135					231					327				
40					136					232					328				
41					137					233					329				
42					138					234					330				
43					139					235					331				
44					140					236					332				
45					141					237					333				
46					142					238					334				
47					143					239					335				
48					144					240					336				
49					145					241					337				
50					146					242					338				
51					147					243					339				
52					148					244					340				
53					149					245					341				
54					150					246					342				
55					151					247					343				
56					152					248					344				
57					153					249					345				
58					154					250					346				
59					155					251					347				
60					156					252					348				
61					157					253					349				
62					158					254					350				
63					159					255					351				
64					160					256					352				
65					161					257					353				
66					162					258					354				
67					163					259					355				
68					164					260					356				
69					165					261					357				
70					166					262					358				
71					167					263					359				
72					168					264					360				
73					169					265					361				





Nº	TP	TC	TNC	OBS	Nº	TP	TC	TNC	OBS	Nº	TP	TC	TNC	OBS	Nº	TP	TC	TNC	OBS
74					170					266					362				
75					171					267					363				
76					172					268					364				
77					173					269					365				
78					174					270					366				
79					175					271					367				
80					176					272					368				
81					177					273					369				
82					178					274					370				
83					179					275					371				
84					180					276					372				
85					181					277					373				
86					182					278					374				
87					183					279					375				
88					184					280					376				
89					185					281					377				
90					186					282					378				
91					187					283					379				
92					188					284					380				
93					189					285					381				
94					190					286					382				
95					191					287					383				
96					192					288					384				

OBSERVACIONES	

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.1.2 Formato de toma de datos para la obtención de rendimientos reales

El presente formato es un instrumento que se usa para la recopilación de datos primarios como son: Cantidad de obreros o cuadrilla, horas de trabajo y cantidad de trabajo realizado, estos datos servirán posteriormente para la obtención de rendimientos reales.

Tabla 10. Formato de datos para mediciones rendimientos.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



*Formato de toma de datos para obtención de rendimientos reales*

Obra:						
Actividad:						
Responsable:						
N°	Cuadrilla			Tiempo	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón	Horas		

Fuente: Elaboración propia.



### 3.4.1.3 Formato de toma de datos para medición de pérdidas

La medición de actividades puntuales se realizó mediante la utilización de una herramienta llamada Carta de Balance. Una carta de balance permite resolver la necesidad de describir formalmente el proceso de una operación de construcción, de una manera detallada; además permite comentar el método usado y determinar la cantidad de obreros más adecuada para una cuadrilla. También con la utilización de esta herramienta, se consigue importante información para un análisis de rendimientos y para implementar alternativas de mejora.

La carta de balance es un gráfico de barras verticales que tiene como ordenadas el tiempo, y en la abscisa se indica los recursos (obrerros) que participan en la actividad que se estudia, asignándole una barra vertical a cada recurso. Cada barra se subdivide para mostrar el tiempo dedicado a cada uno de los diferentes tipos de actividades que se realizan. Dado que cada elemento de la cuadrilla es graficado en el mismo periodo de tiempo, la relación de estos se puede ver mediante la comparación de líneas horizontales, pudiendo determinarse patrones comunes que incidan en los ciclos de trabajo.

El objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de los obreros, de modo que no se pretende conseguir que el obrero trabaje más duro, sino de forma más inteligente.

Tabla 11. Formato para mediciones de actividades puntuales.



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Formato para mediciones de actividades puntuales y carta de balance

MIN.							
42							
41							
40							
39							
37							
36							
35							
34							
33							
32							
31							
30							
29							
28							
27							
26							
25							
24							
23							
22							
21							
20							
19							
18							
17							
16							
15							
14							
13							
12							
11							
10							
9							
8							
7							
6							
5							
4							
3							
2							
1							
CUADRILLA							

<b>OBRA:</b>
<b>CUADRILLA:</b>
<b>ACTIVIDAD:</b>
<b>FECHA:</b>
<b>H.I. :</b>
<b>H.F.:</b>
<b>HECHO POR:</b>
<b>TIEMPO</b>
<b>OBSERVACIONES:</b>

<b>TRABAJO PRODUCTIVO</b>			
	TP		
<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>			
	TC		
<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>			
	TNC		
	No está presente		

<b>TOTAL DE MEDICIONES</b>	
T. PRODUCTIVO	
T. CONTRIBUTORIO	
T. NO CONTRIBUTORIO	
NO ESTA PRESENTE	
<b>TOTAL</b>	

Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2 Instrumentos de ingeniería

Podemos considerar como instrumentos de ingeniería también a programas informáticos, textos, páginas web y demás que puedan servir para evaluar toda información recopilada en obra tales como:

- Una computadora.
- Microsoft Excel.
- Microsoft Word.
- Autocad.
- Calculadora.
- Wincha.

### 3.5 Procedimientos de recolección de datos

Para la toma de datos primero se procedió a la recolección de datos destinada a la medición para determinar la productividad en obra, con estos se llegará a los resultados centrales de la investigación, La segunda etapa se realizó con la finalidad de tomar datos para la medición de actividades puntuales para establecer los rendimientos reales, los cuales fueron empleados con fines de análisis y comprobación de resultados.

La toma de datos se realizó por un periodo de cuatro semanas. Durante las cuales se tomaron los datos para la medición de productividad en obra, se muestreo de Lunes a Sábado, cada día tratando de cubrir toda la jornada de trabajo, llenando un formato por hora, cada uno de los cuales está diseñado para recoger 384 mediciones, lo que representa haber realizado 8 mediciones por minuto. Las siguientes semanas se tomaron datos para la medición de actividades puntuales, para esto fue necesario estar presente en obra para poder observar el desarrollo de la actividad a muestrear y una vez entendido el procedimiento realizar la toma de datos. Durante la última semana se realizó un trabajo de revisión de datos y eventualmente se volvía a obra para enriquecer o comprobar algunos resultados.



### **3.5.1 Procedimiento de recolección de datos para medición de la productividad en obra**

#### **A. Equipos utilizados en la recolección de datos para medición de la productividad en obra**

Los equipos utilizados en la recolección de datos para la medición son los siguientes:

- Implementos de seguridad para trabajo en campo.
- Formato de toma de datos para medición de productividad en obra.
- Lápiz para el llenado de datos en formato de recolección.
- Borrador para corregir errores de llenado en formato.
- Una computadora para el procesamiento de datos recolectados en campo.

#### **B. Procedimiento**

Para realizar las mediciones productividad en obra se deben seguir los siguientes pasos:

- Definir el alcance de la medición: actividades a medir, sectores a medir, objetivos de la medición, grado de detalle de la medición, etc.
- Antes de iniciar la medición se deben identificar los trabajos que componen las diferentes categorías antes mencionadas, dependiendo del tipo de operación.
- Observar, en un golpe de vista, de manera aleatoria el trabajo que realiza un obrero y registrarlo en un formato, clasificándolo de acuerdo a la división del trabajo hecha en el paso anterior. En la práctica se constata la posibilidad de observar como ocupan el tiempo durante sus actividades 8 obreros en un minuto, sin mayor dificultad.



- Procesar la información, presentarla en forma gráfica y redactar las observaciones a las ocurrencias durante la medición.

Existen ciertas pautas que se deben tomar en cuenta en un muestreo:

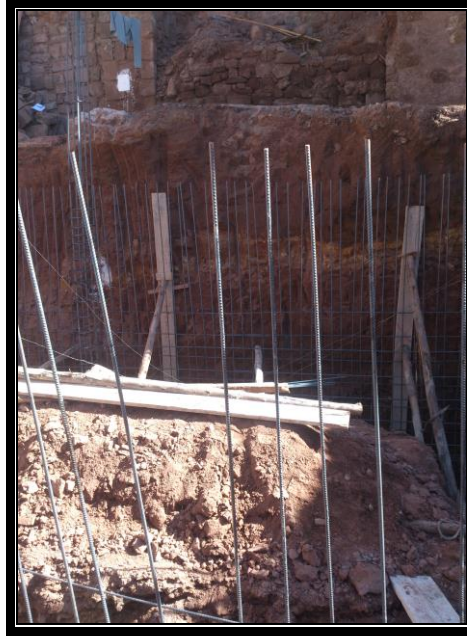
La muestra no debe tener menos de 384 observaciones en una hora, porque con este número se obtiene una confiabilidad del 95%.

El observador debe ser capaz de identificar rápidamente a los individuos que se incluirán y/o excluirán en la medición. Se debe utilizar el mismo criterio al observar a cada trabajador.

Las observaciones deben realizarse en forma aleatoria sin ninguna relación secuencial.

Es importante que al registrar las actividades, el observador lo haga de acuerdo a lo que él aprecie en forma instantánea al mirar. Las acciones inmediatamente precedentes o siguientes deben ser descartadas totalmente del registro.

El observador debe ubicarse en un lugar donde no obstaculice los trabajos que se efectúen en la zona desde donde pueda observar a la mayor cantidad de gente posible. En caso de no encontrar un lugar con buena visibilidad el observador deberá recorrer la obra mientras realiza sus observaciones.



**Figura 14.** Armado de fierros para muro de sostenimiento.

Fuente: Elaboracion propia.



**Figura 15.** Personal haciendo excavación manual de terreno.

Fuente: Elaboracion propia.





**Figura 16.** Personal transportando material para eliminación.

Fuente: Elaboracion propia.



**Figura 17.** Verificación después del vaciado de muro de sostenimiento.

Fuente: Elaboracion propia.

**C. Toma de datos**

**Tabla 12. Datos para mediciones de productividad en obra.**

FECHA	HORA	TP	TC	TNC	TOTAL	TC					TNC					
						T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	X
25-5-15	08-09	102	185	97	384	18	29	8	32	98	28	50	0	19	0	0
	09-10	92	179	113	384	20	26	12	27	94	30	56	3	16	8	0
	10-11	96	181	107	384	17	24	10	34	96	33	62	1	9	2	0
	12-01	90	175	119	384	24	30	7	24	90	29	71	2	14	3	0
	02-03	77	186	121	384	18	28	11	27	102	31	73	1	15	1	0
	03-04	73	177	134	384	22	27	6	25	97	34	76	0	21	3	0
26-5-15	08-09	82	150	152	384	52	23	12	18	45	73	28	14	13	24	0
	09-10	85	133	166	384	49	18	10	15	41	69	27	12	18	38	2
	10-11	77	157	150	384	56	20	13	16	52	57	26	20	21	26	0
	11-12	68	158	158	384	48	26	18	19	47	78	22	25	24	8	1
	12-01	80	150	154	384	64	25	9	14	38	61	48	21	17	7	0
	02-03	69	158	157	384	40	28	18	26	46	68	27	16	11	35	0
03-04	71	150	163	384	46	24	18	13	49	72	37	18	7	29	0	
27-5-15	08-09	75	154	155	384	58	26	10	16	44	70	28	13	15	29	0
	09-10	73	141	170	384	65	20	6	20	30	79	32	18	8	33	0
	10-11	74	127	183	384	56	16	2	14	39	67	58	15	5	38	0
	11-12	74	171	139	384	49	32	15	25	50	61	35	20	20	3	0
	12-01	79	160	145	384	58	28	17	9	48	54	34	18	4	34	1
	02-03	68	160	156	384	54	31	11	12	52	81	36	8	11	20	0
03-04	68	170	146	384	67	36	20	11	36	76	29	11	7	23	0	
28-5-15	08-09	80	154	150	384	56	23	9	18	48	75	23	11	17	22	2
	09-10	74	158	152	384	44	24	13	25	52	71	22	8	9	42	0
	10-11	75	180	129	384	64	26	18	11	61	68	30	16	11	4	0
	11-12	78	169	137	384	59	30	15	27	38	65	26	20	12	13	1
	12-01	74	167	143	384	43	25	19	21	59	89	17	15	20	2	0
	02-03	68	114	202	384	52	16	3	14	29	83	29	37	22	31	0
03-04	66	154	164	384	30	29	11	24	60	81	12	25	18	28	0	
29-5-15	08-09	91	209	84	384	63	42	24	50	30	39	7	13	15	10	0
	09-10	78	194	112	384	48	38	27	45	36	48	16	8	10	30	0
	10-11	85	204	95	384	51	35	19	44	55	46	18	16	15	0	0
	11-12	80	206	98	384	59	49	21	52	25	31	8	20	22	17	0
	12-01	78	209	97	384	49	53	32	38	37	42	3	31	8	13	0
	02-03	76	199	109	384	57	38	20	60	24	58	17	11	18	5	0
03-04	70	185	129	384	61	29	15	42	38	39	9	31	12	38	0	
30-5-15	08-09	94	166	124	384	36	2	20	48	60	40	41	20	18	5	0
	09-10	82	193	109	384	44	5	18	59	67	36	27	21	23	2	0
	10-11	93	167	124	384	35	9	24	41	58	41	45	15	21	1	1
	11-12	98	169	117	384	37	7	23	51	51	46	40	15	12	3	1
	12-01	97	169	118	384	41	3	27	42	56	46	42	12	16	2	0
	02-03	75	171	138	384	37	1	16	53	64	53	35	25	24	1	0
03-04	66	166	152	384	39	5	14	43	65	41	75	10	24	2	0	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Datos para mediciones de productividad en obra.

FECHA	HORA	TP	TC	TNC	TOTAL	TC					TNC					
						T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	X
1-6-15	08-09	102	162	120	384	34	1	18	45	64	38	38	16	5	23	0
	09-10	83	162	139	384	40	1	13	35	73	41	46	13	8	31	0
	10-11	92	165	127	384	38	1	21	43	62	48	32	27	15	5	0
	11-12	98	159	127	384	25	2	23	51	58	55	38	9	16	9	0
	12-01	77	156	151	384	35	2	21	39	59	34	45	21	14	37	0
	02-03	84	151	149	384	32	4	12	23	80	43	51	17	3	35	0
	03-04	80	179	125	384	45	6	16	57	55	34	50	12	9	20	0
2-6-15	08-09	93	155	136	384	71	11	25	12	36	64	13	52	0	7	0
	09-10	91	135	158	384	64	8	20	16	27	72	16	42	0	28	0
	10-11	97	139	148	384	51	13	22	20	33	76	11	51	2	8	0
	11-12	99	166	119	384	67	9	31	18	41	43	9	60	1	6	0
	12-01	76	153	155	384	78	7	29	8	31	83	17	51	0	4	0
	02-03	87	161	136	384	60	16	35	11	39	63	8	58	6	1	0
	03-04	73	141	170	384	62	13	23	9	34	86	17	65	2	0	0
3-6-15	08-09	93	156	135	384	78	10	21	15	32	70	18	43	1	3	0
	09-10	90	146	148	384	75	8	17	12	34	78	28	38	3	1	0
	10-11	101	162	121	384	66	4	24	25	43	70	26	23	0	2	0
	11-12	88	152	144	384	67	7	18	34	26	82	29	27	3	3	0
	12-01	101	156	127	384	69	9	38	21	19	50	48	24	2	3	0
	02-03	76	156	152	384	73	15	25	22	21	75	27	43	3	4	0
	03-04	94	118	172	384	29	11	22	14	42	87	48	34	1	2	0
4-6-15	07-08	80	180	124	384	62	8	31	33	46	52	24	31	13	4	0
	08-09	90	149	145	384	35	7	27	24	56	54	35	50	4	2	0
	09-10	74	165	145	384	61	6	36	24	38	65	38	37	4	1	0
	10-11	93	142	149	384	47	10	16	17	52	43	45	50	4	7	0
	11-12	90	165	129	384	62	12	39	19	33	46	26	35	6	16	0
	12-01	91	150	143	384	59	7	25	27	32	64	28	33	5	13	0
	02-03	84	150	150	384	65	14	15	29	27	59	41	49	0	1	0
	03-04	76	156	152	384	56	6	19	22	53	56	40	39	5	12	0
04-05	73	180	131	384	67	9	23	36	45	57	26	36	6	6	0	
5-6-15	07-08	85	153	146	384	41	36	13	25	38	73	13	40	16	4	0
	08-09	82	158	144	384	51	38	10	22	37	88	28	28	0	0	0
	09-10	78	152	154	384	42	32	5	31	42	54	16	84	0	0	0
	02-03	58	156	170	384	48	41	5	34	28	62	31	77	0	0	0
	03-04	77	128	179	384	36	34	8	19	31	68	18	84	0	9	0
	04-05	89	123	172	384	21	31	14	16	41	63	69	33	6	1	0
6-6-15	08-09	76	146	162	384	54	27	8	32	25	48	16	46	9	14	29
	09-10	60	159	165	384	62	24	16	39	18	64	28	72	1	0	0
	12-01	92	125	167	384	47	10	14	40	14	79	49	36	0	3	0
	02-03	89	186	109	384	72	16	17	43	38	62	8	29	6	4	0
	03-04	60	159	165	384	63	20	3	38	35	73	28	41	11	12	0

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 14. Datos para mediciones de productividad en obra.**

FECHA	HORA	TP	TC	TNC	TOTAL	TC					TNC					
						T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	X
8-6-15	08-09	84	171	129	384	47	19	16	50	39	48	28	42	7	4	0
	09-10	67	187	130	384	63	23	18	49	34	59	25	33	5	8	0
	10-11	84	168	132	384	52	10	25	56	25	54	31	36	8	3	0
	11-12	65	188	131	384	38	27	21	56	46	54	26	47	3	1	0
	12-01	81	152	151	384	49	16	12	46	29	39	42	53	1	15	1
	02-03	58	144	182	384	32	13	28	38	33	62	37	65	6	12	0
	03-04	54	190	140	384	50	11	31	49	49	56	41	38	5	0	0
9-6-15	07-08	94	145	145	384	65	6	28	23	23	69	29	28	3	16	0
	08-09	91	120	173	384	64	3	20	26	7	72	45	42	0	14	0
	09-10	93	136	155	384	59	10	12	19	36	76	19	51	2	7	0
	10-11	79	135	170	384	40	8	14	39	34	77	27	59	1	6	0
	11-12	68	168	148	384	59	10	25	49	25	67	26	51	0	4	0
	12-01	73	138	173	384	60	11	31	15	21	67	38	61	6	1	0
	02-03	85	152	147	384	42	10	35	31	34	74	11	39	2	21	0
03-04	62	145	177	384	52	8	21	36	28	73	38	30	8	28	0	
10-6-15	07-08	78	200	106	384	81	58	36	12	13	54	27	13	2	10	0
	08-09	67	155	162	384	53	46	41	8	7	78	36	21	9	18	0
	09-10	77	203	104	384	72	63	32	17	19	61	23	8	0	12	0
	10-11	55	204	125	384	68	63	43	9	21	60	29	17	1	18	0
	11-12	66	182	136	384	73	55	29	8	17	51	38	24	2	21	0
	12-01	72	207	105	384	84	51	41	16	15	49	24	10	3	19	0
	02-03	80	174	130	384	62	48	45	11	8	73	32	15	1	9	0
	03-04	74	200	110	384	93	47	28	18	14	63	33	9	3	2	0
04-05	69	199	116	384	88	54	34	9	14	64	41	9	0	2	0	
11-6-15	07-08	71	167	146	384	51	14	27	61	14	49	21	36	15	24	1
	08-09	67	172	145	384	56	10	15	75	16	54	12	50	4	25	0
	09-10	69	178	137	384	61	25	13	68	11	55	31	29	4	18	0
	10-11	60	171	153	384	66	9	33	58	5	42	36	50	4	21	0
	11-12	75	160	149	384	43	9	21	77	10	61	21	45	6	16	0
	12-01	67	180	137	384	63	8	32	59	18	54	21	33	5	24	0
	02-03	53	180	151	384	53	13	25	72	17	46	13	53	16	23	0
	03-04	53	212	119	384	58	19	34	71	30	55	16	31	5	12	0
04-05	66	182	136	384	64	16	22	65	15	58	30	36	6	6	0	
12-6-15	07-08	66	189	129	384	75	16	18	49	31	63	27	25	6	8	0
	08-09	73	186	125	384	86	20	22	36	22	64	18	31	5	7	0
	09-10	74	185	125	384	72	18	14	53	28	54	33	33	3	2	0
	10-11	63	182	139	384	82	16	15	35	34	84	25	29	1	0	0
	11-12	67	177	140	384	69	21	23	38	26	50	28	57	3	2	0
	12-01	57	170	157	384	64	18	21	38	29	74	39	32	4	8	0
	02-03	75	171	138	384	68	12	14	42	35	76	17	31	9	4	1
	03-04	80	172	132	384	49	24	11	43	45	71	38	20	2	1	0
04-05	48	203	133	384	80	12	15	57	39	78	23	27	1	4	0	
13-6-15	07-08	68	194	122	384	98	63	14	10	9	44	16	38	18	6	0
	08-09	63	161	160	384	69	57	16	7	12	54	28	43	26	9	0
	09-10	74	173	137	384	71	49	29	8	16	51	27	32	18	9	0
	10-11	67	168	149	384	78	38	26	12	14	58	22	64	2	3	0
	11-12	61	153	170	384	69	46	14	10	14	71	20	56	20	3	0
	12-01	53	162	169	384	72	38	17	23	12	76	30	42	10	11	0
	02-03	72	163	149	384	80	50	18	8	7	61	36	33	15	4	0
	03-04	77	142	165	384	63	37	20	8	14	50	37	46	27	4	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15. Datos para mediciones de productividad en obra.

FECHA	HORA	TP	TC	TNC	TOTAL	TC					TNC					
						T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	X
15-6-15	07-08	69	148	167	384	57	23	21	12	35	48	23	53	14	29	0
	08-09	73	120	191	384	57	12	18	9	24	59	24	67	9	32	0
	09-10	56	141	187	384	52	16	14	18	41	62	26	72	4	23	0
	10-11	49	131	204	384	48	19	28	8	28	59	38	61	13	33	0
	11-12	44	123	217	384	45	28	13	8	29	69	38	65	4	41	0
	12-01	63	164	157	384	62	25	18	13	46	36	34	48	12	27	0
	02-03	78	151	155	384	49	26	16	18	42	58	19	58	6	14	0
03-04	73	149	162	384	50	17	12	24	46	56	42	28	2	34	0	
16-5-15	07-08	67	167	150	384	74	6	28	43	16	48	28	49	7	18	0
	08-09	59	143	182	384	64	5	20	36	18	72	35	42	7	26	0
	09-10	59	153	172	384	69	8	16	40	20	76	35	51	2	8	0
	10-11	58	170	156	384	80	10	15	52	13	67	22	60	1	6	0
	11-12	48	163	173	384	68	3	25	49	18	80	18	51	0	24	0
	12-01	54	182	148	384	79	14	16	52	21	67	11	58	6	6	0
	02-03	66	161	157	384	81	5	21	31	23	74	14	65	2	2	0
03-04	54	162	168	384	62	13	34	36	17	73	27	58	8	2	0	
17-6-15	07-08	81	143	160	384	58	10	26	36	13	65	41	32	13	8	1
	08-09	86	154	144	384	53	13	20	52	16	78	30	26	9	1	0
	09-10	74	134	176	384	46	8	16	45	19	70	57	47	0	2	0
	10-11	62	135	187	384	39	17	9	54	16	82	47	39	15	4	0
	11-12	80	138	166	384	51	5	31	41	10	98	42	21	2	3	0
	12-01	64	156	164	384	76	11	22	29	18	80	34	43	3	4	0
	02-03	67	149	168	384	53	18	36	26	16	87	38	40	1	2	0
	03-04	72	119	193	384	43	7	24	31	14	87	39	48	3	16	0
04-05	65	129	190	384	39	12	31	28	19	93	56	37	2	2	0	
18-6-15	07-08	71	141	172	384	61	30	27	14	9	62	37	47	7	19	0
	08-09	70	144	170	384	56	26	34	18	10	84	34	46	4	2	0
	09-10	81	149	154	384	61	34	26	19	9	75	20	29	4	26	0
	10-11	84	135	165	384	46	35	32	17	5	48	46	50	4	17	0
	11-12	69	131	184	384	43	28	31	19	10	57	40	45	6	36	0
	12-01	70	157	157	384	59	27	38	17	16	71	35	33	5	13	0
	02-03	61	144	179	384	43	35	25	23	18	67	36	49	0	27	0
	03-04	57	150	177	384	58	34	19	25	14	74	28	58	5	12	0
04-05	66	158	160	384	64	27	32	23	12	64	18	44	6	28	0	
19-6-15	07-08	90	167	127	384	63	27	26	21	30	49	19	38	2	18	1
	08-09	88	155	141	384	78	18	22	12	25	58	23	31	2	27	0
	09-10	90	175	119	384	72	25	31	28	19	54	28	29	3	5	0
	10-11	80	181	123	384	66	34	21	23	37	45	42	35	1	0	0
	11-12	72	151	161	384	59	31	27	17	17	62	46	46	0	7	0
	12-01	62	174	148	384	64	30	32	29	19	50	38	43	6	11	0
	02-03	58	175	151	384	62	26	25	34	28	48	31	42	7	23	0
	03-04	53	171	160	384	66	43	18	12	32	53	32	48	6	21	0
04-05	68	167	149	384	51	34	36	18	28	51	40	33	6	19	0	
20-6-15	07-08	76	180	128	384	78	28	19	29	26	60	33	35	0	0	0
	08-09	57	176	151	384	62	43	16	27	28	64	24	56	1	6	0
	09-10	94	162	128	384	71	32	15	26	18	51	27	46	3	1	0
	10-11	71	165	148	384	67	19	14	36	29	58	18	64	0	8	0
	11-12	76	168	140	384	62	22	18	32	34	56	45	36	0	3	0
	12-01	57	178	149	384	72	23	17	28	38	62	38	39	6	4	0
	02-03	62	163	159	384	69	38	21	14	21	68	42	43	0	6	0
03-04	64	171	149	384	63	20	22	38	28	68	28	31	10	12	0	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 16. Mediciones de productividad en obra (%).**

(Los porcentajes en las subcategorías están referidos a los totales parciales de TC y TNC)

FECHA	HORA	TP	TC	TNC	TOTAL	TC					TNC					
						T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	X
25-5-15	08-09	27	48	25	100	10	16	4	17	53	29	52	0	20	0	0
	09-10	24	47	29	100	11	15	7	15	53	27	50	3	14	7	0
	10-11	25	47	28	100	9	13	6	19	53	31	58	1	8	2	0
	12-01	23	46	31	100	14	17	4	14	51	24	60	2	12	3	0
	02-03	20	48	32	100	10	15	6	15	55	26	60	1	12	1	0
	03-04	19	46	35	100	12	15	3	14	55	25	57	0	16	2	0
26-5-15	08-09	21	39	40	100	35	15	8	12	30	48	18	9	9	16	0
	09-10	22	35	43	100	37	14	8	11	31	42	16	7	11	23	1
	10-11	20	41	39	100	36	13	8	10	33	38	17	13	14	17	0
	11-12	18	41	41	100	30	16	11	12	30	49	14	16	15	5	1
	12-01	21	39	40	100	43	17	6	9	25	40	31	14	11	5	0
	02-03	18	41	41	100	25	18	11	16	29	43	17	10	7	22	0
	03-04	18	39	42	100	31	16	12	9	33	44	23	11	4	18	0
27-5-15	08-09	20	40	40	100	38	17	6	10	29	45	18	8	10	19	0
	09-10	19	37	44	100	46	14	4	14	21	46	19	11	5	19	0
	10-11	19	33	48	100	44	13	2	11	31	37	32	8	3	21	0
	11-12	19	45	36	100	29	19	9	15	29	44	25	14	14	2	0
	12-01	21	42	38	100	36	18	11	6	30	37	23	12	3	23	1
	02-03	18	42	41	100	34	19	7	8	33	52	23	5	7	13	0
	03-04	18	44	38	100	39	21	12	6	21	52	20	8	5	16	0
28-5-15	08-09	21	40	39	100	36	15	6	12	31	50	15	7	11	15	1
	09-10	19	41	40	100	28	15	8	16	33	47	14	5	6	28	0
	10-11	20	47	34	100	36	14	10	6	34	53	23	12	9	3	0
	11-12	20	44	36	100	35	18	9	16	22	47	19	15	9	9	1
	12-01	19	43	37	100	26	15	11	13	35	62	12	10	14	1	0
	02-03	18	30	53	100	46	14	3	12	25	41	14	18	11	15	0
	03-04	17	40	43	100	19	19	7	16	39	49	7	15	11	17	0
29-5-15	08-09	24	54	22	100	30	20	11	24	14	46	8	15	18	12	0
	09-10	20	51	29	100	25	20	14	23	19	43	14	7	9	27	0
	10-11	22	53	25	100	25	17	9	22	27	48	19	17	16	0	0
	11-12	21	54	26	100	29	24	10	25	12	32	8	20	22	17	0
	12-01	20	54	25	100	23	25	15	18	18	43	3	32	8	13	0
	02-03	20	52	28	100	29	19	10	30	12	53	16	10	17	5	0
	03-04	18	48	34	100	33	16	8	23	21	30	7	24	9	29	0
30-5-15	08-09	24	43	32	100	22	1	12	29	36	32	33	16	15	4	0
	09-10	21	50	28	100	23	3	9	31	35	33	25	19	21	2	0
	10-11	24	43	32	100	21	5	14	25	35	33	36	12	17	1	1
	11-12	26	44	30	100	22	4	14	30	30	39	34	13	10	3	1
	12-01	25	44	31	100	24	2	16	25	33	39	36	10	14	2	0
	02-03	20	45	36	100	22	1	9	31	37	38	25	18	17	1	0
	03-04	17	43	40	100	23	3	8	26	39	27	49	7	16	1	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Mediciones de productividad en obra (%).

FECHA	HORA	TP	TC	TNC	TOTAL	TC					TNC					
						T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	X
1-6-15	08-09	27	42	31	100	21	1	11	28	40	32	32	13	4	19	0
	09-10	22	42	36	100	25	1	8	22	45	29	33	9	6	22	0
	10-11	24	43	33	100	23	1	13	26	38	38	25	21	12	4	0
	11-12	26	41	33	100	16	1	14	32	36	43	30	7	13	7	0
	12-01	20	41	39	100	22	1	13	25	38	23	30	14	9	25	0
	02-03	22	39	39	100	21	3	8	15	53	29	34	11	2	23	0
	03-04	21	47	33	100	25	3	9	32	31	27	40	10	7	16	0
2-6-15	08-09	24	40	35	100	46	7	16	8	23	47	10	38	0	5	0
	09-10	24	35	41	100	47	6	15	12	20	46	10	27	0	18	0
	10-11	25	36	39	100	37	9	16	14	24	51	7	34	1	5	0
	11-12	26	43	31	100	40	5	19	11	25	36	8	50	1	5	0
	12-01	20	40	40	100	51	5	19	5	20	54	11	33	0	3	0
	02-03	23	42	35	100	37	10	22	7	24	46	6	43	4	1	0
	03-04	19	37	44	100	44	9	16	6	24	51	10	38	1	0	0
3-6-15	08-09	24	41	35	100	50	6	13	10	21	52	13	32	1	2	0
	09-10	23	38	39	100	51	5	12	8	23	53	19	26	2	1	0
	10-11	26	42	32	100	41	2	15	15	27	58	21	19	0	2	0
	11-12	23	40	38	100	44	5	12	22	17	57	20	19	2	2	0
	12-01	26	41	33	100	44	6	24	13	12	39	38	19	2	2	0
	02-03	20	41	40	100	47	10	16	14	13	49	18	28	2	3	0
	03-04	24	31	45	100	25	9	19	12	36	51	28	20	1	1	0
4-6-15	07-08	21	47	32	100	34	4	17	18	26	42	19	25	10	3	0
	08-09	23	39	38	100	23	5	18	16	38	37	24	34	3	1	0
	09-10	19	43	38	100	37	4	22	15	23	45	26	26	3	1	0
	10-11	24	37	39	100	33	7	11	12	37	29	30	34	3	5	0
	11-12	23	43	34	100	38	7	24	12	20	36	20	27	5	12	0
	12-01	24	39	37	100	39	5	17	18	21	45	20	23	3	9	0
	02-03	22	39	39	100	43	9	10	19	18	39	27	33	0	1	0
	03-04	20	41	40	100	36	4	12	14	34	37	26	26	3	8	0
04-05	19	47	34	100	37	5	13	20	25	44	20	27	5	5	0	
5-6-15	07-08	22	40	38	100	27	24	8	16	25	50	9	27	11	3	0
	08-09	21	41	38	100	32	24	6	14	23	61	19	19	0	0	0
	09-10	20	40	40	100	28	21	3	20	28	35	10	55	0	0	0
	02-03	15	41	44	100	31	26	3	22	18	36	18	45	0	0	0
	03-04	20	33	47	100	28	27	6	15	24	38	10	47	0	5	0
	04-05	23	32	45	100	17	25	11	13	33	37	40	19	3	1	0
6-6-15	08-09	20	38	42	100	37	18	5	22	17	30	10	28	6	9	18
	09-10	16	41	43	100	39	15	10	25	11	39	17	44	1	0	0
	12-01	24	33	43	100	38	8	11	32	11	47	29	22	0	2	0
	02-03	23	48	28	100	39	9	9	23	20	57	7	27	6	4	0
	03-04	16	41	43	100	40	13	2	24	22	44	17	25	7	7	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Mediciones de productividad en obra (%).

FECHA	HORA	TP	TC	TNC	TOTAL	TC					TNC					
						T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	X
8-6-15	08-09	22	45	34	100	27	11	9	29	23	37	22	33	5	3	0
	09-10	17	49	34	100	34	12	10	26	18	45	19	25	4	6	0
	10-11	22	44	34	100	31	6	15	33	15	41	23	27	6	2	0
	11-12	17	49	34	100	20	14	11	30	24	41	20	36	2	1	0
	12-01	21	40	39	100	32	11	8	30	19	26	28	35	1	10	1
	02-03	15	38	47	100	22	9	19	26	23	34	20	36	3	7	0
	03-04	14	49	36	100	26	6	16	26	26	40	29	27	4	0	0
9-6-15	07-08	24	38	38	100	45	4	19	16	16	48	20	19	2	11	0
	08-09	24	31	45	100	53	3	17	22	6	42	26	24	0	8	0
	09-10	24	35	40	100	43	7	9	14	26	49	12	33	1	5	0
	10-11	21	35	44	100	30	6	10	29	25	45	16	35	1	4	0
	11-12	18	44	39	100	35	6	15	29	15	45	18	34	0	3	0
	12-01	19	36	45	100	43	8	22	11	15	39	22	35	3	1	0
	02-03	22	40	38	100	28	7	23	20	22	50	7	27	1	14	0
03-04	16	38	46	100	36	6	14	25	19	41	21	17	5	16	0	
10-6-15	07-08	20	52	28	100	41	29	18	6	7	51	25	12	2	9	0
	08-09	17	40	42	100	34	30	26	5	5	48	22	13	6	11	0
	09-10	20	53	27	100	35	31	16	8	9	59	22	8	0	12	0
	10-11	14	53	33	100	33	31	21	4	10	48	23	14	1	14	0
	11-12	17	47	35	100	40	30	16	4	9	38	28	18	1	15	0
	12-01	19	54	27	100	41	25	20	8	7	47	23	10	3	18	0
	02-03	21	45	34	100	36	28	26	6	5	56	25	12	1	7	0
	03-04	19	52	29	100	47	24	14	9	7	57	30	8	3	2	0
04-05	18	52	30	100	44	27	17	5	7	55	35	8	0	2	0	
11-6-15	07-08	18	43	38	100	31	8	16	37	8	34	14	25	10	16	1
	08-09	17	45	38	100	33	6	9	44	9	37	8	34	3	17	0
	09-10	18	46	36	100	34	14	7	38	6	40	23	21	3	13	0
	10-11	16	45	40	100	39	5	19	34	3	27	24	33	3	14	0
	11-12	20	42	39	100	27	6	13	48	6	41	14	30	4	11	0
	12-01	17	47	36	100	35	4	18	33	10	39	15	24	4	18	0
	02-03	14	47	39	100	29	7	14	40	9	30	9	35	11	15	0
	03-04	14	55	31	100	27	9	16	33	14	46	13	26	4	10	0
04-05	17	47	35	100	35	9	12	36	8	43	22	26	4	4	0	
12-6-15	07-08	17	49	34	100	40	8	10	26	16	49	21	19	5	6	0
	08-09	19	48	33	100	46	11	12	19	12	51	14	25	4	6	0
	09-10	19	48	33	100	39	10	8	29	15	43	26	26	2	2	0
	10-11	16	47	36	100	45	9	8	19	19	60	18	21	1	0	0
	11-12	17	46	36	100	39	12	13	21	15	36	20	41	2	1	0
	12-01	15	44	41	100	38	11	12	22	17	47	25	20	3	5	0
	02-03	20	45	36	100	40	7	8	25	20	55	12	22	7	3	1
	03-04	21	45	34	100	28	14	6	25	26	54	29	15	2	1	0
04-05	13	53	35	100	39	6	7	28	19	59	17	20	1	3	0	
13-6-15	07-08	18	51	32	100	51	32	7	5	5	36	13	31	15	5	0
	08-09	16	42	42	100	43	35	10	4	7	34	18	27	16	6	0
	09-10	19	45	36	100	41	28	17	5	9	37	20	23	13	7	0
	10-11	17	44	39	100	46	23	15	7	8	39	15	43	1	2	0
	11-12	16	40	44	100	45	30	9	7	9	42	12	33	12	2	0
	12-01	14	42	44	100	44	23	10	14	7	45	18	25	6	7	0
	02-03	19	42	39	100	49	31	11	5	4	41	24	22	10	3	0
	03-04	20	37	43	100	44	26	14	6	10	30	22	28	16	2	1

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 19. Mediciones de productividad en obra (%).

FECHA	HORA	TP	TC	TNC	TOTAL	TC					TNC					
						T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	X
15-6-15	07-08	18	39	43	100	39	16	14	8	24	29	14	32	8	17	0
	08-09	19	31	50	100	48	10	15	8	20	31	13	35	5	17	0
	09-10	15	37	49	100	37	11	10	13	29	33	14	39	2	12	0
	10-11	13	34	53	100	37	15	21	6	21	29	19	30	6	16	0
	11-12	11	32	57	100	37	23	11	7	24	32	18	30	2	19	0
	12-01	16	43	41	100	38	15	11	8	28	23	22	31	8	17	0
	02-03	20	39	40	100	32	17	11	12	28	37	12	37	4	9	0
03-04	19	39	42	100	34	11	8	16	31	35	26	17	1	21	0	
16-5-15	07-08	17	43	39	100	44	4	17	26	10	32	19	33	5	12	0
	08-09	15	37	47	100	45	3	14	25	13	40	19	23	4	14	0
	09-10	15	40	45	100	45	5	10	26	13	44	20	30	1	5	0
	10-11	15	44	41	100	47	6	9	31	8	43	14	38	1	4	0
	11-12	13	42	45	100	42	2	15	30	11	46	10	29	0	14	0
	12-01	14	47	39	100	43	8	9	29	12	45	7	39	4	4	0
	02-03	17	42	41	100	50	3	13	19	14	47	9	41	1	1	0
03-04	14	42	44	100	38	8	21	22	10	43	16	35	5	1	0	
17-6-15	07-08	21	37	42	100	41	7	18	25	9	41	26	20	8	5	1
	08-09	22	40	38	100	34	8	13	34	10	54	21	18	6	1	0
	09-10	19	35	46	100	34	6	12	34	14	40	32	27	0	1	0
	10-11	16	35	49	100	29	13	7	40	12	44	25	21	8	2	0
	11-12	21	36	43	100	37	4	22	30	7	59	25	13	1	2	0
	12-01	17	41	43	100	49	7	14	19	12	49	21	26	2	2	0
	02-03	17	39	44	100	36	12	24	17	11	52	23	24	1	1	0
	03-04	19	31	50	100	36	6	20	26	12	45	20	25	2	8	0
04-05	17	34	49	100	30	9	24	22	15	49	29	19	1	1	0	
18-6-15	07-08	18	37	45	100	43	21	19	10	6	36	22	27	4	11	0
	08-09	18	38	44	100	39	18	24	13	7	49	20	27	2	1	0
	09-10	21	39	40	100	41	23	17	13	6	49	13	19	3	17	0
	10-11	22	35	43	100	34	26	24	13	4	29	28	30	2	10	0
	11-12	18	34	48	100	33	21	24	15	8	31	22	24	3	20	0
	12-01	18	41	41	100	38	17	24	11	10	45	22	21	3	8	0
	02-03	16	38	47	100	30	24	17	16	13	37	20	27	0	15	0
	03-04	15	39	46	100	39	23	13	17	9	42	16	33	3	7	0
04-05	17	41	42	100	41	17	20	15	8	40	11	28	4	18	0	
19-6-15	07-08	23	43	33	100	38	16	16	13	18	39	15	30	2	14	1
	08-09	23	40	37	100	50	12	14	8	16	41	16	22	1	19	0
	09-10	23	46	31	100	41	14	18	16	11	45	24	24	3	4	0
	10-11	21	47	32	100	36	19	12	13	20	37	34	28	1	0	0
	11-12	19	39	42	100	39	21	18	11	11	39	29	29	0	4	0
	12-01	16	45	39	100	37	17	18	17	11	34	26	29	4	7	0
	02-03	15	46	39	100	35	15	14	19	16	32	21	28	5	15	0
	03-04	14	45	42	100	39	25	11	7	19	33	20	30	4	13	0
04-05	18	43	39	100	31	20	22	11	17	34	27	22	4	13	0	
20-6-15	07-08	20	47	33	100	43	16	11	16	14	47	26	27	0	0	0
	08-09	15	46	39	100	35	24	9	15	16	42	16	37	1	4	0
	09-10	24	42	33	100	44	20	9	16	11	40	21	36	2	1	0
	10-11	18	43	39	100	41	12	8	22	18	39	12	43	0	5	0
	11-12	20	44	36	100	37	13	11	19	20	40	32	26	0	2	0
	12-01	15	46	39	100	40	13	10	16	21	42	26	26	4	3	0
	02-03	16	42	41	100	42	23	13	9	13	43	26	27	0	4	0
03-04	17	45	39	100	37	12	13	22	16	46	19	21	7	8	0	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 20. Mediciones de productividad en obra (%).**

(Los porcentajes en las subcategorías están referidos al total de las mediciones realizadas)

FECHA	HORA	TP	TC	TNC	TOTAL	TC					TNC					
						T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	X
25-5-15	08-09	27	48	25	100	5	8	2	8	26	7	13	0	5	0	0
	09-10	24	47	29	100	5	7	3	7	24	8	15	1	4	2	0
	10-11	25	47	28	100	4	6	3	9	25	9	16	0	2	1	0
	12-01	23	46	31	100	6	8	2	6	23	8	18	1	4	1	0
	02-03	20	48	32	100	5	7	3	7	27	8	19	0	4	0	0
	03-04	19	46	35	100	6	7	2	7	25	9	20	0	5	1	0
26-5-15	08-09	21	39	40	100	14	6	3	5	12	19	7	4	3	6	0
	09-10	22	35	43	100	13	5	3	4	11	18	7	3	5	10	1
	10-11	20	41	39	100	15	5	3	4	14	15	7	5	5	7	0
	11-12	18	41	41	100	13	7	5	5	12	20	6	7	6	2	0
	12-01	21	39	40	100	17	7	2	4	10	16	13	5	4	2	0
	02-03	18	41	41	100	10	7	5	7	12	18	7	4	3	9	0
	03-04	18	39	42	100	12	6	5	3	13	19	10	5	2	8	0
27-5-15	08-09	20	40	40	100	15	7	3	4	11	18	7	3	4	8	0
	09-10	19	37	44	100	17	5	2	5	8	21	8	5	2	9	0
	10-11	19	33	48	100	15	4	1	4	10	17	15	4	1	10	0
	11-12	19	45	36	100	13	8	4	7	13	16	9	5	5	1	0
	12-01	21	42	38	100	15	7	4	2	13	14	9	5	1	9	0
	02-03	18	42	41	100	14	8	3	3	14	21	9	2	3	5	0
	03-04	18	44	38	100	17	9	5	3	9	20	8	3	2	6	0
28-5-15	08-09	21	40	39	100	15	6	2	5	13	20	6	3	4	6	1
	09-10	19	41	40	100	11	6	3	7	14	18	6	2	2	11	0
	10-11	20	47	34	100	17	7	5	3	16	18	8	4	3	1	0
	11-12	20	44	36	100	15	8	4	7	10	17	7	5	3	3	0
	12-01	19	43	37	100	11	7	5	5	15	23	4	4	5	1	0
	02-03	18	30	53	100	14	4	1	4	8	22	8	10	6	8	0
	03-04	17	40	43	100	8	8	3	6	16	21	3	7	5	7	0
29-5-15	08-09	24	54	22	100	16	11	6	13	8	10	2	3	4	3	0
	09-10	20	51	29	100	13	10	7	12	9	13	4	2	3	8	0
	10-11	22	53	25	100	13	9	5	11	14	12	5	4	4	0	0
	11-12	21	54	26	100	15	13	5	14	7	8	2	5	6	4	0
	12-01	20	54	25	100	13	14	8	10	10	11	1	8	2	3	0
	02-03	20	52	28	100	15	10	5	16	6	15	4	3	5	1	0
	03-04	18	48	34	100	16	8	4	11	10	10	2	8	3	10	0
30-5-15	08-09	24	43	32	100	9	1	5	13	16	10	11	5	5	1	0
	09-10	21	50	28	100	11	1	5	15	17	9	7	5	6	1	0
	10-11	24	43	32	100	9	2	6	11	15	11	12	4	5	0	0
	11-12	26	44	30	100	10	2	6	13	13	12	10	4	3	1	0
	12-01	25	44	31	100	11	1	7	11	15	12	11	3	4	1	0
	02-03	20	45	36	100	10	0	4	14	17	14	9	7	6	0	0
	03-04	17	43	40	100	10	1	4	11	17	11	20	3	6	1	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Mediciones de productividad en obra (%).

FECHA	HORA	TP	TC	TNC	TOTAL	TC					TNC					
						T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	X
1-6-15	08-09	27	42	31	100	9	0	5	12	17	10	10	4	1	6	0
	09-10	22	42	36	100	10	0	3	9	19	11	12	3	2	8	0
	10-11	24	43	33	100	10	0	5	11	16	13	8	7	4	1	0
	11-12	26	41	33	100	7	1	6	13	15	14	10	2	4	2	0
	12-01	20	41	39	100	9	1	5	10	15	9	12	5	4	10	0
	02-03	22	39	39	100	8	1	3	6	21	11	13	4	1	9	0
	03-04	21	47	33	100	12	2	4	15	14	9	13	3	2	5	0
2-6-15	08-09	24	40	35	100	18	3	7	3	9	17	3	14	0	2	0
	09-10	24	35	41	100	17	2	5	4	7	19	4	11	0	7	0
	10-11	25	36	39	100	13	3	6	5	9	20	3	13	1	2	0
	11-12	26	43	31	100	17	2	8	5	11	11	2	16	0	2	0
	12-01	20	40	40	100	20	2	8	2	8	22	4	13	0	1	0
	02-03	23	42	35	100	16	4	9	3	10	16	2	15	2	0	0
	03-04	19	37	44	100	16	3	6	2	9	22	4	17	1	0	0
3-6-15	08-09	24	41	35	100	20	3	5	4	8	18	5	11	0	1	0
	09-10	23	38	39	100	20	2	4	3	9	20	7	10	1	0	0
	10-11	26	42	32	100	17	1	6	7	11	18	7	6	0	1	0
	11-12	23	40	38	100	17	2	5	9	7	21	8	7	1	1	0
	12-01	26	41	33	100	18	2	10	5	5	13	13	6	1	1	0
	02-03	20	41	40	100	19	4	7	6	5	20	7	11	1	1	0
	03-04	24	31	45	100	8	3	6	4	11	23	13	9	0	1	0
4-6-15	07-08	21	47	32	100	16	2	8	9	12	14	6	8	3	1	0
	08-09	23	39	38	100	9	2	7	6	15	14	9	13	1	1	0
	09-10	19	43	38	100	16	2	9	6	10	17	10	10	1	0	0
	10-11	24	37	39	100	12	3	4	4	14	11	12	13	1	2	0
	11-12	23	43	34	100	16	3	10	5	9	12	7	9	2	4	0
	12-01	24	39	37	100	15	2	7	7	8	17	7	9	1	3	0
	02-03	22	39	39	100	17	4	4	8	7	15	11	13	0	0	0
	03-04	20	41	40	100	15	2	5	6	14	15	10	10	1	3	0
04-05	19	47	34	100	17	2	6	9	12	15	7	9	2	2	0	
5-6-15	07-08	22	40	38	100	11	9	3	7	10	19	3	10	4	1	0
	08-09	21	41	38	100	13	10	3	6	10	23	7	7	0	0	0
	09-10	20	40	40	100	11	8	1	8	11	14	4	22	0	0	0
	02-03	15	41	44	100	13	11	1	9	7	16	8	20	0	0	0
	03-04	20	33	47	100	9	9	2	5	8	18	5	22	0	2	0
	04-05	23	32	45	100	5	8	4	4	11	16	18	9	2	0	0
6-6-15	08-09	20	38	42	100	14	7	2	8	7	13	4	12	2	4	8
	09-10	16	41	43	100	16	6	4	10	5	17	7	19	0	0	0
	12-01	24	33	43	100	12	3	4	10	4	21	13	9	0	1	0
	02-03	23	48	28	100	19	4	4	11	10	16	2	8	2	1	0
	03-04	16	41	43	100	16	5	1	10	9	19	7	11	3	3	0

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 22. Mediciones de productividad en obra (%).**

FECHA	HORA	TP	TC	TNC	TOTAL	TC					TNC					
						T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	X
8-6-15	08-09	22	45	34	100	12	5	4	13	10	13	7	11	2	1	0
	09-10	17	49	34	100	16	6	5	13	9	15	7	9	1	2	0
	10-11	22	44	34	100	14	3	7	15	7	14	8	9	2	1	0
	11-12	17	49	34	100	10	7	5	15	12	14	7	12	1	0	0
	12-01	21	40	39	100	13	4	3	12	8	10	11	14	0	4	0
	02-03	15	38	47	100	8	3	7	10	9	16	10	17	2	3	0
	03-04	14	49	36	100	13	3	8	13	13	15	11	10	1	0	0
9-6-15	07-08	24	38	38	100	17	2	7	6	6	18	8	7	1	4	0
	08-09	24	31	45	100	17	1	5	7	2	19	12	11	0	4	0
	09-10	24	35	40	100	15	3	3	5	9	20	5	13	1	2	0
	10-11	21	35	44	100	10	2	4	10	9	20	7	15	0	2	0
	11-12	18	44	39	100	15	3	7	13	7	17	7	13	0	1	0
	12-01	19	36	45	100	16	3	8	4	5	17	10	16	2	0	0
	02-03	22	40	38	100	11	3	9	8	9	19	3	10	1	5	0
03-04	16	38	46	100	14	2	5	9	7	19	10	8	2	7	0	
10-6-15	07-08	20	52	28	100	21	15	9	3	3	14	7	3	1	3	0
	08-09	17	40	42	100	14	12	11	2	2	20	9	5	2	5	0
	09-10	20	53	27	100	19	16	8	4	5	16	6	2	0	3	0
	10-11	14	53	33	100	18	16	11	2	5	16	8	4	0	5	0
	11-12	17	47	35	100	19	14	8	2	4	13	10	6	1	5	0
	12-01	19	54	27	100	22	13	11	4	4	13	6	3	1	5	0
	02-03	21	45	34	100	16	13	12	3	2	19	8	4	0	2	0
	03-04	19	52	29	100	24	12	7	5	4	16	9	2	1	1	0
04-05	18	52	30	100	23	14	9	2	4	17	11	2	0	1	0	
11-6-15	07-08	18	43	38	100	13	4	7	16	4	13	5	9	4	6	0
	08-09	17	45	38	100	15	3	4	20	4	14	3	13	1	7	0
	09-10	18	46	36	100	16	7	3	18	3	14	8	8	1	5	0
	10-11	16	45	40	100	17	2	9	15	1	11	9	13	1	5	0
	11-12	20	42	39	100	11	2	5	20	3	16	5	12	2	4	0
	12-01	17	47	36	100	16	2	8	15	5	14	5	9	1	6	0
	02-03	14	47	39	100	14	3	7	19	4	12	3	14	4	6	0
	03-04	14	55	31	100	15	5	9	18	8	14	4	8	1	3	0
04-05	17	47	35	100	17	4	6	17	4	15	8	9	2	2	0	
12-6-15	07-08	17	49	34	100	20	4	5	13	8	16	7	7	2	2	0
	08-09	19	48	33	100	22	5	6	9	6	17	5	8	1	2	0
	09-10	19	48	33	100	19	5	4	14	7	14	9	9	1	1	0
	10-11	16	47	36	100	21	4	4	9	9	22	7	8	0	0	0
	11-12	17	46	36	100	18	5	6	10	7	13	7	15	1	1	0
	12-01	15	44	41	100	17	5	5	10	8	19	10	8	1	2	0
	02-03	20	45	36	100	18	3	4	11	9	20	4	8	2	1	0
	03-04	21	45	34	100	13	6	3	11	12	18	10	5	1	0	0
04-05	13	53	35	100	21	3	4	15	10	20	6	7	0	1	0	
13-6-15	07-08	18	51	32	100	26	16	4	3	2	11	4	10	5	2	0
	08-09	16	42	42	100	18	15	4	2	3	14	7	11	7	2	0
	09-10	19	45	36	100	18	13	8	2	4	13	7	8	5	2	0
	10-11	17	44	39	100	20	10	7	3	4	15	6	17	1	1	0
	11-12	16	40	44	100	18	12	4	3	4	18	5	15	5	1	0
	12-01	14	42	44	100	19	10	4	6	3	20	8	11	3	3	0
	02-03	19	42	39	100	21	13	5	2	2	16	9	9	4	1	0
03-04	20	37	43	100	16	10	5	2	4	13	10	12	7	1	0	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Mediciones de productividad en obra (%).

FECHA	HORA	TP	TC	TNC	TOTAL	TC					TNC					
						T	L	I	M	X	V	O	E	R	D	X
15-6-15	07-08	18	39	43	100	15	6	5	3	9	13	6	14	4	8	0
	08-09	19	31	50	100	15	3	5	2	6	15	6	17	2	8	0
	09-10	15	37	49	100	14	4	4	5	11	16	7	19	1	6	0
	10-11	13	34	53	100	13	5	7	2	7	15	10	16	3	9	0
	11-12	11	32	57	100	12	7	3	2	8	18	10	17	1	11	0
	12-01	16	43	41	100	16	7	5	3	12	9	9	13	3	7	0
	02-03	20	39	40	100	13	7	4	5	11	15	5	15	2	4	0
03-04	19	39	42	100	13	4	3	6	12	15	11	7	1	9	0	
16-5-15	07-08	17	43	39	100	19	2	7	11	4	13	7	13	2	5	0
	08-09	15	37	47	100	17	1	5	9	5	19	9	11	2	7	0
	09-10	15	40	45	100	18	2	4	10	5	20	9	13	1	2	0
	10-11	15	44	41	100	21	3	4	14	3	17	6	16	0	2	0
	11-12	13	42	45	100	18	1	7	13	5	21	5	13	0	6	0
	12-01	14	47	39	100	21	4	4	14	5	17	3	15	2	2	0
	02-03	17	42	41	100	21	1	5	8	6	19	4	17	1	1	0
03-04	14	42	44	100	16	3	9	9	4	19	7	15	2	1	0	
17-6-15	07-08	21	37	42	100	15	3	7	9	3	17	11	8	3	2	0
	08-09	22	40	38	100	14	3	5	14	4	20	8	7	2	0	0
	09-10	19	35	46	100	12	2	4	12	5	18	15	12	0	1	0
	10-11	16	35	49	100	10	4	2	14	4	21	12	10	4	1	0
	11-12	21	36	43	100	13	1	8	11	3	26	11	5	1	1	0
	12-01	17	41	43	100	20	3	6	8	5	21	9	11	1	1	0
	02-03	17	39	44	100	14	5	9	7	4	23	10	10	0	1	0
	03-04	19	31	50	100	11	2	6	8	4	23	10	13	1	4	0
04-05	17	34	49	100	10	3	8	7	5	24	15	10	1	1	0	
18-6-15	07-08	18	37	45	100	16	8	7	4	2	16	10	12	2	5	0
	08-09	18	38	44	100	15	7	9	5	3	22	9	12	1	1	0
	09-10	21	39	40	100	16	9	7	5	2	20	5	8	1	7	0
	10-11	22	35	43	100	12	9	8	4	1	13	12	13	1	4	0
	11-12	18	34	48	100	11	7	8	5	3	15	10	12	2	9	0
	12-01	18	41	41	100	15	7	10	4	4	18	9	9	1	3	0
	02-03	16	38	47	100	11	9	7	6	5	17	9	13	0	7	0
	03-04	15	39	46	100	15	9	5	7	4	19	7	15	1	3	0
04-05	17	41	42	100	17	7	8	6	3	17	5	11	2	7	0	
19-6-15	07-08	23	43	33	100	16	7	7	5	8	13	5	10	1	5	0
	08-09	23	40	37	100	20	5	6	3	7	15	6	8	1	7	0
	09-10	23	46	31	100	19	7	8	7	5	14	7	8	1	1	0
	10-11	21	47	32	100	17	9	5	6	10	12	11	9	0	0	0
	11-12	19	39	42	100	15	8	7	4	4	16	12	12	0	2	0
	12-01	16	45	39	100	17	8	8	8	5	13	10	11	2	3	0
	02-03	15	46	39	100	16	7	7	9	7	13	8	11	2	6	0
	03-04	14	45	42	100	17	11	5	3	8	14	8	13	2	5	0
04-05	18	43	39	100	13	9	9	5	7	13	10	9	2	5	0	
20-6-15	07-08	20	47	33	100	20	7	5	8	7	16	9	9	0	0	0
	08-09	15	46	39	100	16	11	4	7	7	17	6	15	0	2	0
	09-10	24	42	33	100	18	8	4	7	5	13	7	12	1	0	0
	10-11	18	43	39	100	17	5	4	9	8	15	5	17	0	2	0
	11-12	20	44	36	100	16	6	5	8	9	15	12	9	0	1	0
	12-01	15	46	39	100	19	6	4	7	10	16	10	10	2	1	0
	02-03	16	42	41	100	18	10	5	4	5	18	11	11	0	2	0
03-04	17	45	39	100	16	5	6	10	7	18	7	8	3	3	0	

Fuente: Elaboración propia.



### 3.5.2 Procedimiento de recolección de datos para la obtención de rendimientos reales

#### A) Equipos utilizados para la obtención de rendimientos reales

Los equipos utilizados en la recolección de datos para la medición son los siguientes:

- Implementos de seguridad para trabajo en campo.
- Formato de toma de datos para obtención de rendimientos reales.
- Lápiz para el llenado de datos en formato de recolección.
- Borrador para corregir errores de llenado en formato.
- Una computadora para el procesamiento de datos recolectados en campo.

#### B) Procedimiento

Para la recopilación de datos con la finalidad de obtener los rendimientos reales se deben seguir los siguientes pasos:

- Identificar la actividad que se va a observar.
- Observar y medir el elemento que será trabajado por la cuadrilla antes de la intervención del personal.
- Observar la cantidad de personal que trabajara en la actividad clasificándolos de acuerdo a su categoría.
- Controlar el tiempo de ejecución desde el inicio hasta el final de la actividad.
- Una vez concluido el trabajo volver a medir el elemento, para determinar el avance de ejecución.
- Procesar la información para su presentación.

Existen ciertas pautas que se deben tomar en cuenta durante la observación:

El observador debe ubicarse en un lugar donde no obstaculice los trabajos que se efectúen. En caso de no encontrar un lugar con buena visibilidad el observador deberá recorrer la obra mientras realiza sus observaciones.

### C) Toma de datos

En los presentes cuadros se observan los datos obtenidos en campo, los cuales servirán para obtener los rendimientos reales en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco, provincia y departamento del Cusco.

**Tabla 24. Datos para obtención de rendimientos reales de encofrado de placa.**



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



<b>Obra:</b>	TAMBO DE MONTERO					
<b>Actividad:</b>	ENCOFRADO DE PLACA					
<b>Responsable:</b>	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón	Horas		
1	1	1	1	8	M2	11
2	0	1	2	6	M2	8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Datos para obtención de rendimientos reales de vaciado de placa.



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



<b>Obra:</b>	TAMBO DE MONTERO					
<b>Actividad:</b>	VACIADO DE PLACA					
<b>Responsable:</b>	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo Horas	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón			
1	1	1	4	3	M3	3.5
2		1	4	3.5	M3	4
3		1	5	4	M3	5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Datos para obtención de rendimientos reales de desencofrado de placa.



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



<b>Obra:</b>	TAMBO DE MONTERO					
<b>Actividad:</b>	DESENCOFRADO DE PLACA					
<b>Responsable:</b>	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo Horas	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón			
1		1		4	M2	23
2		1	1	3	M2	16

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 27. Datos para obtención de rendimientos reales de solaqueado de sótano.



## UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Obra:	TAMBO DE MONTERO					
Actividad:	SOLAQUEADO DE SOTANO					
Responsable:	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón	Horas		
1			2	6	M2	10
2		1	1	2	M2	3.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Datos para obtención de rendimientos reales de habilitación de encofrado para columna.



## UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Obra:	TAMBO DE MONTERO					
Actividad:	HABILITACION DE ENCOFRADO PARA COLUMNA					
Responsable:	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón	Horas		
1		1	1	4	M2	18
2		1	1	3	M2	14
3		1	1	3	M2	15

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29. Datos para obtención de rendimientos reales de encofrado para columna.



## UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Obra:	TAMBO DE MONTERO					
Actividad:	ENCOFRADO PARA COLUMNA					
Responsable:	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo Horas	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón			
1	1		1	6	M2	6.2
2		1	1	2	M2	2.7
3	1		1	3	M2	3.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Datos para obtención de rendimientos reales de vaciado de columna.



## UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Obra:	TAMBO DE MONTERO					
Actividad:	VACIADO DE COLUMNA					
Responsable:	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo Horas	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón			
1	1		3	1.5	M3	2
2		1	2	2.1	M3	2.40
3	1	1	1	2	M3	2.50

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31. Datos para obtención de rendimientos reales de desencofrado de columna.



## UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Obra:	TAMBO DE MONTERO					
Actividad:	DESENCOFRADO DE COLUMNA					
Responsable:	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo Horas	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón			
1		1	1	4	M2	20
2		1		3	M2	14
3			2	2	M2	9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32. Datos para obtención de rendimientos reales de encofrado de viga.



## UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Obra:	TAMBO DE MONTERO					
Actividad:	ENCOFRADO DE VIGA					
Responsable:	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo Horas	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón			
1	1	1	1	4	M2	5.5
2	1		1	5	M2	4.5
3		1	1	3	M2	3.8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33. Datos para obtención de rendimientos reales de vaciado de viga.



## UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Obra:	TAMBO DE MONTERO					
Actividad:	VACIADO DE VIGA					
Responsable:	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo Horas	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón			
1	1	1	2	1.5	M2	3.2
2		2	2	2	M2	5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Datos para obtención de rendimientos reales de encofrado de losa aligerada.



## UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Obra:	TAMBO DE MONTERO					
Actividad:	ENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA					
Responsable:	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo Horas	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón			
1	1	1	1	5	M3	6.5
2		1	2	4	M3	6
3	1	1	1	5	M3	6.3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35. Datos para obtención de rendimientos reales de vaciado de losa aligerada.



## UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Obra:	TAMBO DE MONTERO					
Actividad:	VACIADO DE LOSA ALIGERADA					
Responsable:	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo Horas	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón			
1	1	1	6	3	M2	8
2	1	1	5	4	M2	9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. Datos para obtención de rendimientos reales de desencofrado de losa aligerada.



## UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Obra:	TAMBO DE MONTERO					
Actividad:	DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA					
Responsable:	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo Horas	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón			
1		1	2	3	M2	13
2	1		2	2	M2	8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37. Datos para obtención de rendimientos reales de tarrajeo de viga.



## UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Obra:	TAMBO DE MONTERO					
Actividad:	TARRAJEO DE VIGA					
Responsable:	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo Horas	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón			
1		1	1	7	M2	7
2		1	1	3	M2	3
3		1		6	M2	4.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38. Datos para obtención de rendimientos reales de tarrajeo de columna.



## UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Obra:	TAMBO DE MONTERO					
Actividad:	TARRAJEO DE COLUMNA					
Responsable:	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo Horas	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón			
1		1		4	M2	3.5
2		1		5	M2	4
3		1		4	M2	3.8

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39. Datos para obtención de rendimientos reales de encofrado de escaleras.



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



<b>Obra:</b>	TAMBO DE MONTERO					
<b>Actividad:</b>	ENCOFRADO DE ESCALERAS					
<b>Responsable:</b>	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo Horas	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón			
1	1	1		6	M2	4
2	1		1	4	M2	2.5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40. Datos para obtención de rendimientos reales de vaciado de escaleras.



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



<b>Obra:</b>	TAMBO DE MONTERO					
<b>Actividad:</b>	VACIADO DE ESCALERAS					
<b>Responsable:</b>	JJEH					
N°	Cuadrilla			Tiempo Horas	Unidad de medida	Cantidad producida
	Operario	Oficial	Peón			
1		1	3	4	M3	5.5
2	1	1	3	3	M3	1.6

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.3 Procedimiento de toma de datos para mediciones de perdidas

#### A. Equipos utilizados en la recolección de datos para mediciones de perdidas

Los equipos utilizados en la recolección de datos para la medición son los siguientes:

- Implementos de seguridad para trabajo en campo.
- Formato de toma de datos para medición de actividades puntuales y carta de balance.
- Lápiz para el llenado de datos en formato de recolección.
- Borrador para corregir errores de llenado en formato.
- Una computadora para el procesamiento de datos recolectados en campo.

#### B. Procedimiento

Para hacer una carta de balance se deben seguir los siguientes pasos:

- Observar y entender la actividad que se va a muestrear.
- Identificar a cada uno de los integrantes de la cuadrilla.
- Antes de iniciar el muestreo se debe identificar los trabajos que componen las diferentes categorías (Trabajo productivo, trabajo contributivo, trabajo no contributivo), y definirlos para la operación que se va a estudiar, y además asignarle a cada uno una letra o clave.
- Registrar en el formato de carta de balance, minuto a minuto, las actividades de cada uno de los integrantes de la cuadrilla.
- Procesar la información, presentarla en forma gráfica y redactar las observaciones.





Estas son algunas consideraciones a tomar en cuenta cuando se haga una carta de balance:

Desglosar la operación a muestrear en tareas simples y representarla por símbolos que los muestreadores reconozcan en el momento de observar. De esta manera, se observa y se registra cada tarea periódicamente casi en forma instantánea.

La frecuencia aconsejada de muestreo es de un minuto, con no menos de 30 observaciones en total (30 minutos), o las que sean necesarias para observar dos ciclos seguidos completos. La cuadrilla a observar podrá tener un máximo de 8 a 10 integrantes. Es recomendable que se realicen anotaciones de la forma cómo se realiza el trabajo.

### **C. Toma de datos**

En los presentes cuadros se observan los datos obtenidos en campo, los cuales servirán para Identificar las pérdidas que mayor incidencia tienen en la productividad de mano de obra en las partidas de concreto armado en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco, provincia y departamento del Cusco.

Tabla 41. Datos para la optación de pérdidas de encofrado de placa.

MIN.				MIN.					
60	a	v	d	120					
59	i	v	d	119					
58	x	v	a	118					
57	ce	v	a	117					
56	s	ct	ct	116					
55	t	ct	ct	115					
54	o	v	o	114	d	d	o		
53	o	o	e	113	d	d	d		
52	o	o	e	112	c	a	c		
51	m	o	o	111	c	a	c		
50	o	cm	s	110	e	ct	r		
49	cm	cm	s	109	e	ct	r		
48	s	c	s	108	d	d	r		
47	c	c	np	107	a	d	d		
46	c	r	np	106	a	d	c		
45	c	r	np	105	ct	e	c		
44	m	m	v	104	ct	s	a		
43	i	t	d	103	s	c	a		
42	m	v	a	102	s	c	ct		
41	m	s	a	101	m	c	a		
40	t	o	a	100	m	x	ct		
39	o	o	s	99	s	c	a		
38	c	c	s	98	ce	c	ct		
37	c	c	m	97	ce	ce	s		
36	ce	ce	ce	96	t	s	t		
35	t	t	t	95	t	t	t		
34	t	t	t	94	cm	s	e		
33	i	i	i	93	cm	s	e		
32	m	e	m	92	d	o	e		
31	m	e	v	91	c	a	d		
30	d	t	v	90	a	a	c		
29	d	t	m	89	a	ct	v		
28	i	x	m	88	ct	ct	v		
27	e	x	m	87	s	c	c		
26	o	o	o	86	s	c	s		
25	c	t	t	85	ce	ce	ce		
24	o	t	t	84	s	s	ce		
23	m	t	t	83	i	i	t		
22	o	m	t	82	a	a	o		
21	np	m	m	81	e	a	o		
20	np	c	m	80	ce	a	e		
19	d	v	m	79	ce	a	e		
18	c	m	o	78	c	s	t		
17	c	v	s	77	c	s	o		
16	i	t	a	76	t	s	o		
15	i	s	ct	75	cm	a	v		
14	c	x	ct	74	cm	a	v		
13	c	c	s	73	np	ct	c		
12	a	c	s	72	np	ct	c		
11	ct	e	t	71	a	pm	c		
10	ct	e	t	70	a	a	c		
9	d	a	s	69	ct	a	s		
8	d	a	s	68	ct	ct	s		
7	ce	ct	c	67	s	c	c		
6	ce	ct	a	66	s	c	c		
5	s	ct	ct	65	c	s	s		
4	s	ce	s	64	c	s	s		
3	ce	ce	s	63	s	s	s		
2	i	i	i	62	t	t	t		
1	i	i	i	61	i	i	i		
0	60	60	60	0	54	54	54	0	342
CUADRILLA	OPERARIO 1	PEON 1	PEON 2	CUADRILLA	OPERARIO 1	PEON 1	PEON 2		

Fuente: elaboración propia.

<b>OBRA:</b> TAMBO DE MONTERO <b>CUADRILLA:</b> 1 OP + 2 PE <b>ACTIVIDAD:</b> ENCOFRADO DE PLACA <b>FECHA:</b> 05-06-15 <b>H.I.:</b> 10:04 a.m. <b>H.F.:</b> 11:58 a.m. <b>TIEMPO:</b> Soleado
<b>OBSERVACIONES:</b> Se encofro todo el tramo posterior del primer nivel con la finalidad de vaciar concreto para estabilizar el terreno colindante

TRABAJO PRODUCTIVO		
ce	Coloca encofrado	18
c	Clava	46
ct	coloca templadores	27
a	atortola (templadores)	34
pm	perfora madera	1
		0
	<b>TP</b>	<b>126</b>

TRABAJO CONTRIBUTORIO		
t	Transportes	32
m	mediciones	21
i	instrucciones	19
s	Sujeta madera o encof.	45
cm	corta madera	7
x	otros	5
	<b>TC</b>	<b>129</b>

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO		
v	Viajes	15
e	Esperas	16
d	descanso	20
o	Tiempo ocioso	24
r	trabajo rehecho	5
	<b>TNC</b>	<b>80</b>
np	No está presente	7

<b>TOTAL DE MEDICIONES</b>	<b>342</b>
<b>T. PRODUCTIVO</b>	<b>36%</b>
<b>T. CONTRIBUTORIO</b>	<b>38%</b>
<b>T. NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>23%</b>
<b>NO ESTA PRESENTE</b>	<b>2%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>



Tabla 42. Datos para la optación de pérdidas de vaciado de placa.

MIN.									
60	v	e	e	e	vm	e			
59	v	t	t	t	vm	t			
58	v	tv	e	t	t	t			
57	e	e	t	t	e	t			
56	e	vm	t	t	e	e			
55	t	t	t	e	vm	e			
54	i	e	t	i	vm	t			
53	t	tv	e	t	t	e			
52	e	e	t	t	tv	t			
51	e	vm	t	t	vm	e			
50	v	vm	t	t	t	t			
49	v	e	e	t	e	e			
48	v	e	e	e	e	e			
47	v	t	e	t	tv	t			
46	v	tv	t	e	vm	t			
45	v	e	t	t	t	t			
44	i	vm	e	i	e	t			
43	t	t	e	t	tv	t			
42	t	e	t	t	vm	e			
41	v	tv	t	t	vm	t			
40	v	vm	t	e	t	t			
39	v	e	e	e	e	t			
38	v	vm	e	t	tv	t			
37	v	t	t	t	e	e			
36	v	e	t	e	vm	t			
35	v	tv	e	t	t	e			
34	v	e	t	t	e	e			
33	e	vm	t	t	tv	e			
32	v	e	e	t	vm	e			
31	v	t	t	x	t	t			
30	t	e	t	x	e	t			
29	v	tv	e	t	tv	t			
28	v	vm	t	t	vm	t			
27	v	vm	t	t	t	t			
26	v	t	t	e	e	t			
25	v	e	e	t	tv	e			
24	v	tv	e	t	vm	e			
23	i	vm	t	i	t	t			
22	i	e	i	i	i	t			
21	e	vm	t	e	e	t			
20	v	t	e	t	tv	t			
19	v	tv	t	t	vm	e			
18	v	e	e	e	vm	e			
17	t	vm	t	t	t	e			
16	v	e	e	e	e	e			
15	v	t	e	e	tv	e			
14	e	e	t	e	e	t			
13	v	tv	t	e	vm	t			
12	v	tv	t	t	t	t			
11	v	vm	e	t	e	t			
10	v	e	t	e	tv	t			
9	v	vm	t	e	e	e			
8	t	t	t	t	vm	e			
7	e	tv	e	t	t	e			
6	v	e	e	t	e	t			
5	v	vm	t	e	e	e			
4	v	t	t	e	tv	t			
3	t	tv	t	t	e	t			
2	i	i	i	i	i	i			
1	i	i	i	i	i	i			
0	60	60	60	60	60	60	0	0	360
CUADRILL									
A									
OPERARIO									
1									
PEON 1									
PEON 2									
PEON 3									
PEON 4									
PEON 5									

Fuente: elaboración propia.

<b>OBRA: TAMBO DE MONTERO</b>		
<b>CUADRILLA: 1 OP + 5 PE</b>		
<b>ACTIVIDAD: VACIADO DE PLACA 1° NIVEL</b>		
<b>FECHA: 06-06-2015</b>		
<b>H.I. : 10:20 a.m.</b>		
<b>H.F.: 11:20 a.m.</b>		
<b>TIEMPO: Soleado- frio</b>		
<b>OBSERVACIONES:</b>		
Se vació un tramo de placa durante una hora con una longitud de 8 m. La cual servirá de sostén a un terreno colindante.		

TRABAJO PRODUCTIVO		
v	Vibra	38
vm	vierte mezcla	31
i	Instrucción	22
		0
		0
		0
		0
	<b>TP</b>	<b>91</b>

TRABAJO CONTRIBUTORIO		
t	transportes	134
tv	transporte de bugui vacio	23
x	otros	2
		0
		0
		0
		0
	<b>TC</b>	<b>159</b>

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO		
e	esperas	110
		0
		0
		0
		0
		0
	<b>TNC</b>	<b>110</b>
np	No está presente	0

<b>TOTAL DE MEDICIONES</b>	<b>360</b>
<b>T. PRODUCTIVO</b>	<b>25%</b>
<b>T. CONTRIBUTORIO</b>	<b>44%</b>
<b>T. NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>31%</b>
<b>NO ESTA PRESENTE</b>	<b>0%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>



Tabla 43. Datos para la optación de pérdidas de armado de acero para columna.

MIN.											
60	x	a									
59	u	e									
58	a	a									
57	u	a									
56	a	u									
55	u	a									
54	a	u									
53	a	a									
52	x	x									
51	a	s									
50	a	s									
49	a	s									
48	u	w									
47	a	s									
46	x	e									
45	w	x									
44	x	s									
43	t	s									
42	t	s									
41	a	x									
40	a	s									
39	s	x									
38	np	s									
37	e	s									
36	a	s									
35	np	s									
34	t	s									
33	nc	a									
32	nc	s									
31	nc	s									
30	s	x									
29	a	a									
28	t	s									
27	x	u									
26	a	s									
25	x	u									
24	a	s									
23	x	s									
22	a	s									
21	t	s									
20	t	x									
19	t	s									
18	x	t									
17	t	t									
16	x	nc									
15	t	t									
14	w	e									
13	w	x									
12	w	e									
11	w	x									
10	t	e									
9	a	a									
8	u	x									
7	a	u									
6	u	a									
5	a	u									
4	u	u									
3	np	np									
2	e	np									
1	e	e									
0	60	60	0	0	0	0	0	0	0	0	120
CUADRILLA											
OPERARIO 1											
OPERARIO 2											

**OBRA:** TAMBO DE MONTERO  
**CUADRILLA:** 2 OP  
**ACTIVIDAD:** ACERO DE COLUMNA  
**FECHA:** 22-6-2015  
**H.I. :** 10:40 p.m.  
**H.F.:** 11:40 p.m.  
**HECHO POR:** JJEH  
**TIEMPO:** Soleado

**OBSERVACIONES:**  
 El trabajo se realizó con una columna de 7.5 metros de longitud la cual fue colocada teniendo los aceros habilitados para su armado.

TRABAJO PRODUCTIVO		
a	Atortola	27
u	Ubica estribos	14
w	Ubica fierro de 5/8	6
		0
		0
		0
	<b>TP</b>	<b>47</b>

TRABAJO CONTRIBUTORIO		
t	Transportes	13
s	Sujeta fierro	24
x	Otros	18
		0
		0
		0
	<b>TC</b>	<b>55</b>

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO		
e	Esperas	9
nc	Otros N.C.	4
		0
		0
		0
	<b>TNC</b>	<b>13</b>
np	No está presente	5

<b>TOTAL DE MEDICIONES</b>	<b>120</b>
<b>T. PRODUCTIVO</b>	<b>39%</b>
<b>T. CONTRIBUTORIO</b>	<b>46%</b>
<b>T. NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>11%</b>
<b>NO ESTA PRESENTE</b>	<b>4%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia.







Tabla 47. Datos para la optación de pérdidas de vaciado de columna.

MIN.										
51										
50										
49										
48										
47										
46										
45										
44										
43										
42										
41										
40	b	e	np	e						
39	e	v	np	v						
38	e	t	v	t						
37	x	e	t	e						
36	x	t	e	t						
35	b	v	t	v						
34	b	t	v	e						
33	b	e	t	x						
32	b	t	e	t						
31	x	t	t	v						
30	b	x	v	t						
29	b	v	t	t						
28	b	t	e	e						
27	b	x	v	v						
26	b	e	e	e						
25	x	v	t	t						
24	b	e	t	t						
23	b	t	v	v						
22	e	v	e	e						
21	b	e	t	x						
20	b	t	v	t						
19	b	v	t	v						
18	b	e	t	t						
17	e	t	v	e						
16	b	v	e	t						
15	e	t	t	v						
14	b	v	v	e						
13	b	t	e	e						
12	b	v	t	t						
11	x	t	t	v						
10	b	e	v	e						
9	b	v	t	e						
8	x	e	e	t						
7	b	t	v	e						
6	b	v	t	v						
5	x	t	t	t						
4	x	e	t	x						
3	e	t	e	x						
2	e	e	x	e						
1	e	e	e	e						
0	40	40	40	0	0	0	0	0	0	160
<b>CUADRILLA</b>										
<b>OPERARIO 1</b>										
<b>PEON 1</b>										
<b>PEON 2</b>										
<b>PEON 3</b>										

Fuente: elaboración propia.

**OBRA:** TAMBO DE MONTERO  
**CUADRILLA:** 1 OP + 3 PE  
**ACTIVIDAD:** VAC. COLUMNA 1° NIVEL  
**FECHA:** 26/06/2015  
**H.I. :** 8:12 a.m.  
**H.F.:** 8:52 p.m.  
**HECHO POR:** JJEH  
**TIEMPO:** Soleado- frio

**OBSERVACIONES:**  
 Se realizó el vaciado de una columna en la cual el concreto era transportado en carretillas y latas, este era proporcionado por otra cuadrilla encargada de la preparación.

TRABAJO PRODUCTIVO		
v	Vaciado de concreto	30
b	Vibrado	24
		0
		0
		0
		0
		0
	<b>TP</b>	<b>54</b>
TRABAJO CONTRIBUTORIO		
t	Transporte de Cº	45
x	Otros	15
		0
		0
		0
		0
	<b>TC</b>	<b>60</b>
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO		
e	Esperas	44
		0
		0
		0
		0
	<b>TNC</b>	<b>44</b>
np	No está presente	2

TOTAL DE MEDICIONES		160
<b>T. PRODUCTIVO</b>		<b>34%</b>
<b>T. CONTRIBUTORIO</b>		<b>38%</b>
<b>T. NO CONTRIBUTORIO</b>		<b>28%</b>
<b>NO ESTA PRESENTE</b>		<b>1%</b>
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>





**Tabla 48. Datos para la optación de pérdidas de armado de acero de viga.**

MIN.									
51									
50	a	a							
49	a	r							
48	m	r							
47	e	r							
46	a	r							
45	a	a							
44	a	a							
43	ce	a							
42	a	ce							
41	a	a							
40	m	ce							
39	a	a							
38	a	a							
37	ce	a							
36	a	a							
35	a	a							
34	a	a							
33	ce	a							
32	a	a							
31	ce	a							
30	a	a							
29	i	a							
28	a	x							
27	a	ce							
26	a	a							
25	a	x							
24	ce	ce							
23	ce	ce							
22	ce	m							
21	ce	ce							
20	m	a							
19	ce	ce							
18	a	m							
17	ce	ce							
16	a	ce							
15	ce	x							
14	x	v							
13	m	e							
12	x	m							
11	m	m							
10	m	e							
9	m	e							
8	m	e							
7	ca	ca							
6	ca	ca							
5	ca	ca							
4	ca	ca							
3	ca	ca							
2	ca	ca							
1	i	i							
0	50	50	0	0	0	0	0	0	100
CUADRILLA									
OPERARIO 1									
PEON 1									

**OBRA:** TAMBO DE MONTERO  
**CUADRILLA:** 1 OP + 1 PE  
**ACTIVIDAD:** ARMADO DE ACERO DE VIGA  
**FECHA:** 23-6-15  
**H.I. :** 10:20 a.m.  
**H.F.:** 11:10 a.m.  
**HECHO POR:** JJEH  
**TIEMPO:** Soleado- frio

**OBSERVACIONES:**  
 Se observó el armado completo de la viga de 4m. De longitud, el acero se encontraba habilitado y a la mano. La se hizo durante 50 minutos.

ca	Coloca acero	12
ce	Coloca estribos	20
a	atortola	38
	<b>TP</b>	<b>70</b>
<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>		
m	Mediciones	12
i	Instrucciones	3
x	Otros	5
	<b>TC</b>	<b>20</b>
<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>		
e	Esperas	5
v	viajes	1
r	trabajo rehecho	4
	<b>TNC</b>	<b>10</b>
np	No está presente	0

<b>TOTAL DE MEDICIONES</b>	<b>100</b>
<b>T. PRODUCTIVO</b>	<b>70%</b>
<b>T. CONTRIBUTORIO</b>	<b>20%</b>
<b>T. NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>10%</b>
<b>NO ESTA PRESENTE</b>	<b>0%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla 49. Datos para la optación de pérdidas de armado de viga.

MIN.							
80	m	a					
79	m	a					
78	m	a					
77	np	a					
76	np	a					
75	np	x					
74	np	a					
73	np	a					
72	np	ce					
71	np	ced					
70	np	x					
69	np	a					
68	np	a					
67	x	a					
66	o	x					
65	i	i					
64	a	a					
63	x	a					
62	x	m					
61	x	a					
60	a	a					
59	x	e					
58	x	m					
57	e	a					
56	x	x					
55	o	cd					
54	a	x					
53	a	o					
52	a	ced					
51	ced	x					
50	m	a					
49	a	m					
48	a	x					
47	a	x					
46	cd	x					
45	a	a					
44	a	e					
43	ced	a					
42	ced	x					
41	cd	a					
40	a	a					
39	a	a					
38	x	x					
37	a	a					
36	o	a					
35	a	a					
34	ced	a					
33	t	a					
32	x	x					
31	cd	a					
30	a	a					
29	m	x					
28	a	m					
27	a	a					
26	a	ce					
25	ced	ce					
24	c	c					
23	c	c					

**OBRA:** TAMBO DE MONTERO  
**CUADRILLA:** 1 OP + 2P  
**ACTIVIDAD:** ARMADO DE VIGA  
**FECHA:** 23-06-15  
**H.I. :** 3:50 p.m.  
**H.F.:** 5:10 p.m.  
**HECHO POR:** JJEH  
**TIEMPO:** Soleado- frio

**OBSERVACIONES:**  
 La actividad trataba del armado de una viga en el 1er nivel la cual se encuentra apoyada en columnas intermedias.

TRABAJO PRODUCTIVO		
c	Coloca fierro (viga)	8
a	Atortola	58
ced	Ubica estribo	9
cd	Coloca dado	4
ce	Coloca estribos	11
<b>TP</b>		<b>90</b>

TRABAJO CONTRIBUTORIO		
t	Transporte	6
i	Instrucciones	7
x	Otros	24
m	Mediciones	10
<b>TC</b>		<b>47</b>

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO		
o	Tiempo ocioso	7
e	Esperas	6
<b>TNC</b>		<b>13</b>
np	No está presente	10

<b>TOTAL DE MEDICIONES</b>	<b>160</b>
<b>T. PRODUCTIVO</b>	<b>56%</b>
<b>T. CONTRIBUTORIO</b>	<b>29%</b>
<b>T. NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>8%</b>
<b>NO ESTA PRESENTE</b>	<b>6%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>



22	t	a							
21	i	a							
20	o	x							
19	o	a							
18	o	ce							
17	a	ce							
16	a	ce							
15	ce	i							
14	a	i							
13	ce	t							
12	a	x							
11	ce	e							
10	t	t							
9	t	a							
8	a	a							
7	a	ce							
6	ce	ced							
5	ced	e							
4	c	c							
3	c	c							
2	e	m							
1	i	i							
0	80	80	0	0	0	0	0	0	160
CUADRILLA	OPERARIO 1	PEON 1	PEON 2						

Fuente: elaboración propia.



Tabla 50. Datos para la optación de pérdidas de encofrado de fondo de viga.

MIN.											
56											
55											
54											
53											
52											
51											
50											
49											
48											
47											
46											
45											
44											
43											
42											
41											
40	ae	ae									
39	c	c									
38	s	ce									
37	c	m									
36	m	c									
35	e	v									
34	x	i									
33	ae	c									
32	ae	x									
31	c	ce									
30	s	ce									
29	ce	s									
28	ae	ae									
27	c	m									
26	cm	e									
25	x	m									
24	x	e									
23	c	i									
22	c	e									
21	m	v									
20	s	c									
19	s	pa									
18	ce	pa									
17	ce	c									
16	ce	c									
15	s	e									
14	v	c									
13	c	m									
12	ae	m									
11	m	ae									
10	ae	s									
9	ce	np									
8	ce	pa									
7	cm	pa									
6	cm	s									
5	cm	s									
4	m	m									
3	x	t									
2	i	v									
1	i	i									
0	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	80
CUADRILLA											
OPERARIO 1											
OPERARIO 2											

Fuente: elaboración propia.

<b>OBRA:</b> TAMBO DE MONTERO
<b>CUADRILLA:</b> 2 OP
<b>ACTIVIDAD:</b> ENCOFRADO DE FONDO DE VIGA
<b>FECHA:</b> 25-06-2015
<b>H.I. :</b> 3:38 p.m.
<b>H.F.:</b> 4:18 p.m.
<b>HECHO POR:</b> JJEH
<b>TIEMPO:</b> frio
<b>OBSERVACIONES:</b>
Se observó la colocación del fondo de viga y de las Tees. La madera ya se encontraba habilitada y lista para ser colocada.

TRABAJO PRODUCTIVO		
ce	Coloca encofrado	9
c	Clava	14
ae	Asegura encofrado	9
pa	prepara alambre	4
	<b>TP</b>	<b>36</b>
TRABAJO CONTRIBUTORIO		
t	Transportes	1
m	mediciones	10
i	instrucciones	5
s	Sujeta madera o encof.	9
cm	corta madera	4
x	otros	5
	<b>TC</b>	<b>34</b>
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO		
v	Viajes	4
e	Esperas	5
	<b>TNC</b>	<b>9</b>
np	No está presente	1

<b>TOTAL DE MEDICIONES</b>	<b>80</b>
<b>T. PRODUCTIVO</b>	<b>45%</b>
<b>T. CONTRIBUTORIO</b>	<b>42%</b>
<b>T. NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>11%</b>
<b>NO ESTA PRESENTE</b>	<b>1%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Tabla 51. Datos para la optación de pérdidas de elaboración de mezcla para columna.

MIN.									
56									
55									
54									
53									
52									
51									
50									
49									
48									
47									
46									
45									
44									
43									
42									
41									
40									
39									
38									
37									
36									
35									
34									
33									
32									
31									
30	iag	p	e	e	e	rm	np		
29	e	ia	p	d	e	e	np		
28	om	p	d	ia	ic	e	v		
27	om	d	ia	e	e	rm	t		
26	iag	p	e	e	ab	rm	np		
25	om	e	p	ia	e	rm	np		
24	t	p	p	p	ic	e	v		
23	om	e	ia	t	ab	e	v		
22	om	t	e	e	e	rm	t		
21	iag	p	ia	ia	ic	e	v		
20	om	e	e	e	e	rm	np		
19	e	p	p	p	ab	e	np		
18	om	t	ia	e	ic	rm	np		
17	iag	p	e	e	e	rm	np		
16	om	e	d	e	t	e	v		
15	t	p	p	p	e	e	np		
14	e	e	ia	ia	ic	rm	v		
13	om	t	ia	p	e	rm	v		
12	iag	d	p	ia	ic	e	t		
11	om	ia	d	e	e	e	np		
10	e	t	p	ia	ic	e	d		
9	om	d	p	d	e	rm	t		
8	om	p	ia	p	ab	rm	np		
7	e	e	t	t	ic	e	t		
6	om	p	d	e	e	rm	d		
5	iag	e	e	p	e	rm	v		
4	om	ia	e	t	e	rm	v		
3	om	e	p	p	e	e	np		
2	e	t	p	p	e	rm	t		
1	om	e	p	e	e	rm	np		
0	30	30	30	30	30	30	30	0	210
CUADRILLA									
OPERARIO 1									
PEON 1									
PEON 2									
PEON 3									
PEON 4									
PEON 5									
PEON 6									

Fuente: elaboración propia.

<b>OBRA:</b> TAMBO DE MONTERO
<b>CUADRILLA:</b> 1 OP + 6 PE
<b>ACTIVIDAD:</b> ELABORACION DE MEZCLA
<b>FECHA:</b> 29-6-2015
<b>H.I. :</b> 9:30 a.m.
<b>H.F.:</b> 10:00 a.m.
<b>HECHO POR:</b> JJEH
<b>TIEMPO:</b> Soleado- frio
<b>OBSERVACIONES:</b>
Se observó la elaboración de concreto para columna. Para tal fin se utilizó una mezcladora, un winche, 2 carretillas, 2 palas, 2 baldes. La observación duro 30 minutos.

<b>TRABAJO PRODUCTIVO</b>		
om	opera mezcladora	16
iag	incorpora agua	6
ic	incorpora cemento	8
ia	incorpora agregado	16
rm	recibe mezcla	17
		0
	<b>TP</b>	<b>63</b>

<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>		
t	Transportes	18
p	palea agregado a bugui	29
ab	abre bolsa	4
		0
		0
		0
	<b>TC</b>	<b>51</b>

<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>		
v	viajes	9
e	Esperas	63
d	descansos	11
		0
		0
	<b>TNC</b>	<b>83</b>
np	No está presente	13

<b>TOTAL DE MEDICIONES</b>	<b>210</b>
<b>T. PRODUCTIVO</b>	<b>30%</b>
<b>T. CONTRIBUTORIO</b>	<b>24%</b>
<b>T. NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>40%</b>
<b>NO ESTA PRESENTE</b>	<b>6%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Tabla 52. Datos para la optación de pérdidas de encofrado de losa.

MIN.							
96							
95							
94							
93							
92	x	ct					
91	m	x					
90	e	cp					
89	sp	cp					
88	sp	cp					
87	cs	ss					
86	cs	ss					
85	ts	e					
84	o	cl					
83	o	o					
82	cl	o					
81	x	o					
80	cl	cl					
79	cl	cl					
78	cl	cl					
77	cl	x					
76	x	e					
75	m	e					
74	m	x					
73	e	x					
72	e	cl					
71	e	cl					
70	e	e					
69	m	o					
68	m	o					
67	x	o					
66	r	r					
65	r	cl					
64	m	cl					
63	r	r					
62	o	o					
61	e	o					
60	m	cl					
59	m	x					
58	ct	cl					
57	r	cl					
56	ct	r					
55	r	r					
54	m	r					
53	m	r					
52	ct	cl					
51	m	x					
50	m	x					
49	r	e					
48	r	r					
47	e	x					
46	m	cl					
45	x	r					
44	r	r					
43	r	x					
42	r	o					
41	o	cl					
40	e	cl					
39	m	m					
38	m	x					

<b>OBRA:</b> TAMBO DE MONTERO
<b>CUADRILLA:</b> 2 OP
<b>ACTIVIDAD:</b> ARMADO DE 1º LOSA
<b>FECHA:</b> 17-07-2015
<b>H.I. :</b> 9:35 a.m.
<b>H.F.:</b> 11:07 a.m.
<b>HECHO POR:</b> JJEH
<b>TIEMPO:</b> Soleado
<b>OBSERVACIONES:</b>
Se encofro la losa del 1er nivel. El trabajo se realizó hasta colocar todos los pies derechos quedando faltante la colocación de tablonos.

<b>TRABAJO PRODUCTIVO</b>		
cs	Clava solera	13
cp	Clava pie derecho	18
ct	Clava tablón	4
cl	Coloca lengüeta (clava)	20
	<b>TP</b>	<b>55</b>
<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>		
ss	Sujeta solera	16
sp	Sujeta pie derecho	10
ts	Transporta solera	3
m	Mediciones	20
x	Otros	26
	<b>TC</b>	<b>75</b>
<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>		
o	Tiempo ocioso	16
r	Trabajo rehecho	19
e	Esperas	19
	<b>TNC</b>	<b>54</b>
np	No está presente	0

<b>TOTAL DE MEDICIONES</b>	<b>184</b>
<b>T. PRODUCTIVO</b>	<b>30%</b>
<b>T. CONTRIBUTORIO</b>	<b>41%</b>
<b>T. NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>29%</b>
<b>NO ESTA PRESENTE</b>	<b>0%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>



37	x	x							
36	sp	cp							
35	cp	o							
34	x	e							
33	o	m							
32	cp	sp							
31	cp	sp							
30	cp	sp							
29	cp	x							
28	m	e							
27	sp	cp							
26	sp	cp							
25	x	cs							
24	x	cs							
23	x	cp							
22	e	o							
21	cp	ss							
20	cp	ss							
19	cs	ss							
18	cs	ss							
17	ts	ss							
16	m	e							
15	x	m							
14	ss	cs							
13	x	e							
12	sp	cs							
11	cp	ss							
10	cp	ss							
9	cp	ss							
8	ts	e							
7	x	cs							
6	ss	cs							
5	sp	cs							
4	x	ss							
3	cp	ss							
2	cs	ss							
1	cs	ss							
0	92	92	0	0	0	0	0	0	184
CUADRILLA	OPERARIO 1	OPERARIO 2							

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 53. Datos para la optación de pérdidas de armado de losa (tecnopor).**

MIN.									
60	e	x							
59	c	x							
58	x	m							
57	c	m							
56	c	c							
55	ct	c							
54	ct	tr							
53	tr	c							
52	m	m							
51	m	c							
50	x	c							
49	o	x							
48	c	x							
47	c	tr							
46	c	r							
45	ct	r							
44	tr	r							
43	m	m							
42	m	m							
41	o	m							
40	c	o	e	m					
39	c	e	x	np					
38	ct	e	m	np					
37	ct	c	c	x					
36	x	c	c	np					
35	tr	c	tr	np					
34	e	ct	o	np					
33	c	ct	o	o					
32	c	tr	o	o					
31	ct	c	m	o					
30	ct	c	e	o					
29	tr	r	c	ct					
28	tr	r	c	e					
27	r	m	m	tr					
26	x	m	c	tr					
25	m	o	tr	o					
24	o	c	x	o					
23	r	c	x	tr					
22	c	ct	np	np					
21	c	ct	m	np					
20	c	tr	m	np					
19	ct	e	c	x					
18	r	tr	c	x					
17	r	e	ct	m					
16	r	c	ct	m					
15	c	c	tr	np					
14	c	ct	np	np					
13	ct	tr	np	np					
12	tr	c	o	tr					
11	tr	c	e	tr					
10	c	e	np	e					
9	c	e	c	e					
8	ct	ct	c	tr					
7	o	x	ct	tr					
6	e	c	tr	ct					
5	c	c	np	ct					
4	c	ct	ct	e					
3	ct	tr	x	tr					
2	ct	tr	m	tr					
1	m	m	tr	tr					
0	60	60	40	40	0	0	0	0	200
CUADRILLA	OPERARIO 1	PEON 1	PEON 2	PEON 3					

<b>OBRA:</b> TAMBO DE MONTERO
<b>CUADRILLA:</b> 1 OP + 2P
<b>ACTIVIDAD:</b> ARMADO DE LOSA 1º NIVEL
<b>FECHA:</b> 30-07-2015
<b>H.I. :</b> 9:30 a.m.
<b>H.F.:</b> 10:30 a.m.
<b>HECHO POR:</b> JJEH
<b>TIEMPO:</b> Soleado
<b>OBSERVACIONES:</b>
El trabajo consistió en la colocación del tecnopor para la losa del primer nivel, la toma de datos duro una hora en la cual trabajaron un operario y un peón durante todo este tiempo, mientras que otros dos peones trabajaron solo 40 minutos.

TRABAJO PRODUCTIVO		
c	Coloca clavo (clava)	46
ct	Coloca tecnopor	26
<b>TP</b>		<b>72</b>
TRABAJO CONTRIBUTORIO		
tr	Transporte	30
m	Mide	24
x	Otros	16
<b>TC</b>		<b>70</b>
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO		
o	Tiempo ocioso	16
r	Trabajo rehecho	10
e	Esperas	16
<b>TNC</b>		<b>42</b>
np	No está presente	16

<b>TOTAL DE MEDICIONES</b>	<b>200</b>
<b>T. PRODUCTIVO</b>	<b>36%</b>
<b>T. CONTRIBUTORIO</b>	<b>35%</b>
<b>T. NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>21%</b>
<b>NO ESTA PRESENTE</b>	<b>8%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia.



Tabla 54. Datos para la optación de pérdidas de vaciado de losa.

MIN.									
52									
51									
50									
49									
48									
47									
46									
45									
44									
43									
42									
41									
40									
39									
38									
37									
36									
35									
34									
33									
32									
31									
30	v	e	np	np	r	t	t	ow	
29	v	t	np	np	r	t	t	s	
28	v	ow	np	np	e	e	vi	d	
27	d	e	am	e	e	d	t	e	
26	v	ow	vm	am	r	d	t	s	
25	v	e	am	am	r	e	d	s	
24	v	ow	d	t	r	vm	vm	s	
23	v	ow	d	am	d	t	t	e	
22	v	e	e	am	r	t	vi	s	
21	d	t	am	np	r	vm	t	s	
20	v	ow	am	np	r	vi	t	e	
19	v	ow	am	np	d	e	vm	t	
18	v	t	am	np	d	t	vm	ow	
17	e	e	vm	np	r	t	t	s	
16	x	ow	vm	t	r	e	vi	s	
15	x	t	vm	am	r	t	t	s	
14	v	ow	np	am	d	t	t	t	
13	v	e	np	np	r	t	e	s	
12	t	ow	am	np	r	t	vi	s	
11	v	vm	am	np	r	vi	t	e	
10	v	e	am	am	am	e	vm	s	
9	v	ow	np	t	am	t	e	s	
8	v	ow	np	am	am	vi	vi	s	
7	v	t	np	am	vi	vi	vm	t	
6	v	ow	x	e	vi	e	vm	s	
5	v	e	x	am	e	t	vm	s	
4	v	ow	np	am	e	t	t	e	
3	v	ow	np	am	r	t	vi	s	
2	v	vm	e	e	r	e	vm	e	
1	t	ow	e	am	r	e	vm	s	
0	30	30	30	30	30	30	30	30	240
CUADRILLA									
OPERARIO 1									
OPERARIO 2									
PEON 1									
PEON 2									
PEON 3									
PEON 4									
PEON 5									
PEON 6									

Fuente: elaboración propia.

<b>OBRA:</b> TAMBO DE MONTERO
<b>CUADRILLA:</b> 2 OP + 6 PE
<b>ACTIVIDAD:</b> VACIADO DE LOSA
<b>FECHA:</b> 01-08-2015
<b>H.I. :</b> 11:15 a.m.
<b>H.F.:</b> 11:45 p.m.
<b>HECHO POR:</b> JJEH
<b>TIEMPO:</b> Soleado- frio
<b>OBSERVACIONES:</b>
Al observar el proceso de vaciado de la losa se dispuso al personal de la siguiente manera 1 vibrador, 3 regleadores, 2 bugueros, 1 operador de winche y 1 ayudante para el winche. La medición duró 25 minutos.

<b>TRABAJO PRODUCTIVO</b>		
v	Vibra	23
am	acomoda mezcla	25
r	reglea	17
vm	vierte mezcla	17
ow	opera winche	17
		0
	<b>TP</b>	<b>99</b>

<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>		
t	transportes	39
s	sujeta balde de winche	18
x	otros	4
		0
		0
		0
	<b>TC</b>	<b>61</b>

<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>		
vi	viajes	12
e	esperas	35
d	descanso	12
		0
		0
	<b>TNC</b>	<b>59</b>
np	<b>No está presente</b>	<b>21</b>

<b>TOTAL DE MEDICIONES</b>	<b>240</b>
<b>T. PRODUCTIVO</b>	<b>41%</b>
<b>T. CONTRIBUTORIO</b>	<b>25%</b>
<b>T. NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>25%</b>
<b>NO ESTA PRESENTE</b>	<b>9%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>



Tabla 56. Datos para la optación de pérdidas de tarrajeo de columna.

MIN.										
54										
53										
52										
51										
50										
49										
48										
47										
46										
45										
44										
43										
42										
41										
40	pu									
39	pu									
38	x									
37	pu									
36	pu									
35	pu									
34	ms									
33	l									
32	rv									
31	pu									
30	pl									
29	m									
28	pñ									
27	pm									
26	pm									
25	v									
24	v									
23	pl									
22	rv									
21	pl									
20	pñ									
19	ms									
18	pl									
17	pñ									
16	pl									
15	pl									
14	rv									
13	rv									
12	pñ									
11	pñ									
10	ms									
9	pm									
8	pm									
7	pm									
6	m									
5	t									
4	t									
3	t									
2	l									
1	l									
0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40
CUADRILLA										
OPERARIO 1										

Fuente: elaboración propia.

<b>OBRA:</b> TAMBO DE MONTERO
<b>CUADRILLA:</b> 1 OP
<b>ACTIVIDAD:</b> TARRAJEO DE COLUMNA
<b>FECHA:</b> 10-08-2015
<b>H.I. :</b> 2:15 p.m.
<b>H.F.:</b> 2:55 p.m.
<b>HECHO POR:</b> JJEH
<b>TIEMPO:</b> Soleado- frio
<b>OBSERVACIONES:</b>
La observación del proceso se realizó en una columna, dicho proceso duro 40 minutos.

<b>TRABAJO PRODUCTIVO</b>		
ms	moja superficie con lechada	3
pm	prepara mezcla	5
pñ	pañetea	5
rv	rellena espacios vacios	4
pl	plancha	6
pu	pule	6
	<b>TP</b>	<b>29</b>

<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>		
t	transportes	3
l	limpieza	3
m	mediciones	2
x	otros	1
	<b>TC</b>	<b>9</b>

<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>		
v	viajes	2
	<b>TNC</b>	<b>2</b>
np	<b>No está presente</b>	<b>0</b>

<b>TOTAL DE MEDICIONES</b>	<b>40</b>
<b>T. PRODUCTIVO</b>	<b>73%</b>
<b>T. CONTRIBUTORIO</b>	<b>23%</b>
<b>T. NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>5%</b>
<b>NO ESTA PRESENTE</b>	<b>0%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Tabla 57. Datos para la optación de pérdidas de tarrajeo de viga.

MIN.										
53										
52										
51										
50										
49										
48										
47										
46										
45										
44										
43										
42										
41										
40										
39										
38										
37										
36										
35										
34										
33										
32										
31										
30	l									
29	pl									
28	pl									
27	pñ									
26	pñ									
25	pm									
24	pm									
23	ms									
22	ms									
21	m									
20	m									
19	pl									
18	pl									
17	pñ									
16	pñ	l								
15	pñ	x								
14	pñ	np								
13	pm	np								
12	pm	np								
11	v	ms								
10	x	ms								
9	pl	l								
8	pl	l								
7	pñ	v								
6	pñ	v								
5	ms	s								
4	ms	s								
3	m	s								
2	l	pm								
1	l	pm								
0	30	16	0	0	0	0	0	0	0	46
CUADRILLA										
	OPERARIO 1									
		PEON 1								

Fuente: elaboración propia.

<b>OBRA:</b> TAMBO DE MONTERO
<b>CUADRILLA:</b> 1 OP + 1 PE
<b>ACTIVIDAD:</b> TARRAJEO DE VIGA
<b>FECHA:</b> 11-08-2015
<b>H.I. :</b> 11:17 a.m.
<b>H.F.:</b> 11:47 a.m.
<b>HECHO POR:</b> JJEH
<b>TIEMPO:</b> Soleado- frio
<b>OBSERVACIONES:</b>
Se observó el tarrajeo de una viga de una luz de 4.0 m.

TRABAJO PRODUCTIVO	
ms	moja superficie con lechada
pm	prepara mezcla
pñ	pañeteo
pl	plancha
<b>TP</b>	<b>26</b>

TRABAJO CONTRIBUTORIO	
l	limpieza
m	mediciones
x	otros
s	sujeta regla
<b>TC</b>	<b>14</b>

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	
v	viajes
<b>TNC</b>	<b>3</b>
np	No está presente

<b>TOTAL DE MEDICIONES</b>	<b>46</b>
<b>T. PRODUCTIVO</b>	<b>57%</b>
<b>T. CONTRIBUTORIO</b>	<b>30%</b>
<b>T. NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>7%</b>
<b>NO ESTA PRESENTE</b>	<b>7%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Tabla 58. Datos para la opción de pérdidas de vaciado de escaleras.

MIN.									
55									
54									
53									
52									
51									
50									
49									
48									
47									
46									
45									
44									
43									
42									
41									
40	v	c	np	p					
39	v	c	np	p					
38	v	t	np	p					
37	e	c	np	p					
36	e	t	np	p					
35	np	c	c	p					
34	np	e	t	p					
33	np	t	c	p					
32	np	c	t	p					
31	v	t	c	p					
30	v	c	c	p					
29	e	t	np	e					
28	e	e	np	e					
27	e	c	np	r					
26	v	c	e	r					
25	v	t	c	r					
24	v	c	t	c					
23	v	c	np	t					
22	e	t	n	e					
21	e	n	np	x					
20	e	n	e	x					
19	v	n	e	x					
18	v	c	n	e					
17	v	t	n	np					
16	e	c	r	np					
15	v	x	r	np					
14	v	t	r	e					
13	v	c	c	c					
12	v	x	e	t					
11	v	c	t	r					
10	e	t	c	r					
9	e	np	t	r					
8	v	np	c	np					
7	v	c	e	np					
6	v	x	c	np					
5	v	t	x	r					
4	v	c	x	r					
3	v	c	e	e					
2	e	e	t	e					
1	e	e	t	e					
0	40	40	40	40	0	0	0	0	160
CUADRILLA	OPERARIO	PEON 1	PEON 2	PEON 3					

Fuente: elaboración propia.

<b>OBRA:</b> TAMBO DE MONTERO
<b>CUADRILLA:</b> 1 OP + 3 PE
<b>ACTIVIDAD:</b> VAC. ESCALERAS
<b>FECHA:</b> 12-08-2015
<b>H.I. :</b> 10:23 p.m.
<b>H.F.:</b> 11:03 p.m.
<b>HECHO POR:</b> JJEH
<b>TIEMPO:</b> Soleado- frio
<b>OBSERVACIONES:</b>
Se observó el vaciado de escaleras y sus respectivos descansos, el concreto era proveído por otra cuadrilla encargada de la preparación, la toma de datos duro 40 minutos.

TRABAJO PRODUCTIVO		
v	Vibrado	23
c	Vaciado	28
p	Planchado	11
r	Reglado	11
		0
		0
<b>TP</b>		<b>73</b>
TRABAJO CONTRIBUTORIO		
t	Transporte de C°	20
x	Otros	8
		0
		0
		0
		0
<b>TC</b>		<b>28</b>
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO		
e	Esperas	31
n	Tiempo ocioso	6
		0
		0
		0
<b>TNC</b>		<b>37</b>
np	No está presente	22

<b>TOTAL DE MEDICIONES</b>	<b>160</b>
<b>T. PRODUCTIVO</b>	<b>46%</b>
<b>T. CONTRIBUTORIO</b>	<b>18%</b>
<b>T. NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>23%</b>
<b>NO ESTA PRESENTE</b>	<b>14%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

### 3.6 Procedimiento de análisis de datos

#### 3.6.1 Procedimiento de análisis de datos para medición de la productividad en obra

##### a) Procedimiento o cálculos para medición porcentajes de productividad

Después de procesar los datos iniciales recopilados en campo se procede a la determinación de porcentajes en las subcategorías que están referidas al total de las mediciones realizadas, tal proceso nos brinda datos de porcentajes de trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio en forma diaria, para la determinación total de porcentajes de productividad se debe hacer el promedio de todos los datos antes mencionados.

##### b) Diagramas y tablas de porcentajes de productividad

###### b1) Rangos del trabajo productivo

A continuación se pueden observar los porcentajes de productividad promedio, así como los porcentajes máximos y mínimos del trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio obtenidos del total de datos que conforman la muestra.

Tabla 59. Rangos de trabajo productivo.

	Porcentaje Máximo	Porcentaje Mínimo	Promedio
Trabajo productivo	27%	11%	20%
Trabajo contributorio	55%	30%	42%
Trabajo no contributorio	57%	22%	38%

Fuente: elaboración propia.

En el presente grafico podemos ver la variación del porcentaje de trabajo productivo a lo largo de los días en los que se tomaron datos.

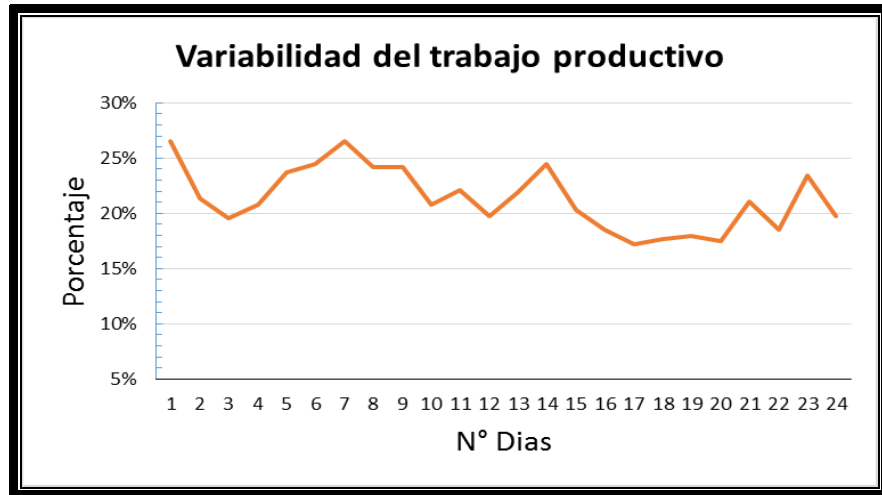


Figura 18. Variabilidad de trabajo productivo.

Fuente: elaboración propia.

**b2) Rangos del trabajo contributorio**

En el siguiente cuadro tenemos los rangos de valores por hora de muestreo para cada subcategoría de trabajo contributorio y el promedio alcanzado en la investigación; los porcentajes que se muestran a continuación corresponden al tiempo total de la toma de muestras.

Tabla 60. Rangos de trabajo productivo.

TRABAJO CONTRIBUTORIO					
Descripción	T	L	I	M	X
Porcentaje máximo	26%	16%	12%	20%	27%
Porcentaje mínimo	4%	0%	1%	2%	1%
Promedio	15%	6%	5%	8%	9%

Fuente: elaboración propia.

T: Transporte      L: Limpieza      I: Instrucciones  
M: Mediciones      X: Otros

En el presente grafico podemos ver la variación del porcentaje de trabajo contributorio a lo largo de los días en los que se tomaron datos.

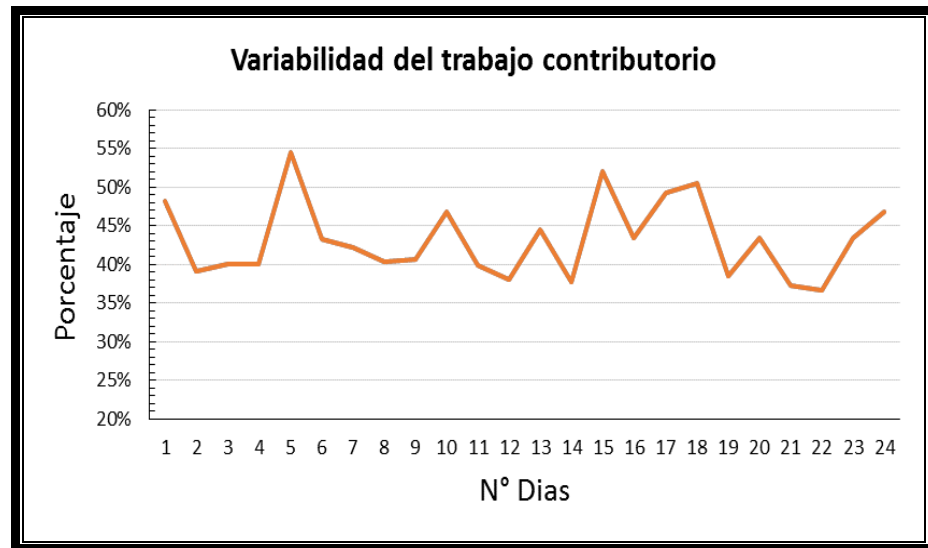


Figura 19. Variabilidad de trabajo contributorio.

Fuente: elaboración propia.

En el siguiente gráfico podemos apreciar la distribución de las subcategorías del trabajo contributorio en función del trabajo promedio (42%) de la muestra estudiada.

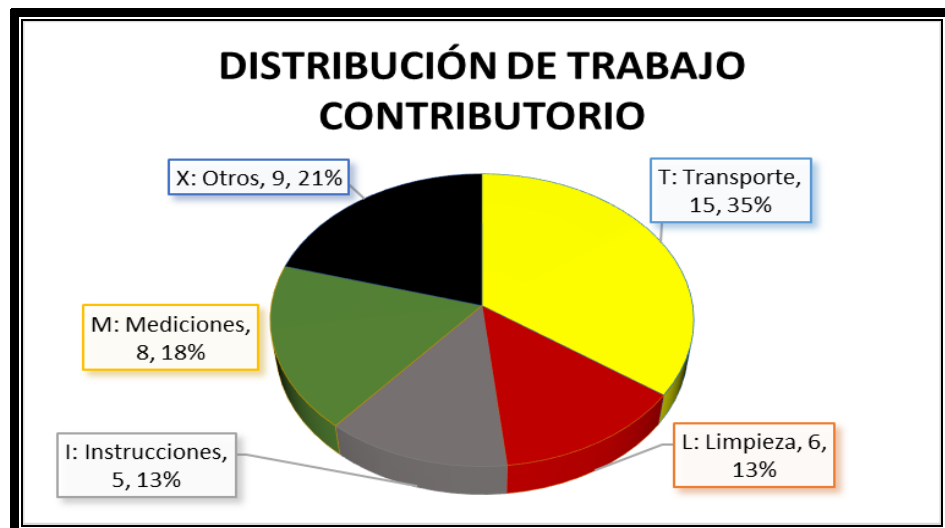


Figura 20. Distribución de trabajo contributorio.

Fuente: elaboración propia.



**b3) Rangos del trabajo no contributorio**

En el siguiente cuadro tenemos los rangos de valores por hora de muestreo para cada subcategoría de trabajo no contributorio y el promedio alcanzado en la investigación; los porcentajes que se muestran a continuación corresponden al tiempo total de la toma de muestras.

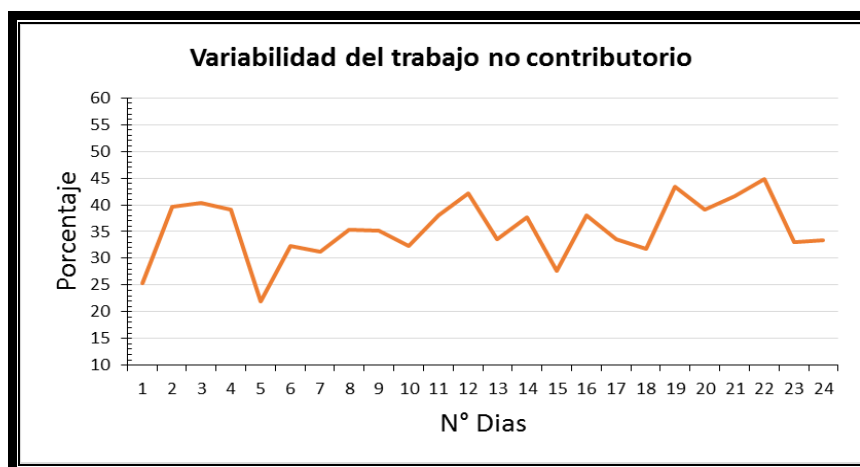
**Tabla 61.** Rangos de trabajo no contributorio.

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO						
Descripción	V	O	E	R	D	X
Porcentaje máximo	26%	20%	22%	7%	11%	8%
Porcentaje mínimo	7%	1%	0%	0%	0%	0%
Promedio	16%	8%	9%	2%	3%	0%

Fuente: elaboración propia.

- V: Viajes
- O: Tiempo Ocioso
- E: Esperas
- R: Trabajo Rehecho
- D: Descanso
- X: Otros

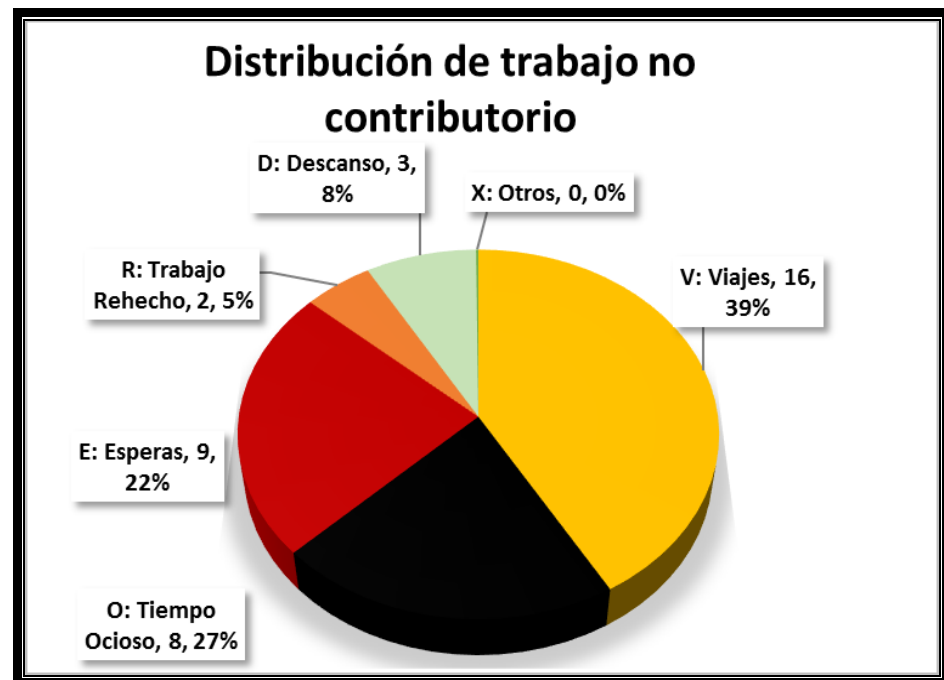
En el presente grafico podemos ver la variación del porcentaje de trabajo contributorio a lo largo de los días en los que se tomaron datos.



**Figura 21.** Variabilidad de trabajo contributorio.

Fuente: elaboración propia.

En el siguiente gráfico podemos apreciar la distribución de las subcategorías del trabajo no contributivo en función del trabajo promedio (38%) de la muestra estudiada.



**Figura 22.** Distribución de trabajo no contributivo.

Fuente: elaboración propia.

### c) Análisis de la prueba

Después de procesados los datos pudimos obtener los resultados que muestran como los trabajos productivos, contributivo y no contributivo varían de manera desproporcional a un avance normal en una construcción reflejando de esta manera problemas de planificación y control de ejecución.



### **3.6.2 Procedimiento de análisis de datos para obtención de rendimientos reales**

#### **a) Procedimiento o cálculo para la obtención de rendimientos reales**

El procedimiento seguido para la determinación de rendimientos reales se realizó con datos de actividades que tenían las mismas características, con la finalidad de evitar rendimientos sumamente bajos o rendimientos elevados, en vista de que este valor varía de acuerdo a condiciones como: clima, personal, materiales, herramientas etc.

De esta manera los datos que han sido escogidos para el proceso de cálculo nos determinaran el rendimiento real.

A continuación se presenta un ejemplo para explicar procedimiento de cálculo.



**Procedimiento para cálculo de rendimiento de encofrado  
de placa**

➤ **Personal:** 1 Op + 1 Of + 1 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Operario:  $(1 \times 8) / 11 = 0.73 \text{ HH/m}^2$

Oficial:  $(1 \times 8) / 11 = 0.73 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 8) / 11 = 0.73 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 2.19 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (3 \times 8) / 2.19 = \mathbf{10.96 \text{ m}^2}$$

➤ **Personal:** 1 Of + 2 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 6) / 8 = 0.75 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(2 \times 6) / 8 = 1.50 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 2.25 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (3 \times 8) / 2.25 = \mathbf{10.67 \text{ m}^2}$$



**Procedimiento para cálculo de rendimiento vaciado de  
placa**

➤ **Personal:** 1 Op + 1 Of + 4 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Operario:  $(1 \times 3) / 3.5 = 0.86 \text{ HH/m}^3$

Oficial:  $(1 \times 3) / 3.5 = 0.86 \text{ HH/m}^3$

Peón:  $(4 \times 3) / 3.5 = 3.44 \text{ HH/m}^3$

**Total:** 5.16 HH/m<sup>3</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>3</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (6 \times 8) / 5.16 = \mathbf{9.30 \text{ m}^3}$$

➤ **Personal:** 1 Of + 4 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 3.5) / 4 = 0.88 \text{ HH/m}^3$

Peón:  $(4 \times 3.5) / 4 = 3.50 \text{ HH/m}^3$

**Total:** 4.38 HH/m<sup>3</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>3</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (5 \times 8) / 4.38 = \mathbf{9.13 \text{ m}^3}$$



➤ **Personal:** 1 Of + 5 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 4) / 5 = 0.80 \text{ HH/m}^3$

Peón:  $(5 \times 4) / 5 = 4.00 \text{ HH/m}^3$

**Total:** 4.80 HH/m<sup>3</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>3</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (6 \times 8) / 4.8 = \mathbf{10.00 \text{ m}^3}$$

**Procedimiento para cálculo de rendimiento de  
desencofrado de placa**

➤ **Personal:** 1 Of

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 4) / 23 = 0.17 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 0.17 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (1 \times 8) / 0.17 = \mathbf{47.06 \text{ m}^2}$$



➤ **Personal:** 1 Of + 1 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 3) / 16 = 0.19 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 3) / 16 = 0.19 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 0.38 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 0.38 = \mathbf{42.11 \text{ m}^2}$$

**Procedimiento para cálculo de rendimiento solaqueado de sótano**

➤ **Personal:** 2 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Peón:  $(2 \times 6) / 10 = 1.20 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 1.20 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 1.2 = \mathbf{13.33 \text{ m}^2}$$



➤ **Personal:** 1 Of + 1 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 2) / 3.5 = 0.57 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 2) / 3.5 = 0.57 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 1.14 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 1.14 = \mathbf{14.04 \text{ m}^2}$$

**Procedimiento para cálculo de rendimiento habilitación de encofrado para columna**

➤ **Personal:** 1 Of + 1 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 4) / 18 = 0.22 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 4) / 18 = 0.22 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 0.44 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 0.44 = \mathbf{36.36 \text{ m}^2}$$





➤ **Personal:** 1 Of + 1 Pn

**Rendimiento:**

- En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 3) / 14 = 0.21 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 3) / 14 = 0.21 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 0.42 HH/m<sup>2</sup>

- Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 0.42 = \mathbf{38.10 \text{ m}^2}$$

➤ **Personal:** 1 Of + 1 Pn

**Rendimiento:**

- En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 3) / 15 = 0.20 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 3) / 15 = 0.20 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 0.40 HH/m<sup>2</sup>

- Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 0.40 = \mathbf{40.00 \text{ m}^2}$$



**Procedimiento para cálculo de rendimiento de encofrado  
para columna**

➤ **Personal:** 1 Op + 1 Pn

**Rendimiento:**

- En horas hombre:

Operario:  $(1 \times 6) / 6.2 = 0.97 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 6) / 6.2 = 0.97 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 1.94 HH/m<sup>2</sup>

- Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 1.94 = \mathbf{8.25 \text{ m}^2}$$

➤ **Personal:** 1 Of + 1 Pn

**Rendimiento:**

- En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 2) / 2.7 = 0.74 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 2) / 2.7 = 0.74 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 1.48 HH/m<sup>2</sup>

- Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 1.48 = \mathbf{10.81 \text{ m}^2}$$



➤ **Personal:** 1 Op + 1 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Operario:  $(1 \times 3) / 3.5 = 0.86 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 3) / 3.5 = 0.86 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 1.72 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 1.72 = \mathbf{9.30 \text{ m}^2}$$

### Procedimiento para cálculo de rendimiento de vaciado de columna

➤ **Personal:** 1 Op + 3 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Operario:  $(1 \times 1.5) / 2.00 = 0.75 \text{ HH/m}^3$

Peón:  $(3 \times 1.5) / 2.00 = 2.25 \text{ HH/m}^3$

**Total:** 3.00 HH/m<sup>3</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>3</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (3 \times 8) / 3 = \mathbf{8.00 \text{ m}^3}$$



➤ **Personal:** 1 Of + 2 Pn

**Rendimiento:**

- En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 2.1) / 2.40 = 0.88 \text{ HH/m}^3$

Peón:  $(2 \times 2.1) / 2.40 = 1.76 \text{ HH/m}^3$

**Total:** 2.64 HH/m<sup>3</sup>

- Calculo del Rendimiento en m<sup>3</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (3 \times 8) / 2.64 = \mathbf{9.09 \text{ m}^3}$$

➤ **Personal:** 1 Op + 1 Of + 1 Pn

**Rendimiento:**

- En horas hombre:

Operario:  $(1 \times 2) / 2.50 = 0.80 \text{ HH/m}^3$

Oficial:  $(1 \times 2) / 2.50 = 0.80 \text{ HH/m}^3$

Peón:  $(1 \times 2) / 2.50 = 0.80 \text{ HH/m}^3$

**Total:** 2.40 HH/m<sup>3</sup>

- Calculo del Rendimiento en m<sup>3</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (3 \times 8) / 2.40 = \mathbf{10.00 \text{ m}^3}$$

**Procedimiento para cálculo de rendimiento de  
desenfofrado de columna**

➤ **Personal:** 1 Of + 1 Pn

**Rendimiento:**

- En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 4) / 20 = 0.20$  HH/m<sup>2</sup>

Peón:  $(1 \times 4) / 20 = 0.20$  HH/m<sup>2</sup>

**Total:** 0.40 HH/m<sup>2</sup>

- Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 0.40 = \mathbf{40.00 \text{ m}^2}$$

➤ **Personal:** 1 Of

**Rendimiento:**

- En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 3) / 14.00 = 0.21$  HH/m<sup>2</sup>

**Total:** 0.21 HH/m<sup>2</sup>

- Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (1 \times 8) / 0.21 = \mathbf{38.10 \text{ m}^2}$$



➤ **Personal:** 2 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

$$\text{Peón: } (2 \times 2) / 9 = 0.44 \text{ HH/m}^2$$

**Total:** 0.44 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 0.44 = \mathbf{36.36 \text{ m}^2}$$

### Procedimiento para cálculo de rendimiento de encofrado de viga

➤ **Personal:** 1 Op + 1 Of + 1 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

$$\text{Operario: } (1 \times 4) / 5.5 = 0.73 \text{ HH/m}^2$$

$$\text{Oficial: } (1 \times 4) / 5.5 = 0.73 \text{ HH/m}^2$$

$$\text{Peón: } (1 \times 4) / 5.5 = 0.73 \text{ HH/m}^2$$

**Total:** 2.19 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (3 \times 8) / 2.19 = \mathbf{10.96 \text{ m}^2}$$



➤ **Personal:** 1 Op + 1 Pn

**Rendimiento:**

- En horas hombre:

Operario:  $(1 \times 5) / 4.5 = 1.11 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 5) / 4.5 = 1.11 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 2.22 HH/m<sup>2</sup>

- Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 2.22 = \mathbf{7.21 \text{ m}^2}$$

➤ **Personal:** 1 Of + 1 Pn

**Rendimiento:**

- En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 3) / 3.8 = 0.79 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 3) / 3.8 = 0.79 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 1.58 HH/m<sup>2</sup>

- Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 1.58 = \mathbf{10.13 \text{ m}^2}$$



**Procedimiento para cálculo de rendimiento de vaciado de viga**

➤ **Personal:** 1 Op + 1 Of + 2 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Operario:  $(1 \times 1.5) / 3.2 = 0.47$  HH/m<sup>3</sup>

Oficial:  $(1 \times 1.5) / 3.2 = 0.47$  HH/m<sup>3</sup>

Peón:  $(2 \times 1.5) / 3.2 = 0.47$  HH/m<sup>3</sup>

**Total:** 1.88 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>3</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (4 \times 8) / 1.88 = \mathbf{17.02 \text{ m}^3}$$

➤ **Personal:** 2 Of + 2 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Oficial:  $(2 \times 2) / 5 = 0.80$  HH/m<sup>3</sup>

Peón:  $(2 \times 2) / 5 = 0.80$  HH/m<sup>3</sup>

**Total:** 1.60 HH/m<sup>3</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>3</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (4 \times 8) / 1.60 = \mathbf{20.00 \text{ m}^3}$$





**Procedimiento para cálculo de rendimiento de encofrado  
de losa aligerada**

➤ **Personal:** 1 Op + 1 Of + 1 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Operario:  $(1 \times 5) / 6.5 = 0.77 \text{ HH/m}^2$

Oficial:  $(1 \times 5) / 6.5 = 0.77 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 5) / 6.5 = 0.77 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 2.31 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (3 \times 8) / 2.31 = \mathbf{10.39 \text{ m}^2}$$

➤ **Personal:** 1 Of + 2 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 4) / 6 = 0.67 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(2 \times 4) / 6 = 1.33 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 2.00 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (3 \times 8) / 2.0 = \mathbf{12.00 \text{ m}^2}$$



➤ **Personal:** 1 Op + 1 Of + 1 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Operario:  $(1 \times 5) / 6.3 = 0.79 \text{ HH/m}^2$

Oficial:  $(1 \times 5) / 6.3 = 0.79 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 5) / 6.3 = 0.79 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 2.37 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (3 \times 8) / 2.37 = 10.13 \text{ m}^2$$

**Procedimiento para cálculo de rendimiento de vaciado de losa aligerada**

➤ **Personal:** 1 Op + 1 Of + 6 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Operario:  $(1 \times 3) / 8 = 0.38 \text{ HH/m}^3$

Oficial:  $(1 \times 3) / 8 = 0.38 \text{ HH/m}^3$

Peón:  $(6 \times 3) / 8 = 0.38 \text{ HH/m}^3$

**Total:** 3.04 HH/m<sup>3</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>3</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (8 \times 8) / 3.04 = 21.05 \text{ m}^2$$



➤ **Personal:** 1 Op + 1 Of + 5 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Operario:  $(1 \times 4) / 9 = 0.44 \text{ HH/m}^3$

Oficial:  $(1 \times 4) / 9 = 0.44 \text{ HH/m}^3$

Peón:  $(5 \times 4) / 9 = 4.44 \text{ HH/m}^3$

**Total:** 3.11 HH/m<sup>3</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>3</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (7 \times 8) / 3.11 = \mathbf{18.01 \text{ m}^3}$$

**Procedimiento para cálculo de rendimiento de  
desencofrado de losa aligerada**

➤ **Personal:** 1 Of + 2 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 3) / 13 = 0.23 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(2 \times 3) / 13 = 0.46 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 0.69 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (3 \times 8) / 0.69 = \mathbf{34.78 \text{ m}^2}$$



➤ **Personal:** 1 Op + 2 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Operario:  $(1 \times 2) / 8 = 0.25 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(2 \times 2) / 8 = 0.5 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 0.75 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (3 \times 8) / 0.75 = \mathbf{32.00 \text{ m}^2}$$

**Procedimiento para cálculo de rendimiento de tarrajeo de viga**

➤ **Personal:** 1 Of + 1 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 7) / 7 = 1.00 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 7) / 7 = 1.00 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 2.00 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 2 = \mathbf{8.00 \text{ m}^2}$$



➤ **Personal:** 1 Of + 1 Pn

**Rendimiento:**

- En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 3) / 3 = 1.11 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 3) / 3 = 1.11 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 2.22 HH/m<sup>2</sup>

- Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 2.22 = \mathbf{7.21 \text{ m}^2}$$

➤ **Personal:** 1 Of

**Rendimiento:**

- En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 6) / 4.5 = 1.33 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 1.33 HH/m<sup>2</sup>

- Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (1 \times 8) / 1.33 = \mathbf{6.02 \text{ m}^2}$$



**Procedimiento para cálculo de rendimiento de tarrajeo de columna**

➤ **Personal:** 1 Of

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

$$\text{Oficial: } (1 \times 4) / 3.5 = 1.14 \text{ HH/m}^2$$

**Total:** 1.14 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (1 \times 8) / 1.14 = \mathbf{7.02 \text{ m}^2}$$

➤ **Personal:** 1 Of

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

$$\text{Oficial: } (1 \times 5) / 4 = 1.25 \text{ HH/m}^2$$

**Total:** 1.25 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (1 \times 8) / 1.25 = \mathbf{6.40 \text{ m}^2}$$



➤ **Personal:** 1 Of

**Rendimiento:**

- En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 4) / 3.8 = 1.05 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 1.05 HH/m<sup>2</sup>

- Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (1 \times 8) / 1.05 = \mathbf{7.62 \text{ m}^2}$$

#### Procedimiento para cálculo de rendimiento de encofrado de escaleras

➤ **Personal:** 1 Op + 1 Of

**Rendimiento:**

- En horas hombre:

Operario:  $(1 \times 6) / 4 = 1.5 \text{ HH/m}^2$

Oficial:  $(1 \times 6) / 4 = 1.5 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 3.00 HH/m<sup>2</sup>

- Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 3 = \mathbf{5.33 \text{ m}^2}$$



➤ **Personal:** 1 Op + 1 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 4) / 2.5 = 1.6 \text{ HH/m}^2$

Peón:  $(1 \times 4) / 2.5 = 1.6 \text{ HH/m}^2$

**Total:** 3.20 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>2</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (2 \times 8) / 3.2 = \mathbf{5.00 \text{ m}^2}$$

**Procedimiento para cálculo de rendimiento de vaciado  
escaleras**

➤ **Personal:** 1 Of + 3 Pn

**Rendimiento:**

• En horas hombre:

Oficial:  $(1 \times 4) / 5.5 = 0.73 \text{ HH/m}^3$

Peón:  $(3 \times 4) / 5.5 = 2.19 \text{ HH/m}^3$

**Total:** 2.92 HH/m<sup>2</sup>

• Calculo del Rendimiento en m<sup>3</sup> en 8 horas.

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (4 \times 8) / 2.92 = \mathbf{10.96 \text{ m}^3}$$



➤ **Personal:** 1 Op + 1 Of + 3 Pn

**Rendimiento:**

- En horas hombre:

Operario:  $(1 \times 3) / 3 = 1.00$  HH/m<sup>3</sup>

Oficial:  $(1 \times 3) / 3 = 1.00$  HH/m<sup>3</sup>

Peón:  $(3 \times 3) / 3 = 3.00$  HH/m<sup>3</sup>

**Total:** 5.00 HH/m<sup>3</sup>

- Calculo del Rendimiento en m<sup>3</sup> en 8 horas.

$$RENDIMIENTO = \frac{\# \text{ de obreros} * \# \text{ horas}}{\text{Cantidad producida}}$$

$$R = (5 \times 8) / 5.00 = 8.00 \text{ m}^3$$

**b) Diagrama o tablas de rendimientos reales**

**Tabla 62. Rendimientos reales en actividades puntuales.**

N°	ACTIVIDADES	UND.	RENDIMIENTOS				PROMEDIO
			1	2	3	4	
1	ENCOFRADO DE PLACA	M2	10.96	10.67	9.27		<b>10.30</b>
2	VACIADO DE PLACA	M3	9.3	9.13	10	10.39	<b>9.71</b>
3	DESENCOFRADO DE PLACA	M2	47.06	42.11			<b>44.59</b>
4	SOLAQUEADO DEL SOTANO	M2	13.33	14.04	15.53		<b>14.30</b>
5	HABILITACION DE ENCOFRADO PARA COLUMNA	M2	36.36	38.1	40	38.1	<b>38.14</b>
6	ENCOFRADO PARA COLUMNA	M2	8.25	10.81	9.3	8.68	<b>9.26</b>
7	VACIADO DE COLUMNA	M3	8	9.09	10	9.66	<b>9.19</b>
8	DESENCOFRADO DE COLUMNA	M2	40	38.1	36.36		<b>38.15</b>
9	ENCOFRADO DE VIGA	M2	10.96	7.21	10.13		<b>9.43</b>
10	VACIADO DE VIGA	M3	17.02	20			<b>18.51</b>
11	ENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	M2	10.39	12	10.13	10.46	<b>10.75</b>
12	VACIADO DE LOSA ALIGERADA	M3	21.05	18.01	19.22		<b>19.43</b>
13	DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	M2	34.78	32			<b>33.39</b>
14	TARRAJEO DE VIGA	M2	8	7.21	6.02	6.17	<b>6.85</b>
15	TARRAJEO DE COLUMNA	M2	7.02	6.4	7.62	5.97	<b>6.46</b>
16	ENCOFRADO DE ESCALERAS	M2	5.33	5			<b>5.17</b>
17	VACIADO DE ESCALERAS	M3	10.96	8	9.55		<b>9.50</b>

Fuente: Elaboración propia.

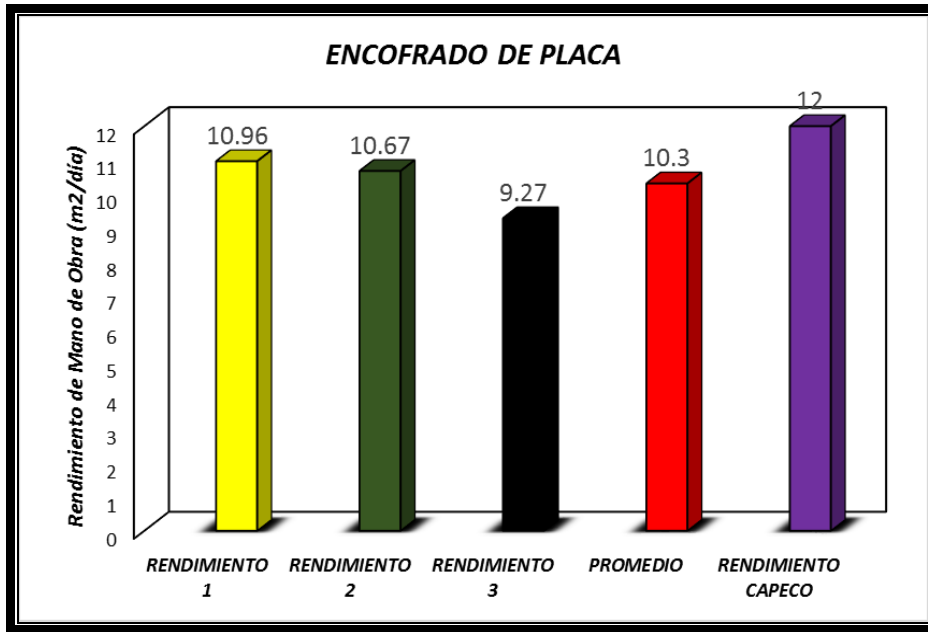


Figura 23. Rendimientos de encofrado de placa.

Fuente: Elaboración propia.

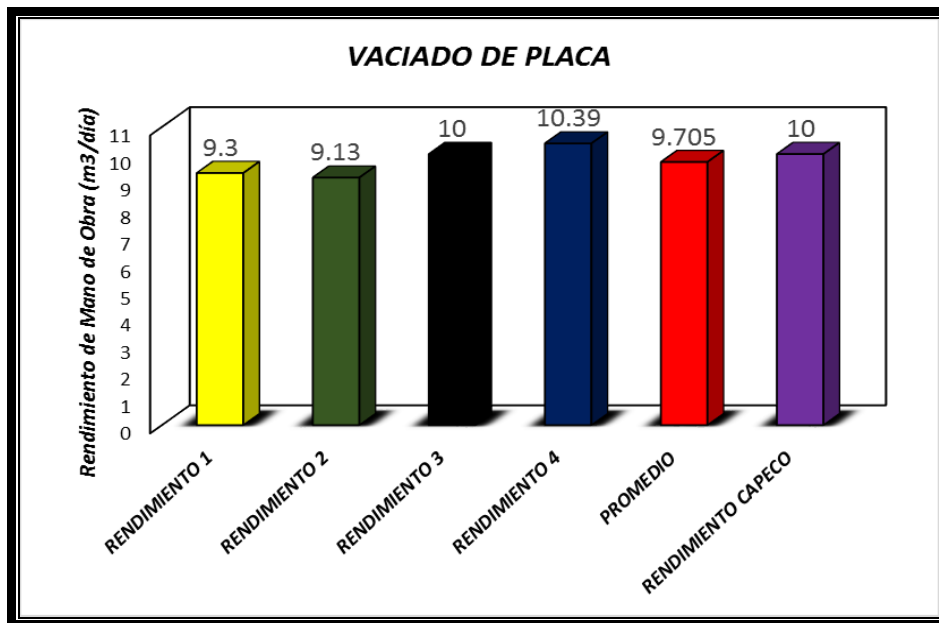


Figura 24. Rendimientos de vaciado de placa.

Fuente: Elaboración propia.

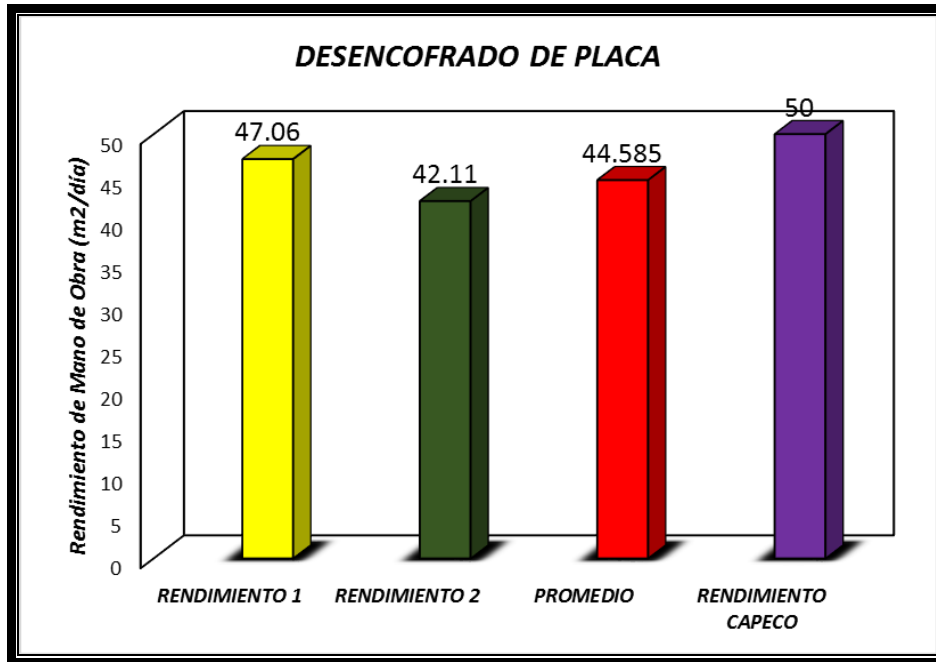


Figura 25. Rendimientos de desencofrado de placa.

Fuente: Elaboración propia.

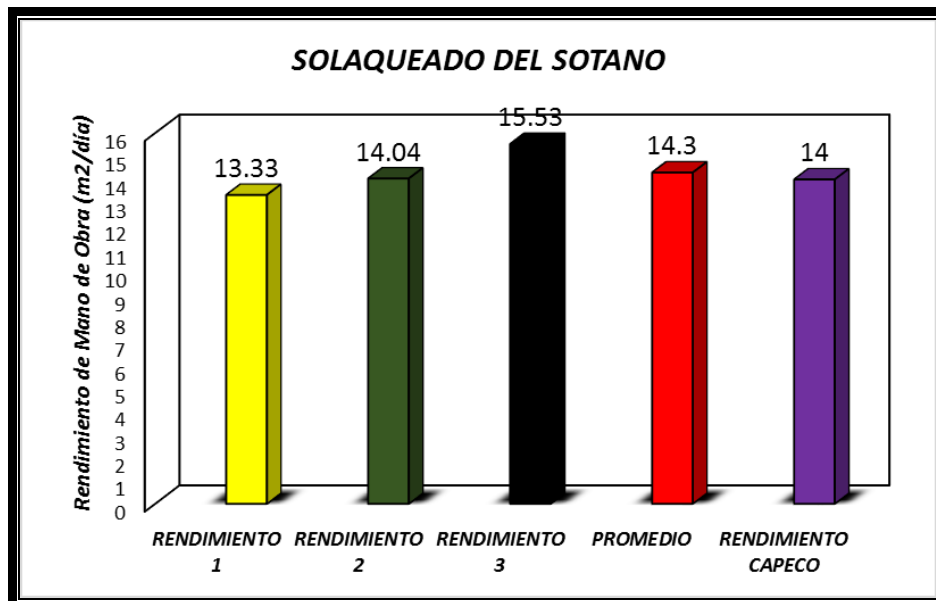


Figura 26. Rendimientos de solaqueado de sótano.

Fuente: Elaboración propia.

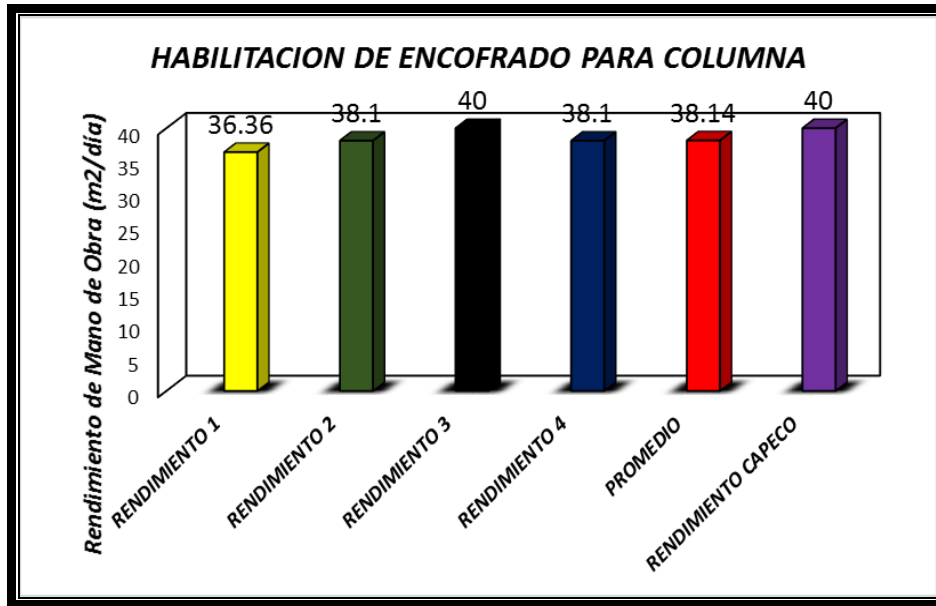


Figura 27. Rendimientos de habilitación de encofrado para columna.

Fuente: Elaboración propia.

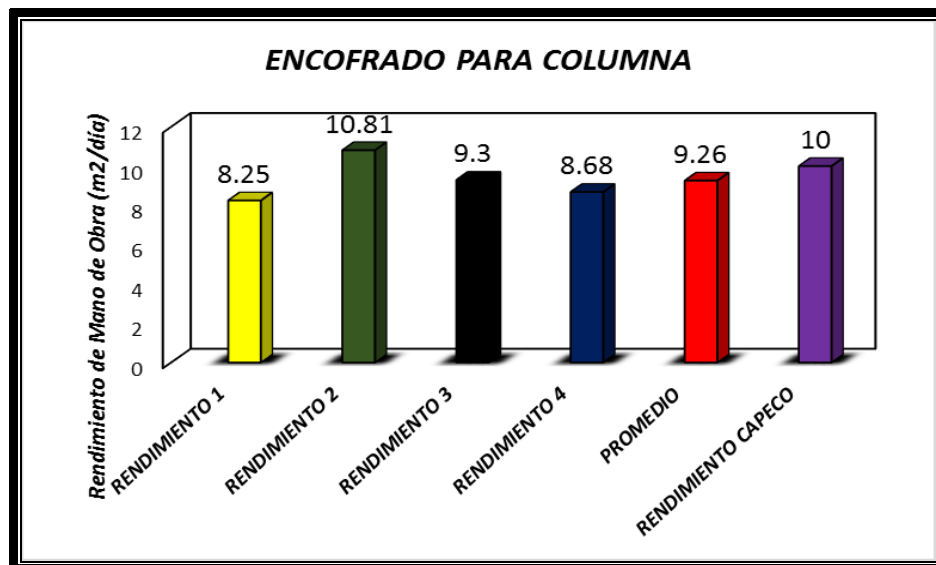


Figura 28. Rendimientos de encofrado para columna.

Fuente: Elaboración propia.

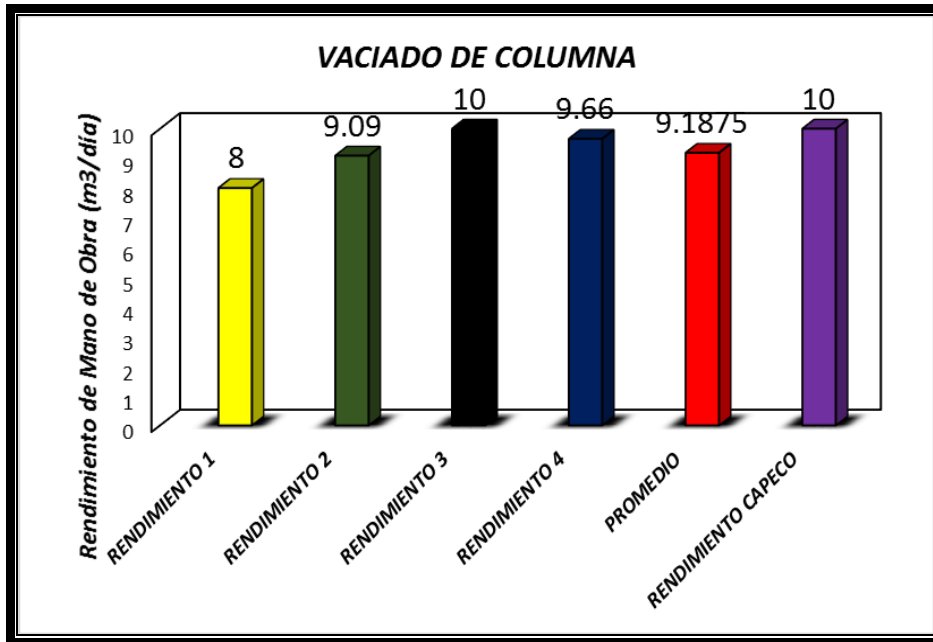


Figura 29. Rendimientos de vaciado de columna.

Fuente: Elaboración propia.

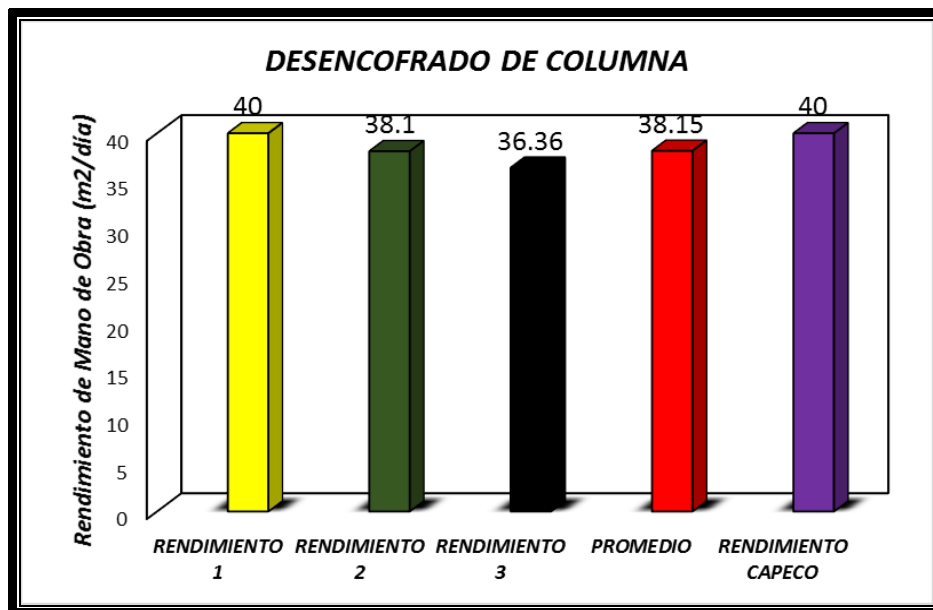


Figura 30. Rendimientos de desencofrado de columna.

Fuente: Elaboración propia.

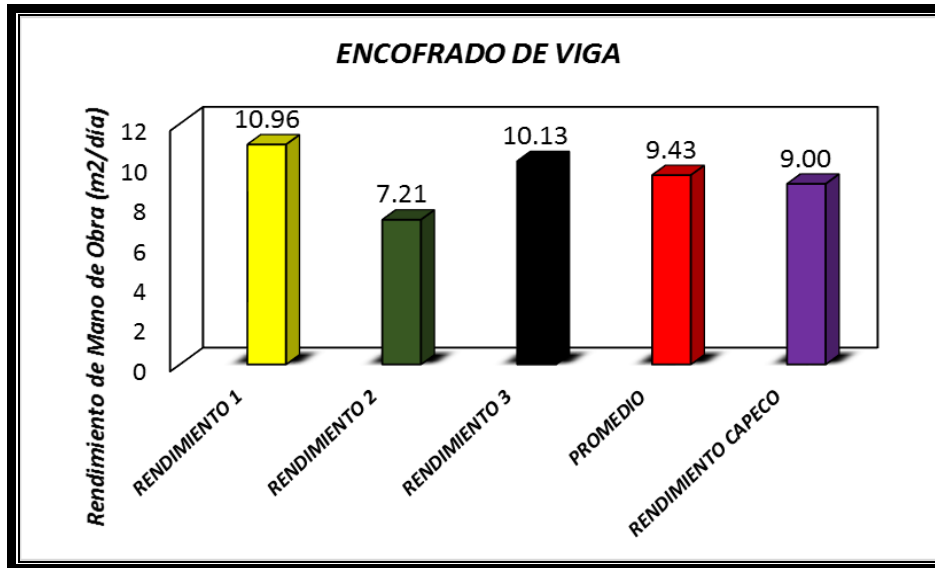


Figura 31. Rendimientos de encofrado de viga.

Fuente: Elaboración propia.

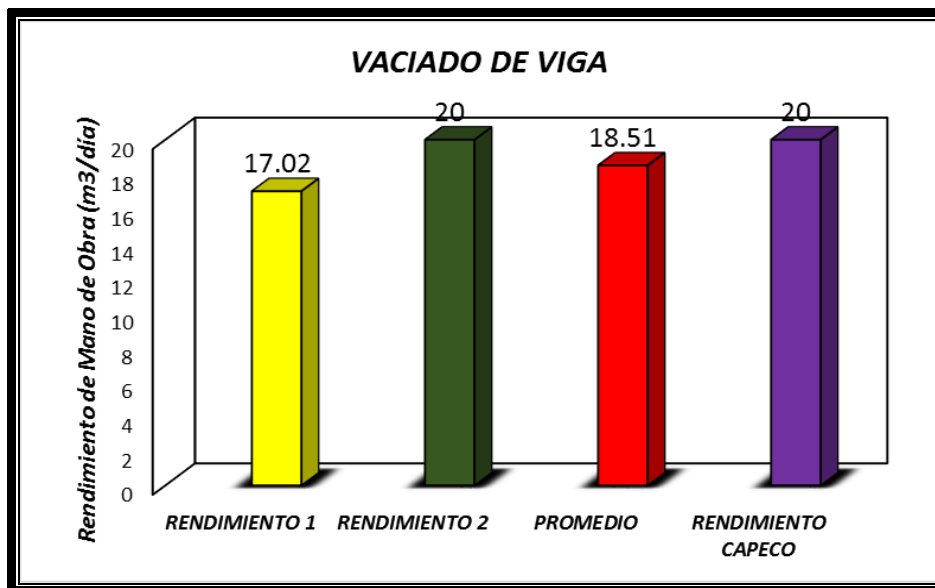


Figura 32. Rendimientos de vaciado de viga.

Fuente: Elaboración propia.

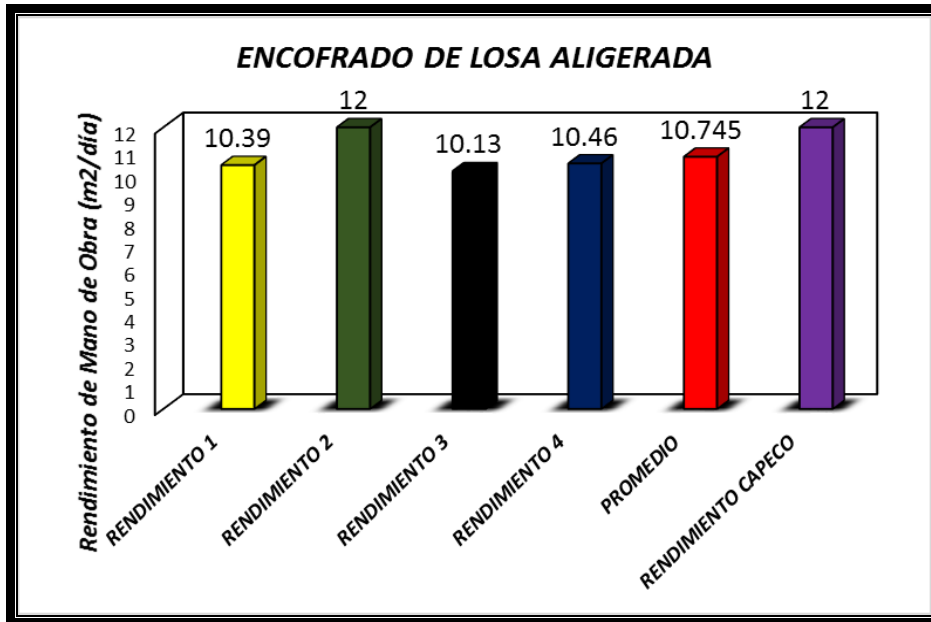


Figura 33. Rendimientos de encofrado de placa.

Fuente: Elaboración propia.

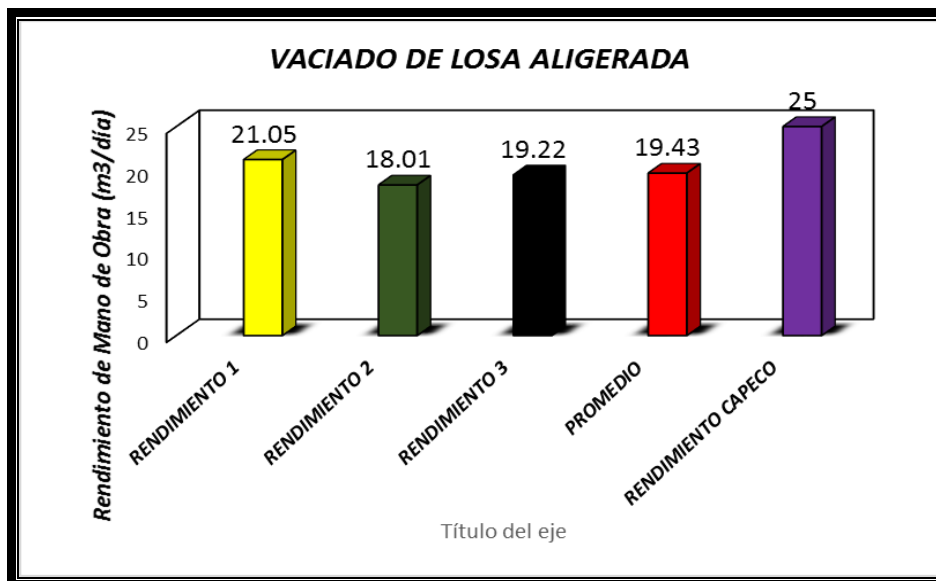


Figura 34. Rendimientos de vaciado de losa aligerada.

Fuente: Elaboración propia.

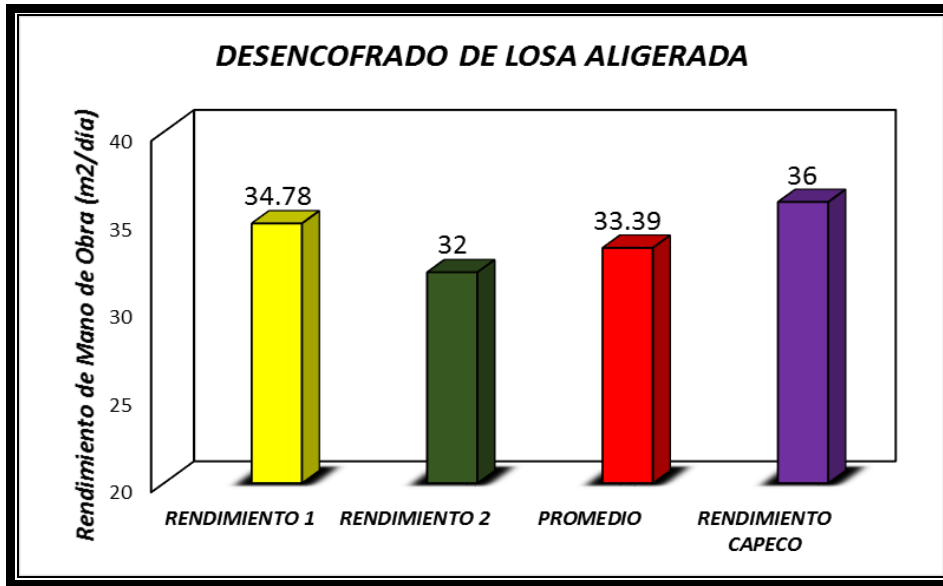


Figura 35. Rendimientos de desencofrado de losa aligerada.

Fuente: Elaboración propia.

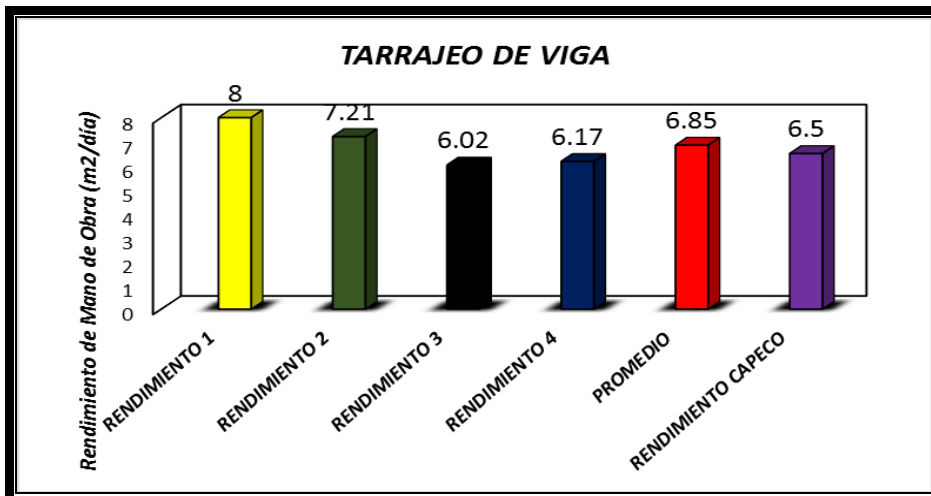


Figura 36. Rendimientos de tarrajeo de viga.

Fuente: Elaboración propia.



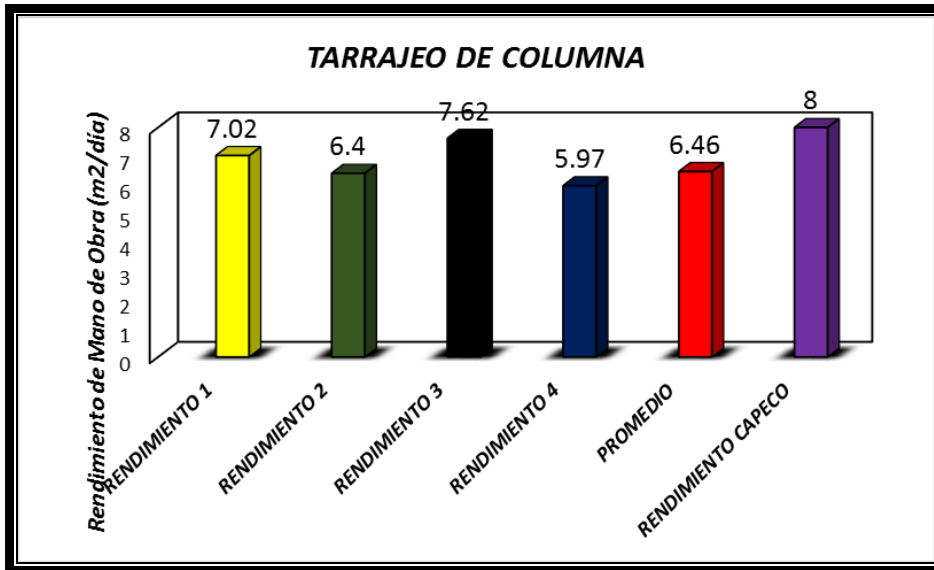


Figura 37. Rendimientos de tarrajeo de columna.

Fuente: Elaboración propia.

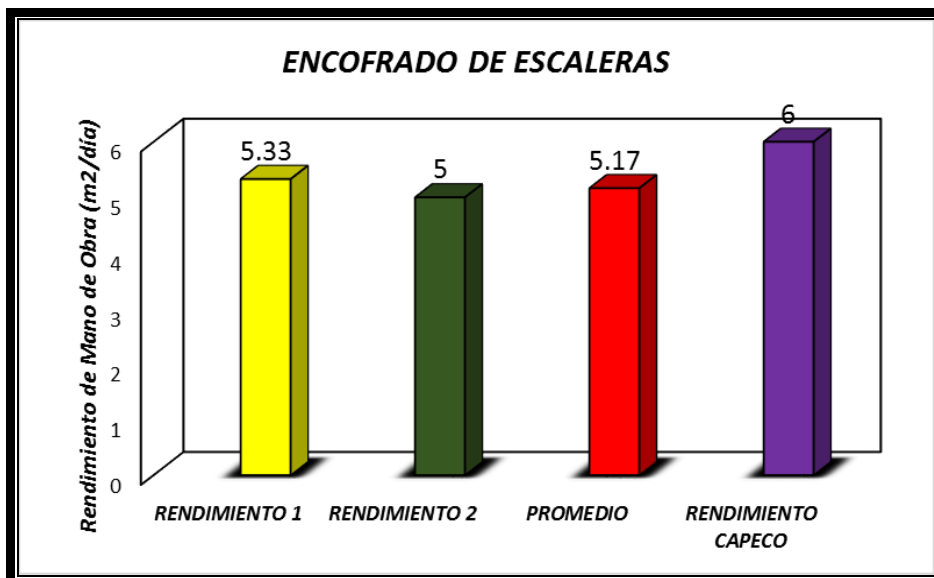
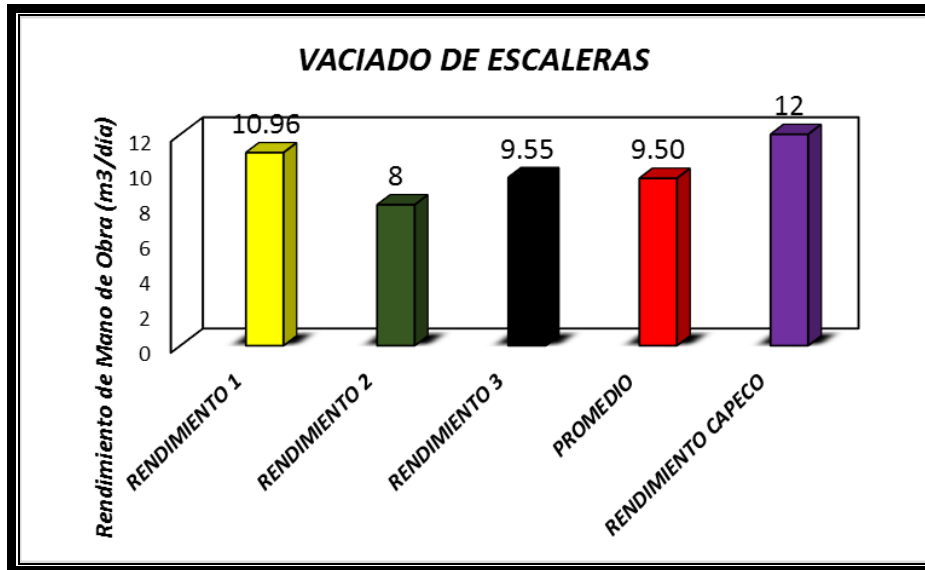


Figura 38. Rendimientos de encofrado de escaleras.

Fuente: Elaboración propia.



*Figura 39. Rendimientos de vaciado de escaleras.*

Fuente: Elaboración propia.

### c) Análisis de la prueba

Se puede apreciar el procedimiento para determinar los rendimientos reales por jornada laboral, dichos rendimientos fueron promediados con la finalidad de hallar un rendimiento representativo y real de cada actividad en la obra “CONSTRUCCIÓN DE ESTABLECIMIENTO HOTELERO EN LA CALLE TAMBO DE MONTERO EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO”.



### **3.6.3 Procedimiento de análisis de datos para medición de perdidas**

#### **a) Procedimiento o cálculos para medición de perdidas**

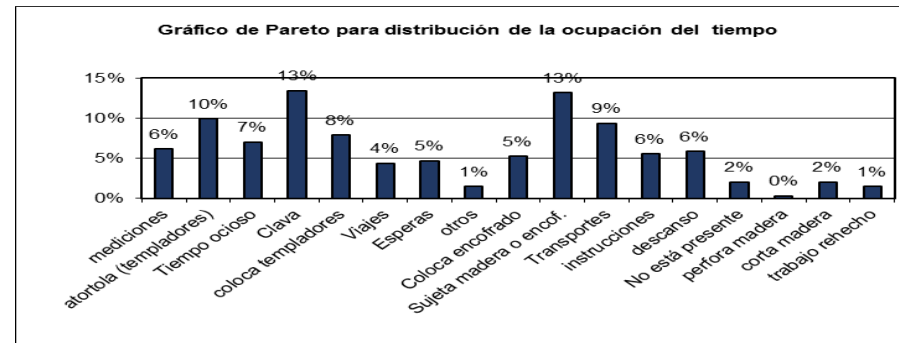
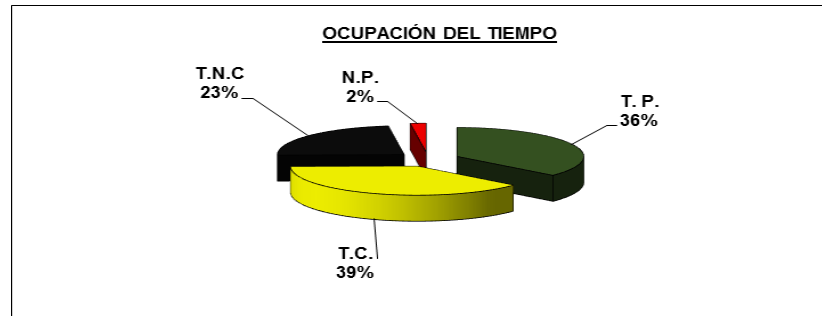
El procedimiento seguido para el cálculo de la productividad diaria se hizo utilizando los datos extraídos en los cuadros de lectura de actividades puntuales los cuales se clasificaron de acuerdo al tipo de trabajo realizado, dando de esta manera los porcentajes de trabajo durante un día laboral.



b) Representación gráfica del procesamiento para medición de perdidas

<b>ACTIVIDAD:</b> ENCOFRADO DE PLACA
<b>CUADRILLA:</b> 1 OP + 2 PE
<b>FECHA:</b> 05-06-15
<b>TIEMPO:</b> Soleado

**OBSERVACIONES:**  
Se encofro todo el tramo posterior del primer nivel con la finalidad de vaciar concreto para estabilizar el terreno colindante.



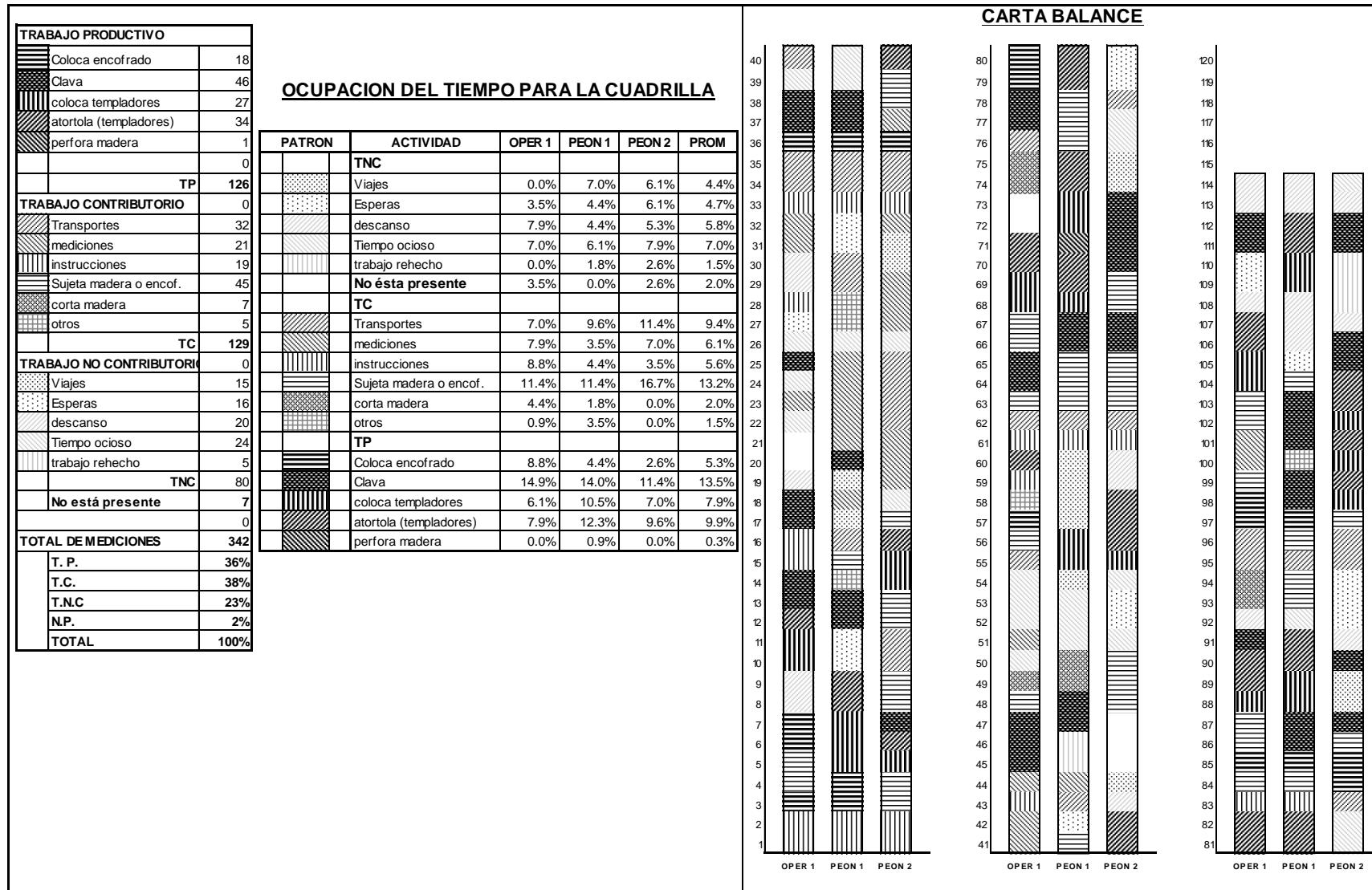
RENDIMIENTO				
TIEMPO	RECURSO	AVANCE	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO (8HRS.)
Hrs.	H:H	m2	HH/m2	m2.
1.90	5.7	2.2	2.59	9.27

Figura 40. Medición para carta de balance: Encofrado de placa.

Fuente: Elaboración propia.



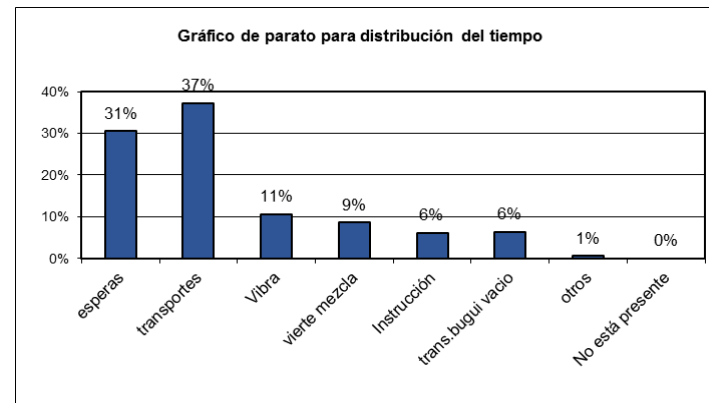
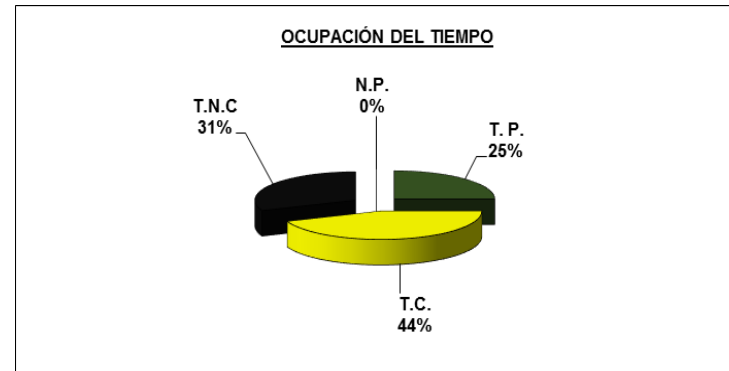
Tabla 05. Ocupación de tiempo y carta balance de encofrado de placa.



Fuente: Elaboración propia.

<b>ACTIVIDAD:</b> VACIADO DE PLACA
<b>CUADRILLA:</b> 1 OP + 5 PE
<b>FECHA:</b> 06-06-2015
<b>TIEMPO:</b> Soleado- frio

<b>OBSERVACIONES:</b>
Se vació un tramo de placa durante una hora con una longitud de 8 m. La cual servirá de sostén a un terreno colindante.



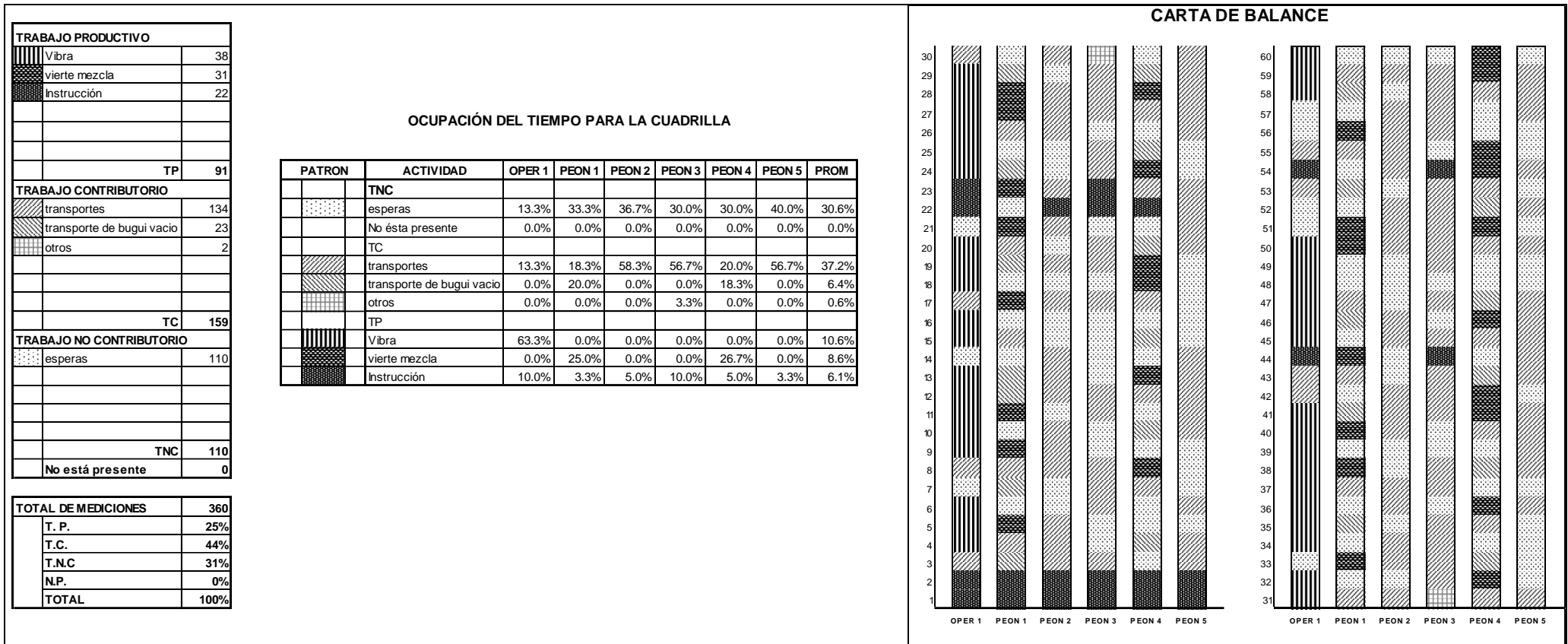
RENDIMIENTO				
TIEMPO	RECURSO	AVANCE	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO (8HRS.)
Hrs.	H:H	m3	HH/m3	m3
1	6	1.3	4.62	10.39

Figura 41. Medición para carta de balance: Vaciado de placa.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 64. Ocupación de tiempo y carta balance de vaciado de placa.



Fuente: Elaboración propia.

<b>ACTIVIDAD:</b> ARMADO DE ACERO PARA COLUMNA
<b>CUADRILLA:</b> 2OP
<b>FECHA:</b> 22-06-2015
<b>TIEMPO:</b> Soleado

<b>OBSERVACIONES:</b>
El trabajo se realizó con una columna de 7.5 metros de longitud la cual fue colocada teniendo los aceros habilitados para su armado.

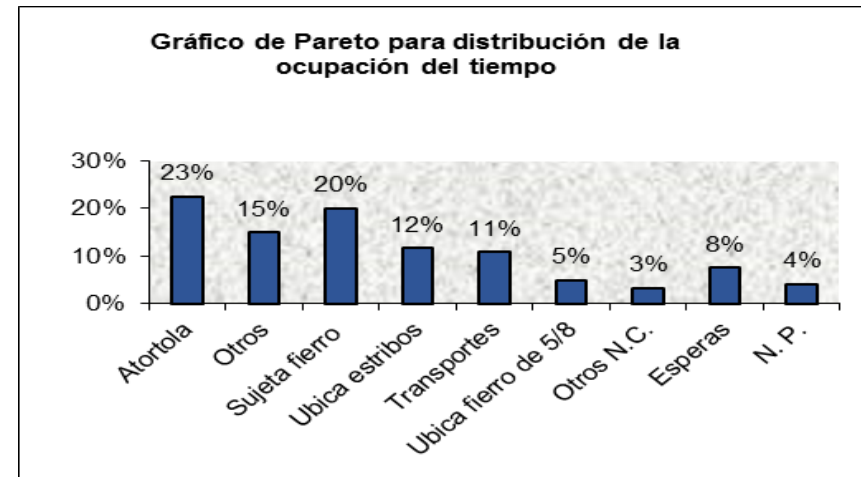
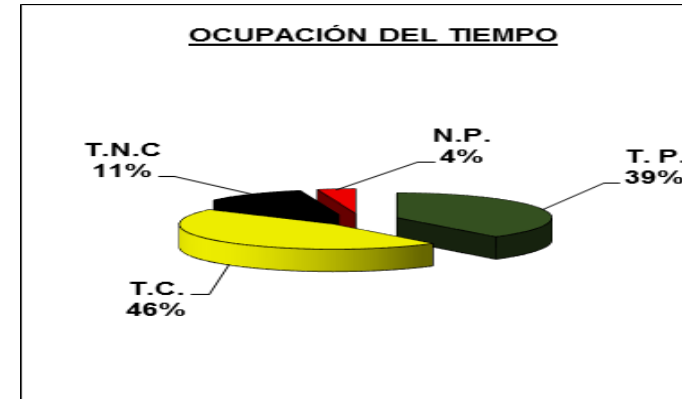


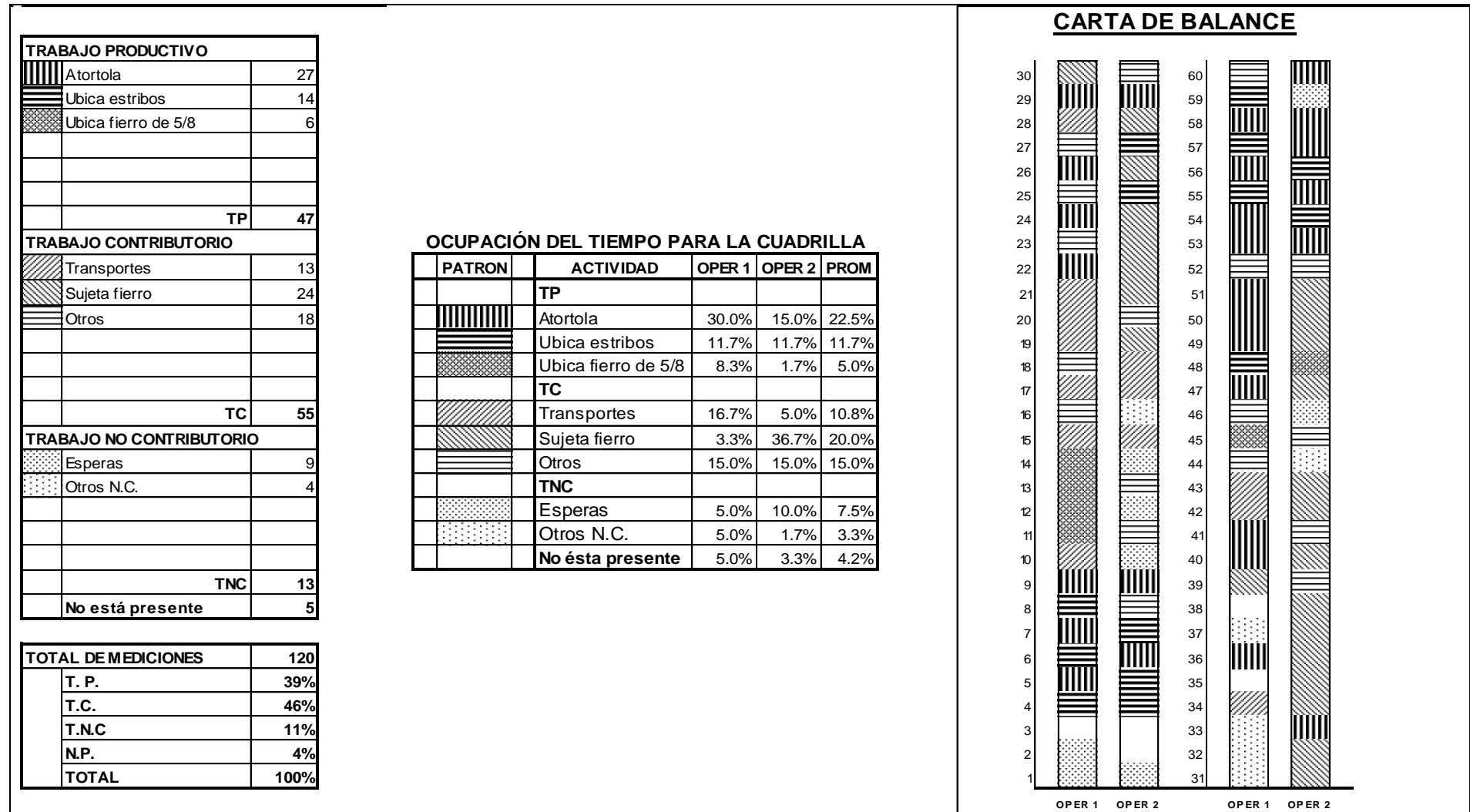
Figura 42. Medición para carta de balance: Armado de acero para columna.

Fuente: Elaboración propia.





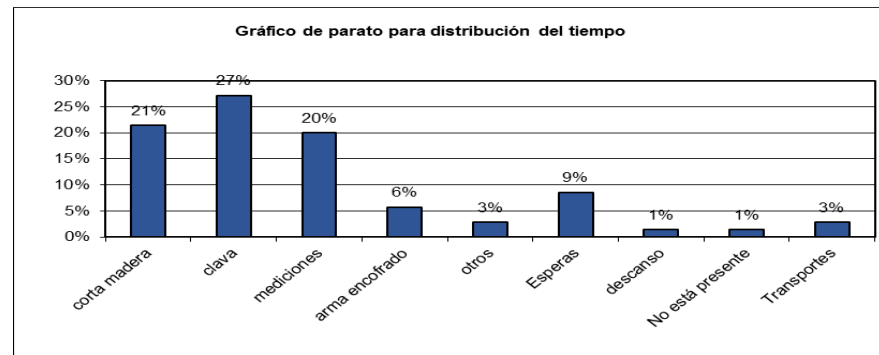
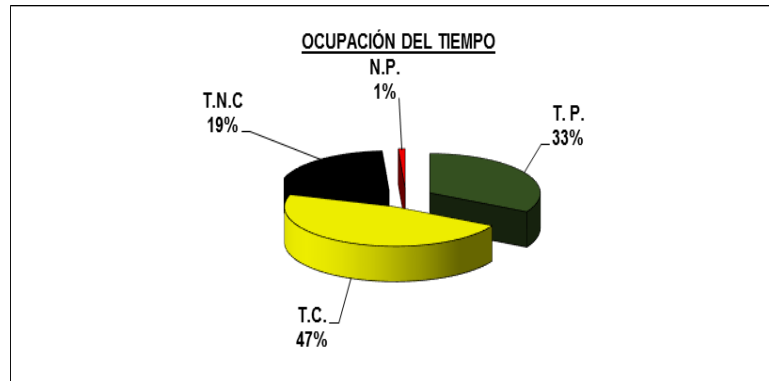
Tabla 05. Ocupación de tiempo y carta balance de armado de acero para columna.



Fuente: Elaboración propia.

<b>ACTIVIDAD:</b> ELABOR. DE FORMAS PARA COLUM.
<b>CUADRILLA:</b> 1 OP + 1 PE
<b>FECHA:</b> 23-06-2015
<b>TIEMPO:</b> Soleado- frio

<b>OBSERVACIONES:</b>
Se observó sólo la etapa de elaboración de formas para encofrado de una columna rectangular. La medición duró 35 minutos.



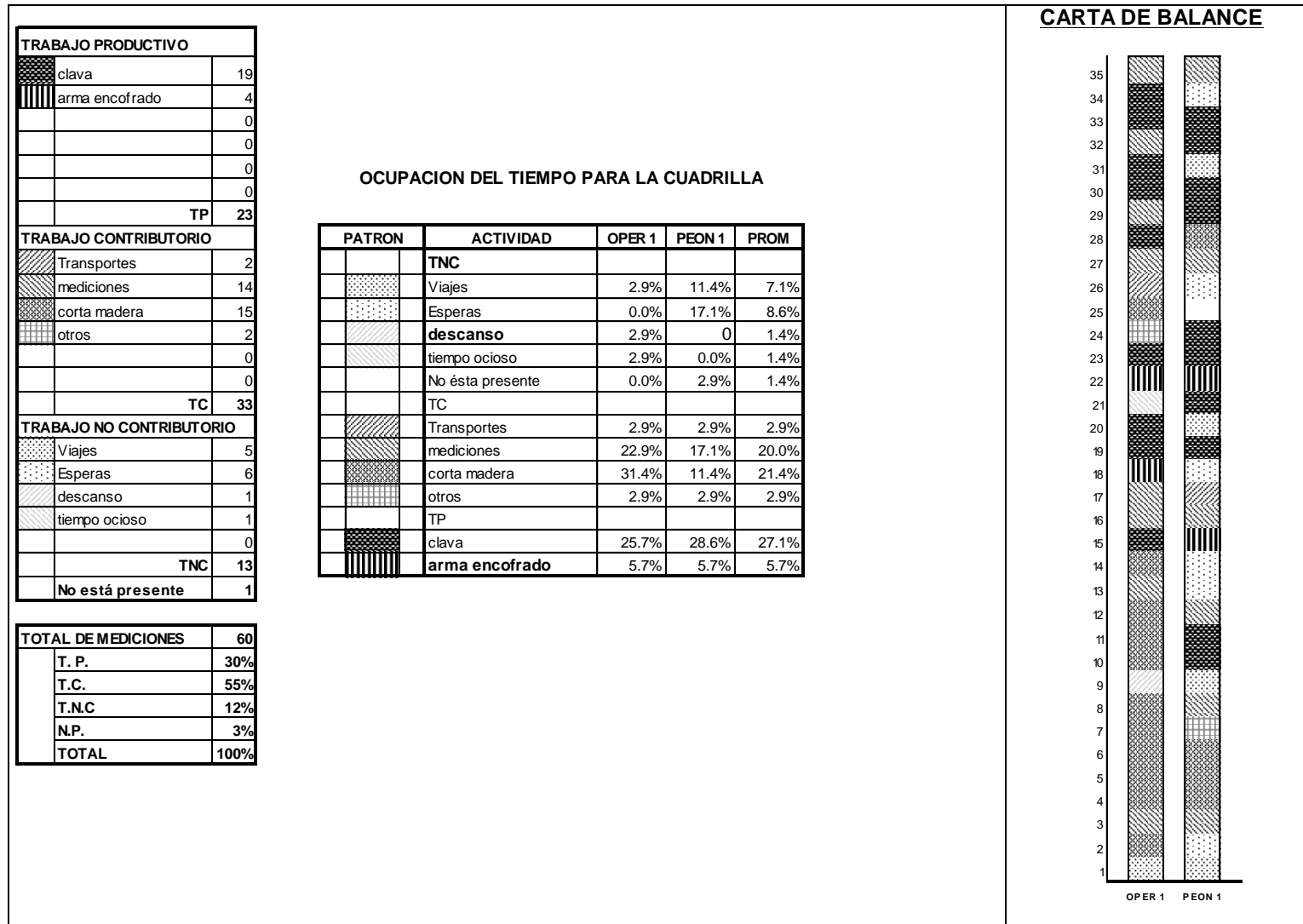
RENDIMIENTO				
TIEMPO	RECURSO	AVANCE	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO (8HRS.)
Hrs.	H:H	m2	HH/m2	m2
0.58	1.18	2.8	0.42	38.10

Figura 43. Medición para carta de balance: Elaboración de formas para encofrado de columnas.

Fuente: Elaboración propia.



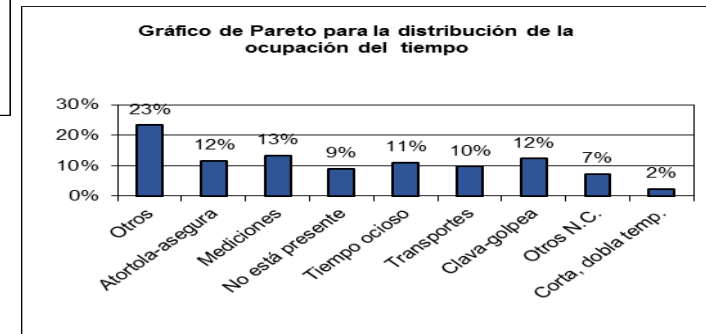
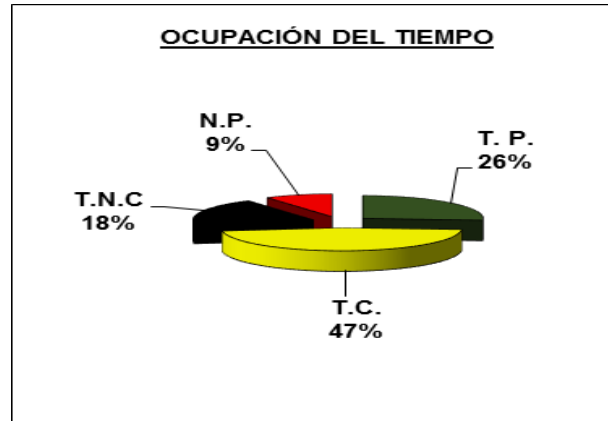
Tabla 66. Ocupación de tiempo y carta balance de armado de forma de encofrados para columna.



Fuente: Elaboración propia.

<b>ACTIVIDAD:</b> ENCOFRADO DE COLUMNA
<b>CUADRILLA:</b> 2OP+4P
<b>FECHA:</b> 25-06-2015
<b>TIEMPO:</b> Soleado

<b>OBSERVACIONES:</b>
Se observó el encofrado de tres columnas las cuales se encontraban una tras de otra.



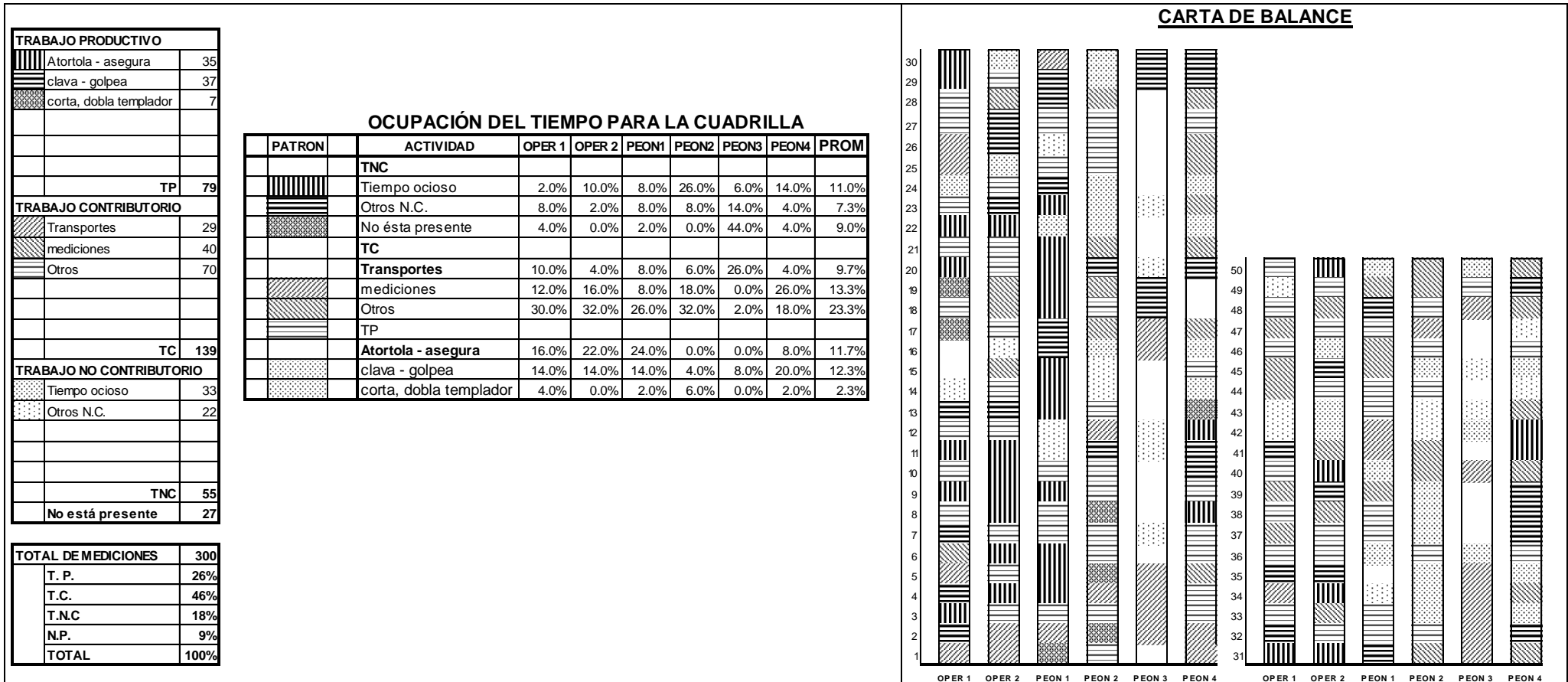
RENDIMIENTO				
TIEMPO	RECURSO	AVANCE	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO (8HRS.)
Hrs.	H:H	m2	HH/m2	m2
0.83	4.98	0.9	5.53	8.68

Figura 44. Medición para carta de balance: Encofrado de columna.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 67. Ocupación de tiempo y carta balance de encofrados para columna.



Fuente: Elaboración propia.

<b>ACTIVIDAD:</b> ASEGURADO DE ENCOF. DE COLUMNA
<b>CUADRILLA:</b> 1 OP + 1 PE
<b>FECHA:</b> 26-06-2015
<b>TIEMPO:</b> Soleado- frio

<b>OBSERVACIONES:</b>
Se observó la etapa de aseguramiento del encofrado para el vaciado correspondiente de las columnas.

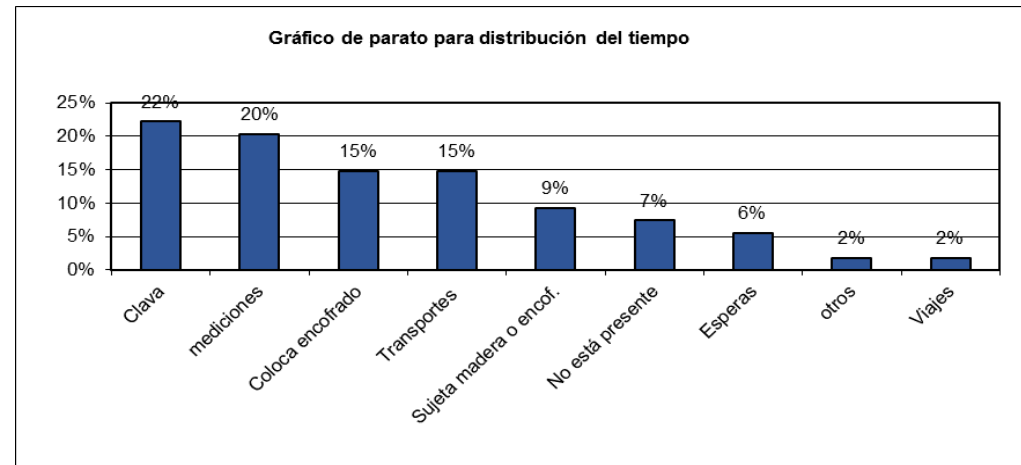
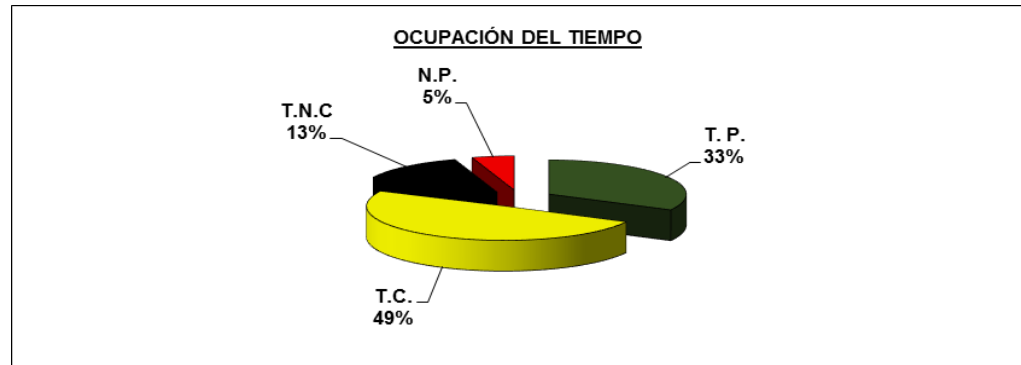
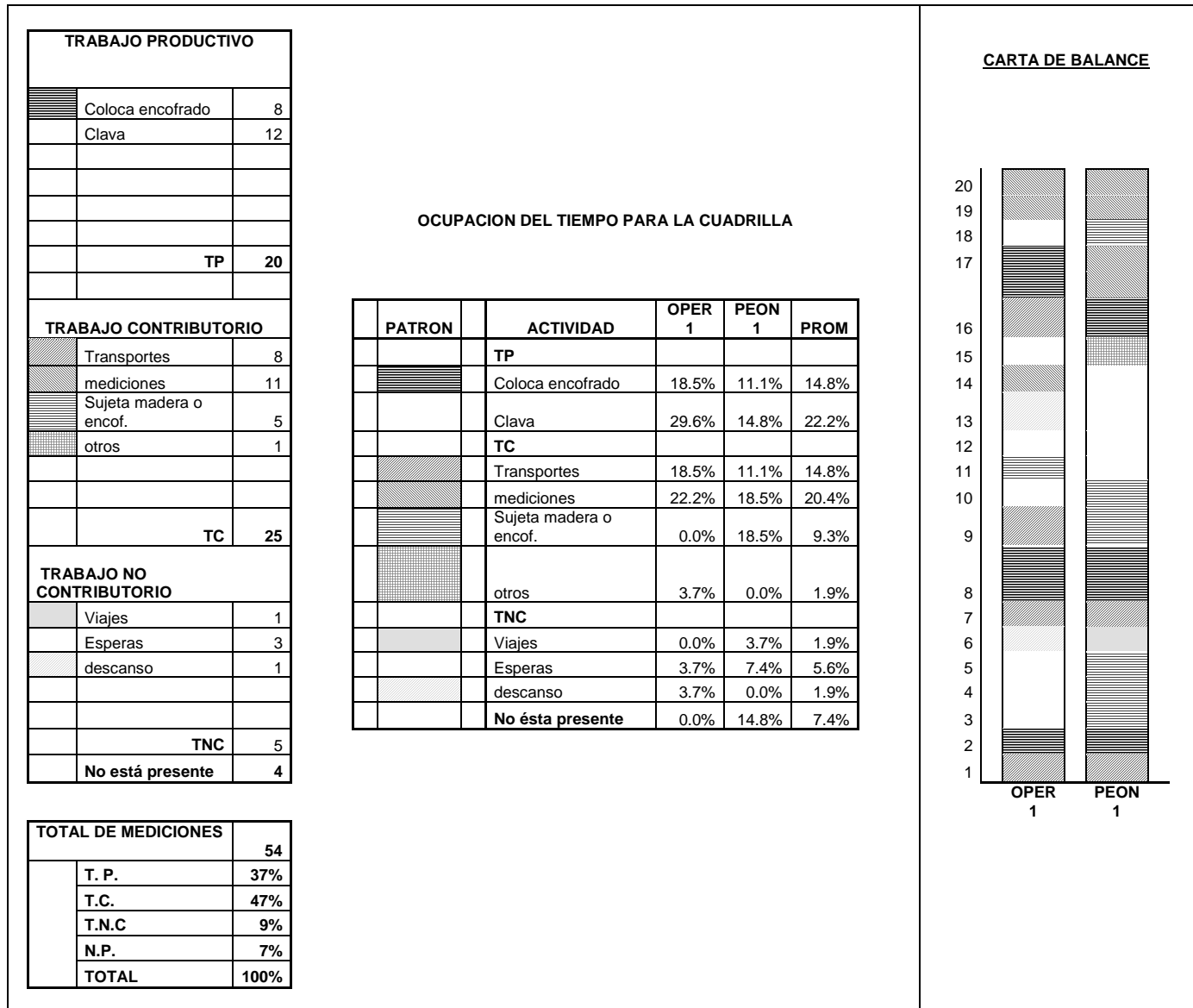


Figura 45. Medición para carta de balance: Asegurado de encofrado de columna.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 06. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de encofrado de columna.



Fuente: Elaboración propia.

<b>ACTIVIDAD:</b> VACIADO DE COLUMNA
<b>CUADRILLA:</b> 1OP + 3P
<b>FECHA:</b> 26-06-2015
<b>TIEMPO:</b> Soleado - frio

**OBSERVACIONES:**  
 Se realizó el vaciado de una columna en la cual el concreto era transportado en carretillas y latas, este era proporcionado por otra cuadrilla encargada de la preparación.

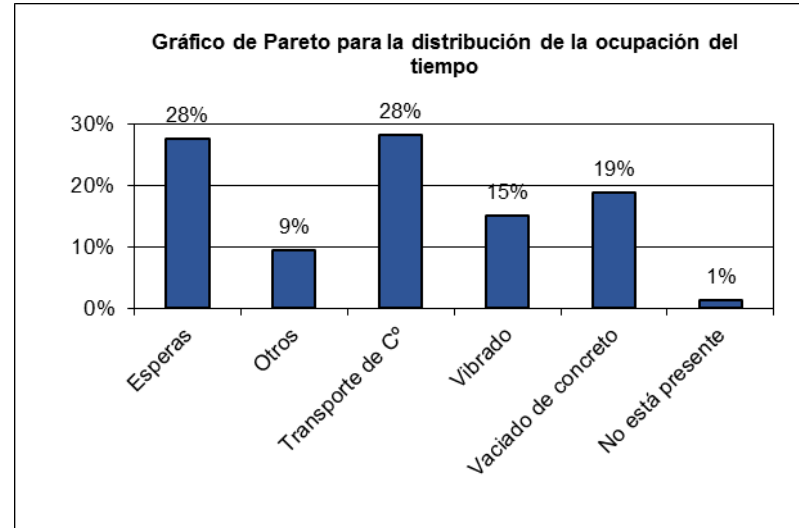
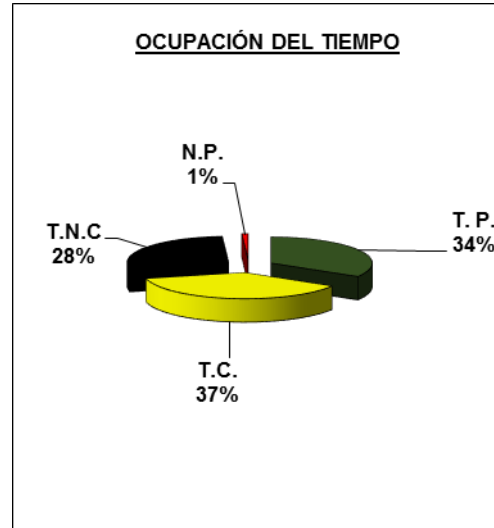


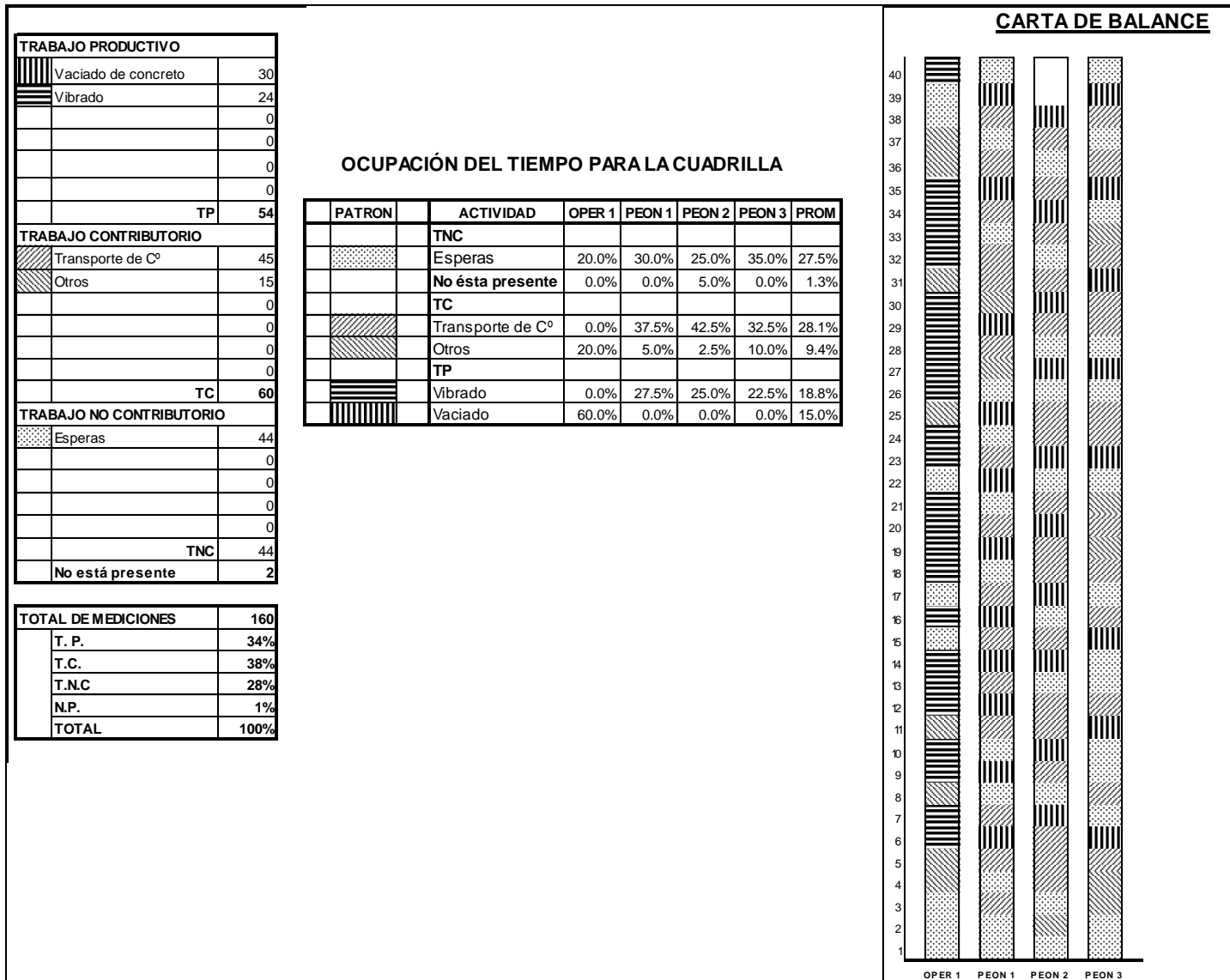
Figura 46. Medición para carta de balance: Vaciado de columna.

Fuente: Elaboración propia.





Tabla 05. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de vaciado de columna.



Fuente: Elaboración propia.

<b>ACTIVIDAD:</b> ARMADO DE ACERO DE VIGA
<b>CUADRILLA:</b> 1 OP + 1 PE
<b>FECHA:</b> 23-06-2015
<b>TIEMPO:</b> Soleado- frio

<b>OBSERVACIONES:</b>
Se observó el armado completo de la viga de 4m. De longitud, el acero se encontraba habilitado y a la mano. La se hizo durante 50 minutos.

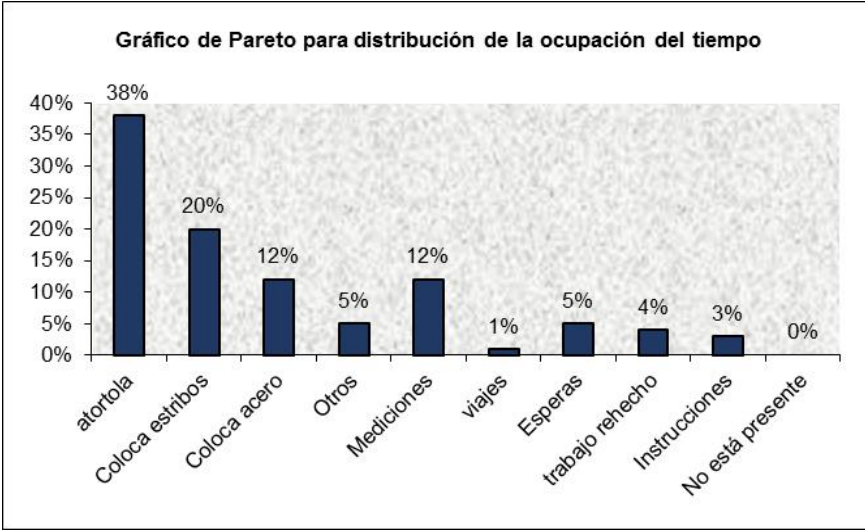
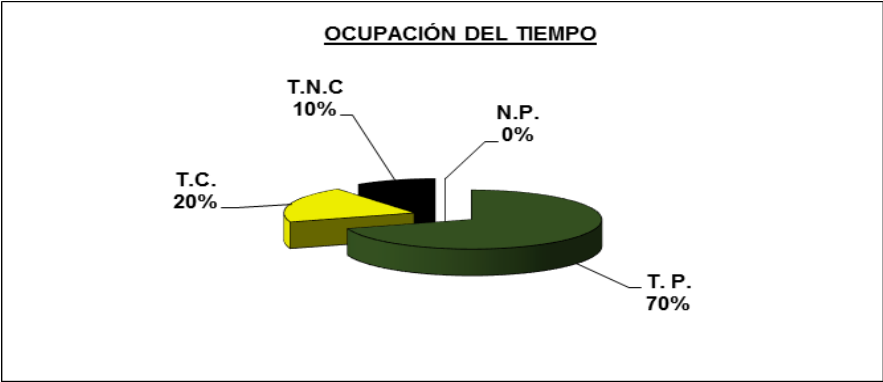
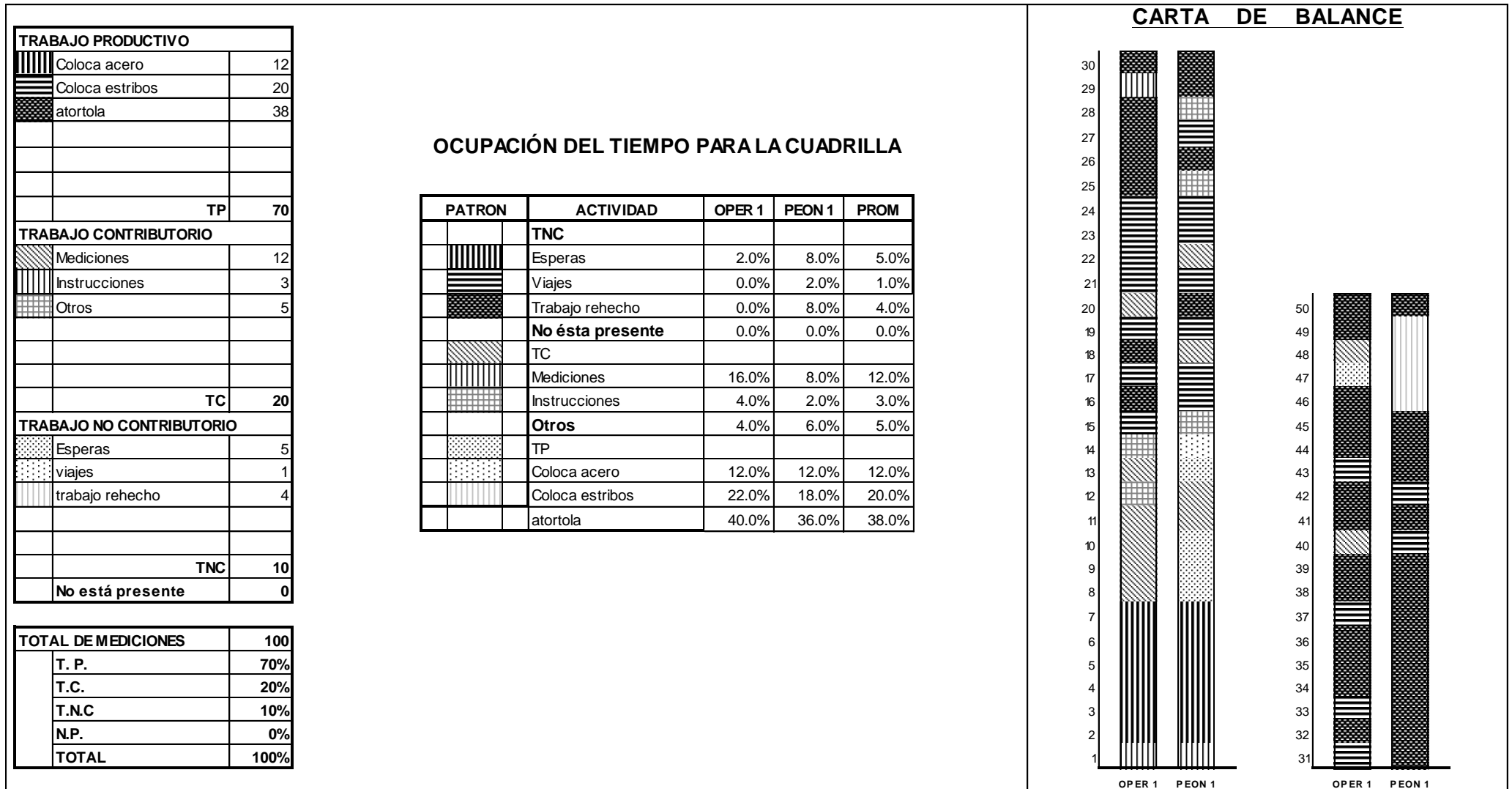


Figura 47. Medición para carta de balance: Armado de acero de viga.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 10. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de armado de acero de viga.



Fuente: Elaboración propia.

**ACTIVIDAD:** ARMADO DE VIGA  
**CUADRILLA:** 1OP + 1P  
**FECHA:** 23-06-2015  
**TIEMPO:** Soleado- frio

**OBSERVACIONES:**  
 La actividad trataba del armado de una viga en el 1er nivel la cual se encuentra apoyada en columnas intermedias.

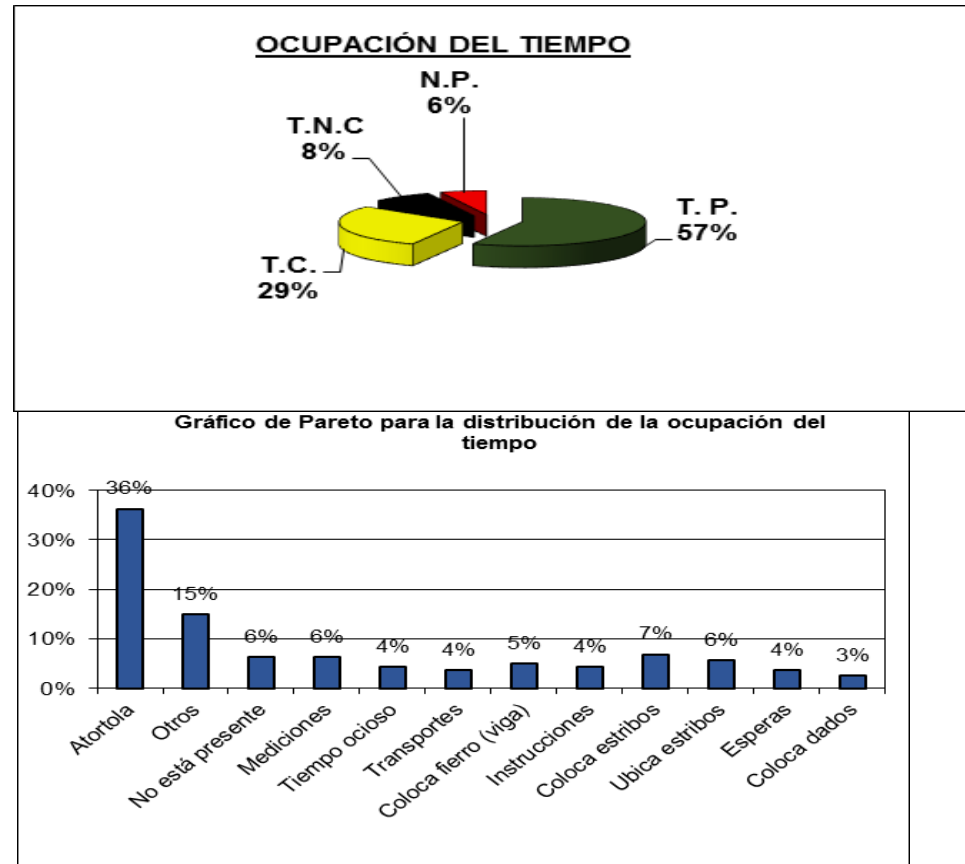
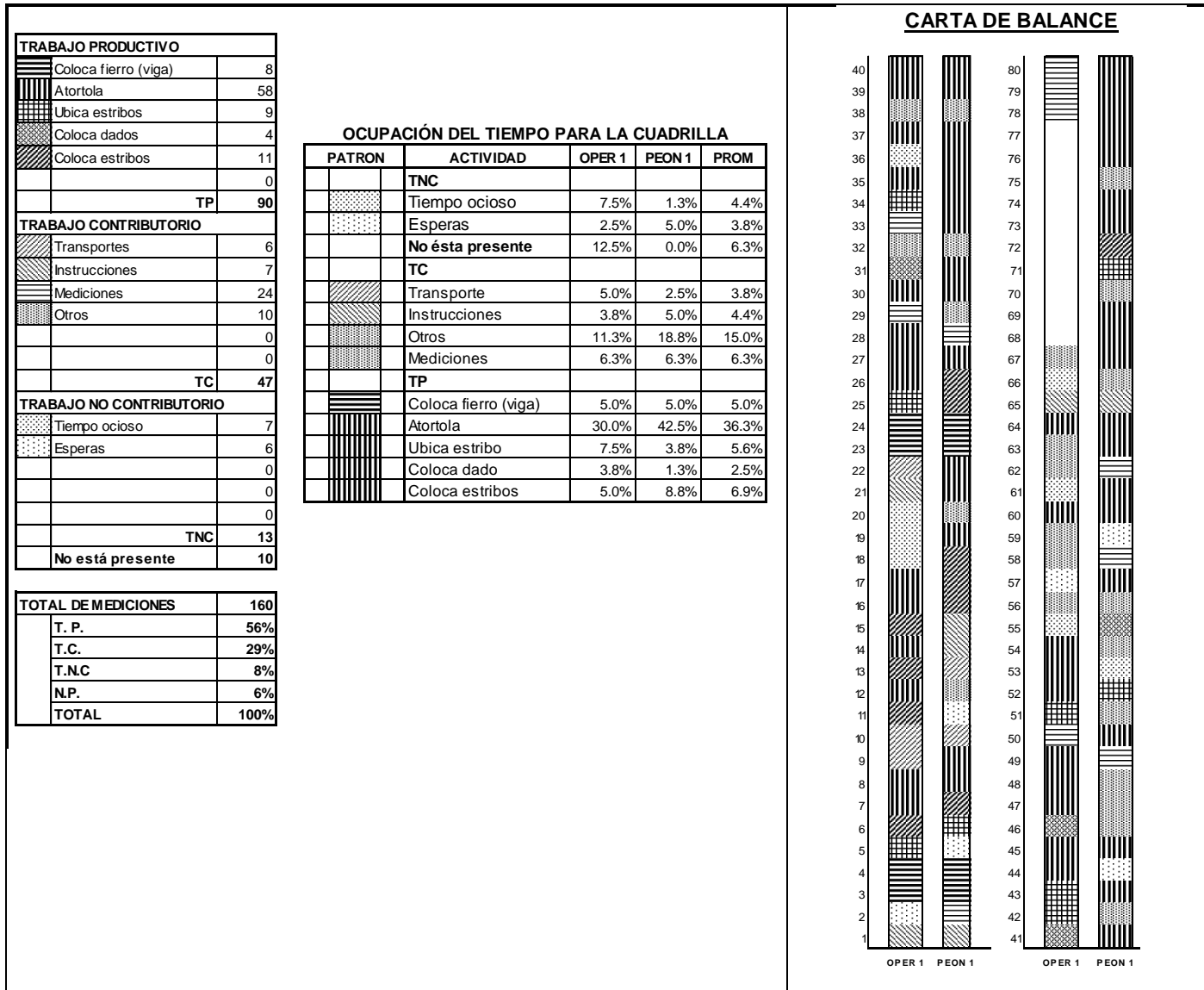


Figura 48. Medición para carta de balance: Armado de viga.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 11. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de armado de armado de viga.



Fuente: Elaboración propia.

**ACTIVIDAD:** ENCOFRADO DE FONDO DE VIGA  
**CUADRILLA:** 2 OP  
**FECHA:** 25-06-2015  
**TIEMPO:** frio

**OBSERVACIONES:**  
 Se observó la colocación del fondo de viga y de las Tees. La madera ya se encontraba habilitada y lista para ser colocada.

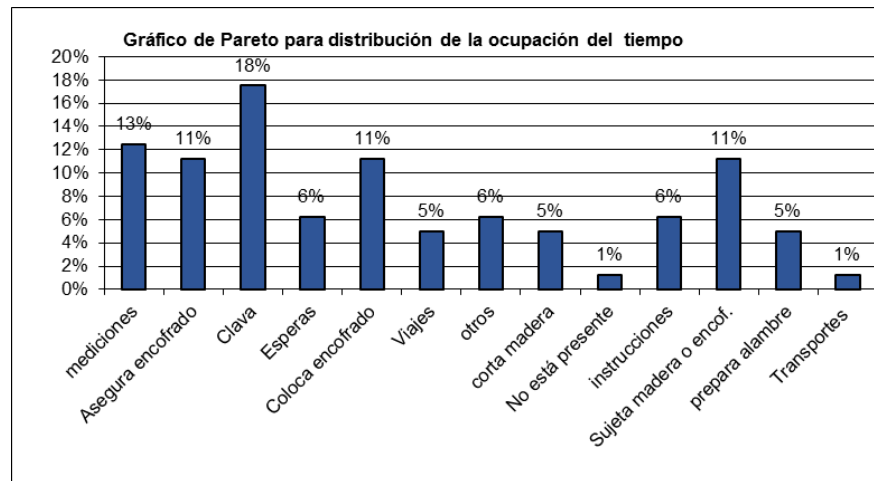
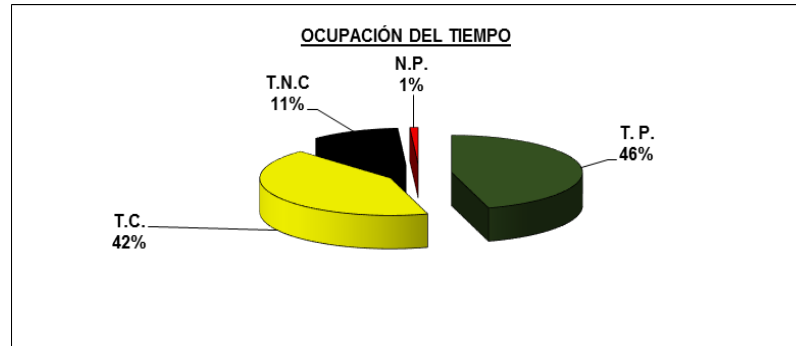
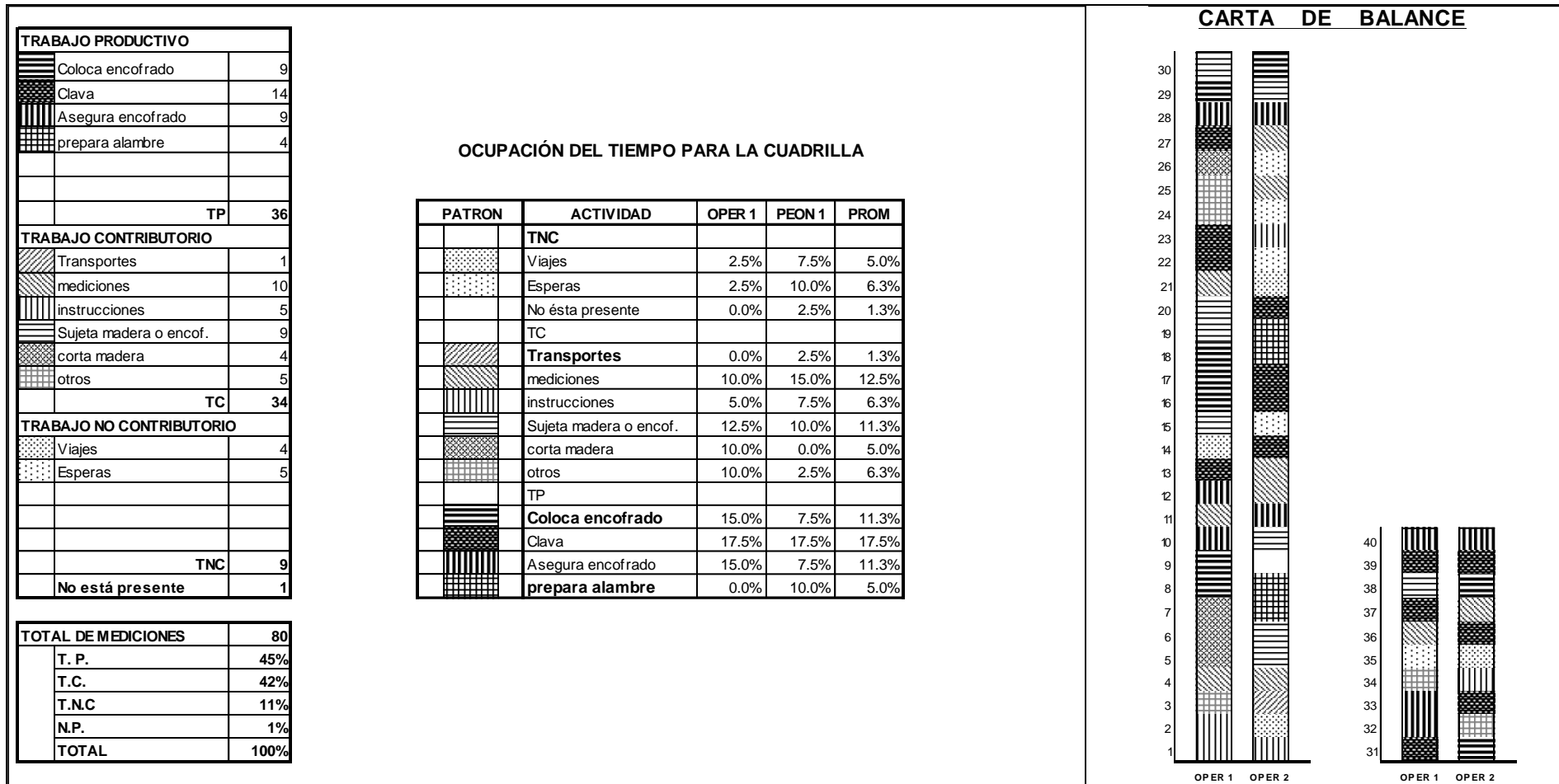


Figura 49. Medición para carta de balance: Encofrado de fondo de viga.

Fuente: Elaboración propia.



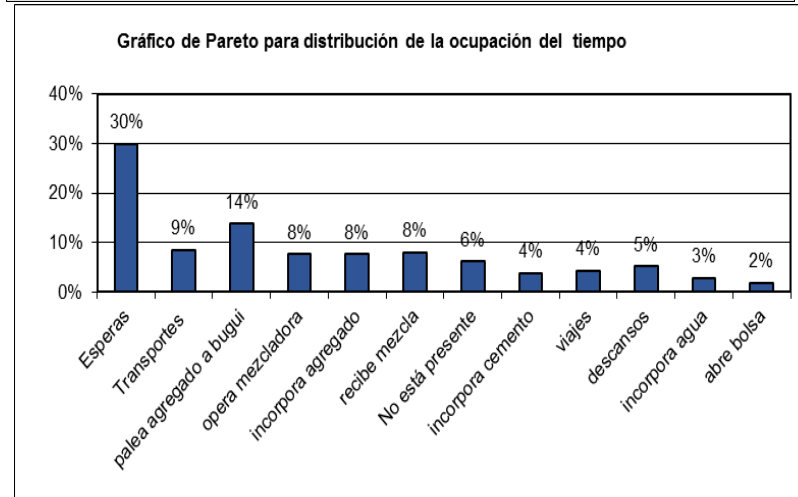
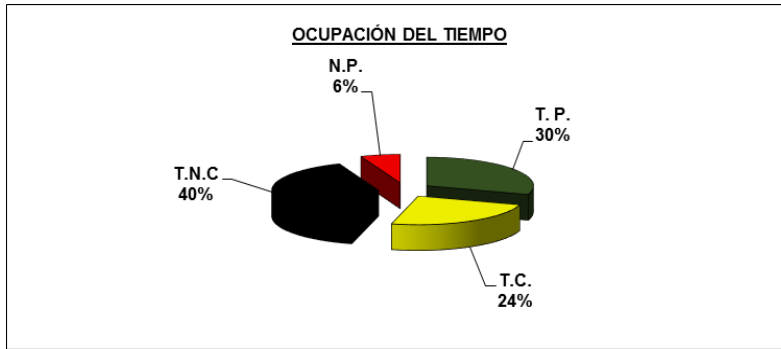
Tabla 12. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de encofrado de fondo de viga.



Fuente: Elaboración propia.

<b>ACTIVIDAD:</b> ELABORACION DE CONCRETO
<b>CUADRILLA:</b> 1 OP + 6 PE
<b>FECHA:</b> 29-06-2015
<b>TIEMPO:</b> Templado cálido

**OBSERVACIONES:**  
 Se observó la elaboración de concreto para columna. Para tal fin se utilizó una mezcladora, un winche, 2 carretillas, 2 palas, 2 baldes. La observación duro 30 minutos.



RENDIMIENTO				
TIEMPO	RECURSO	AVANCE	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO (8HRS.)
Hrs.	H:H	m3	HH/m3	m3
0.5	3.5	0.6	5.8	9.66

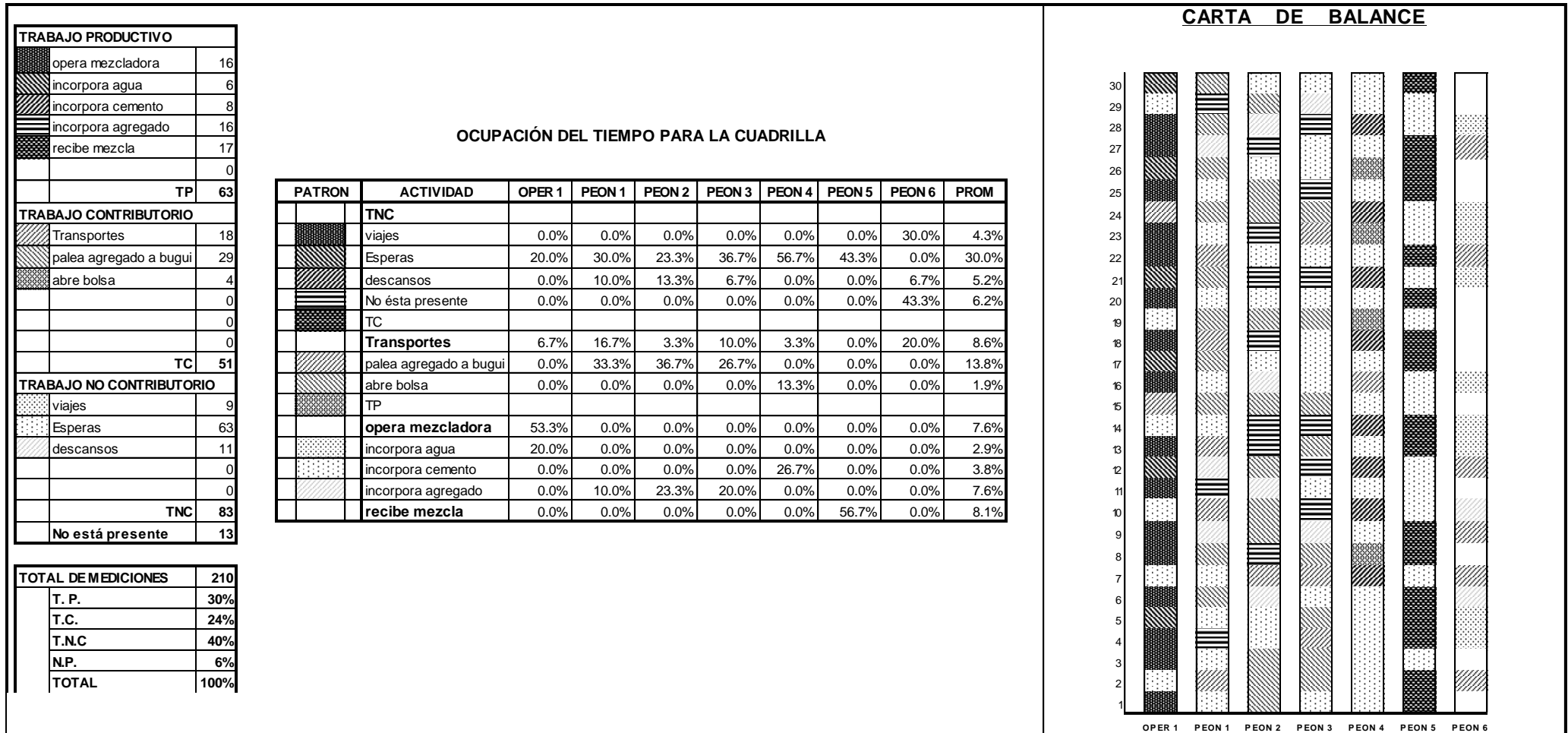
Figura 50. Medición para carta de balance: Elaboración de mezcla para columna.

Fuente: Elaboración propia.





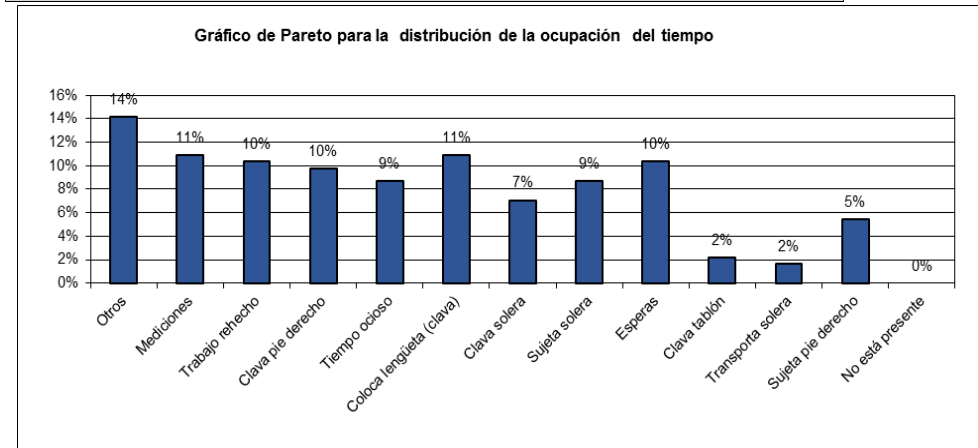
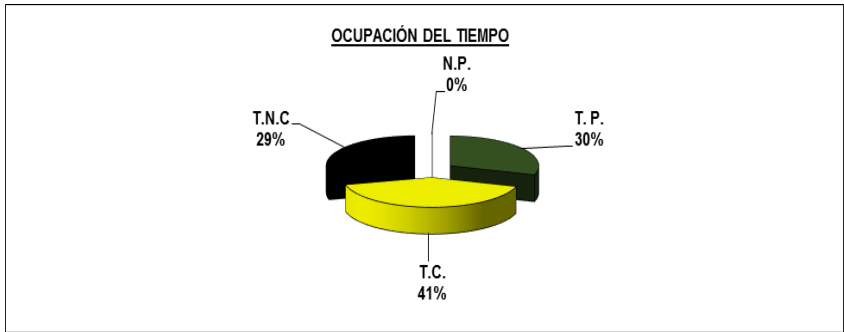
Tabla 15. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de elaboración de mezcla para columna.



Fuente: Elaboración propia.

<b>ACTIVIDAD:</b> ENCOFRADO DE LOSA
<b>CUADRILLA:</b> 2OP
<b>FECHA:</b> 27-07-2015
<b>TIEMPO:</b> Soleado

<b>OBSERVACIONES:</b>
Se encofró la losa del 1er nivel. El trabajo se realizó hasta colocar todos los pies derechos quedando faltante la colocación de tablonés.



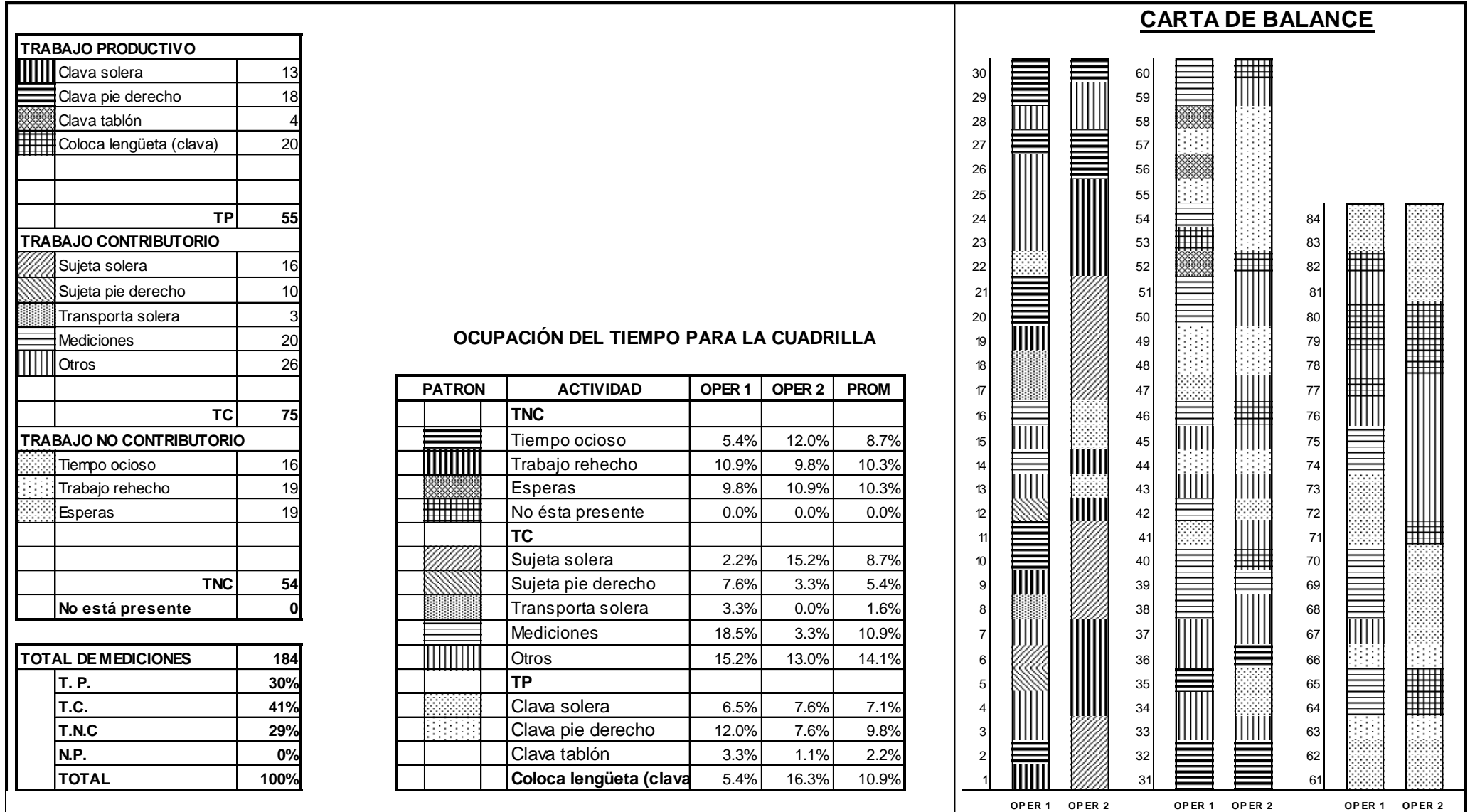
RENDIMIENTO				
TIEMPO	RECURSO	AVANCE	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO (8HRS.)
Hrs.	H:H	m2	HH/m2	m2
1.53	3.06	2	1.53	10.46

Figura 51. Medición para carta de balance: Encofrado de losa.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 14. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de elaboración de encañado de Iosa.



Fuente: Elaboración propia.

<b>ACTIVIDAD:</b> ARMADO DE LOSA (TECNOPOR)
<b>CUADRILLA:</b> 1OP , 2P
<b>FECHA:</b> 30-07-2015
<b>TIEMPO:</b> Soleado

**OBSERVACIONES:**  
 El trabajo consistió en la colocación del tecnopor para la losa del primer nivel, la toma de datos duro una hora en la cual trabajaron un operario y un peón durante todo este tiempo, mientras que otros dos peones trabajaron solo 40 minutos.

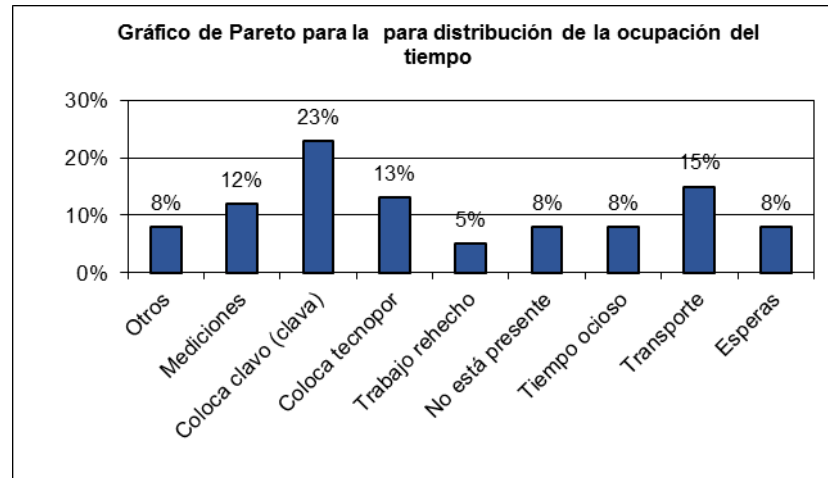
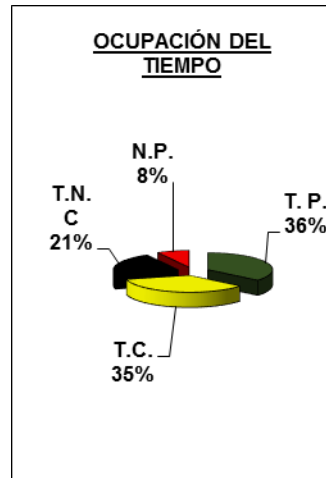
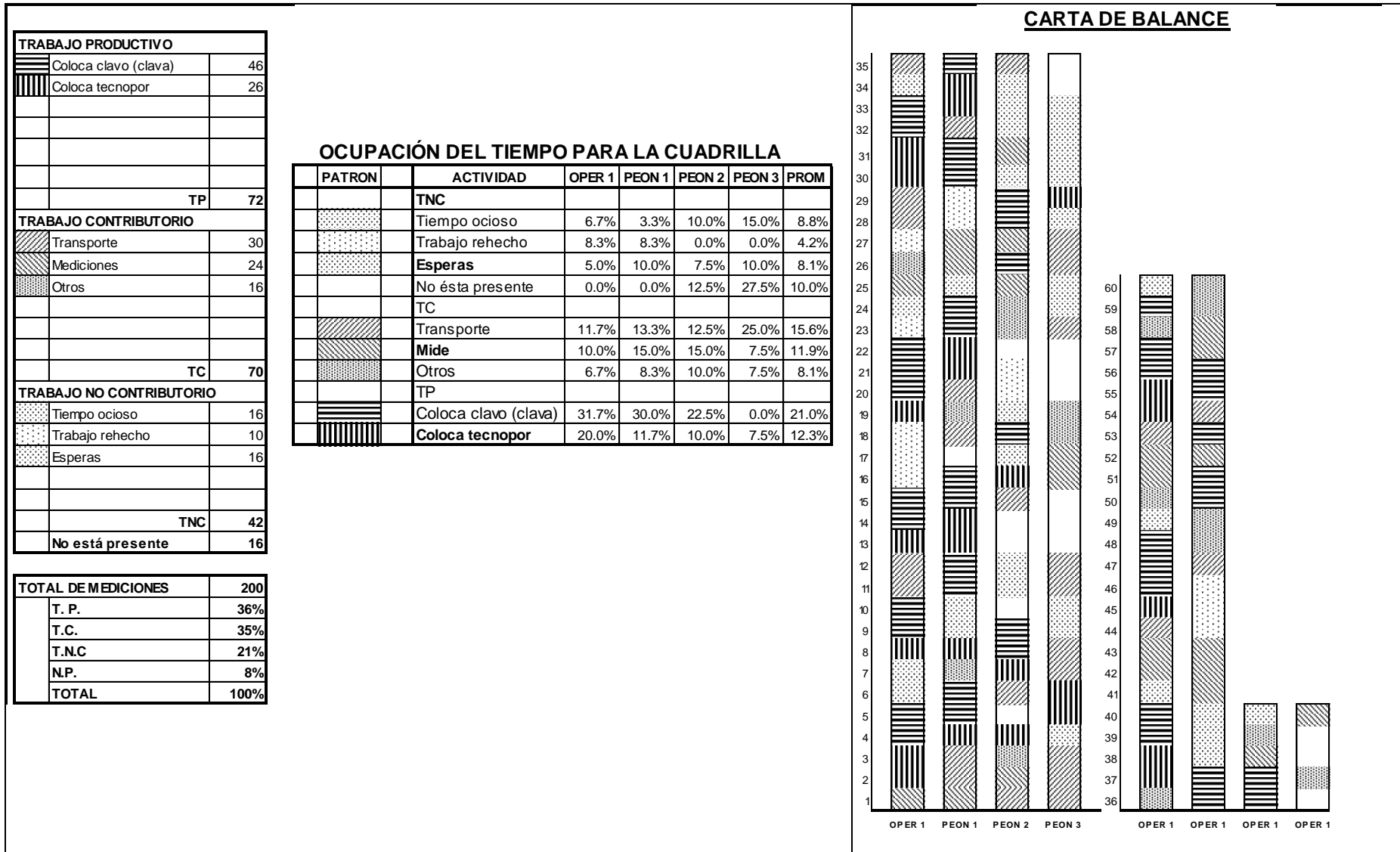


Figura 52. Medición para carta de balance: Armado de losa (tecnopor).

Fuente: Elaboración propia.



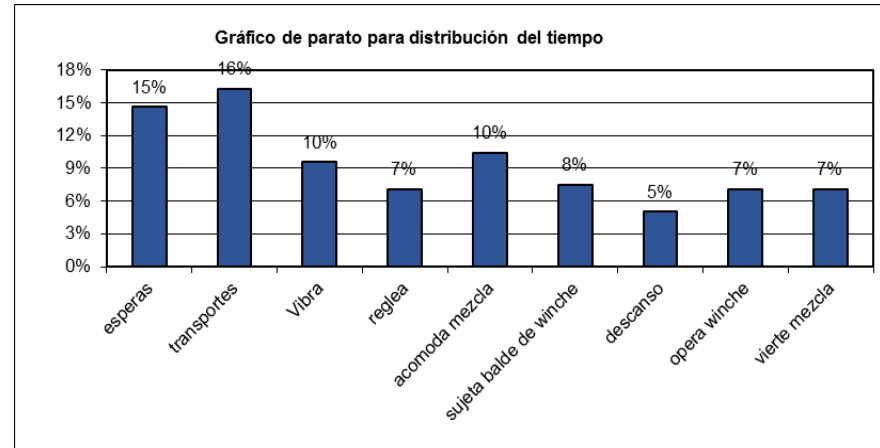
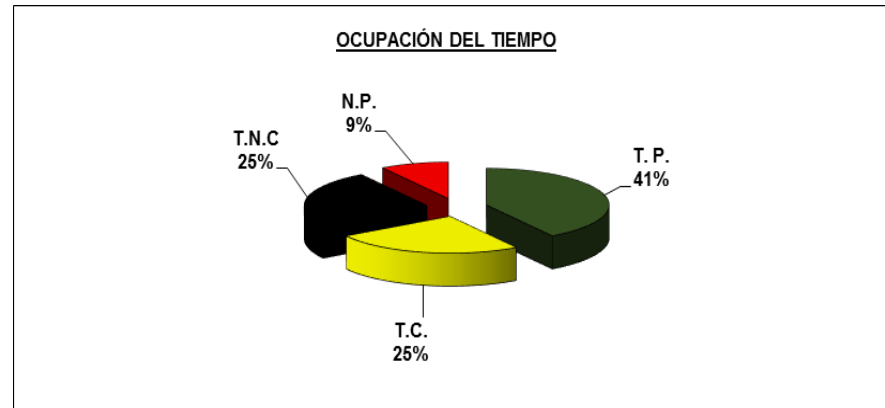
Tabla 15. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de armado de losa (tecnopor).



Fuente: Elaboración propia.

<b>ACTIVIDAD:</b> VACIADO DE LOSA
<b>CUADRILLA:</b> 2 OP + 6 PE
<b>FECHA:</b> 01-08-2015
<b>TIEMPO:</b> Soleado- frio

<b>OBSERVACIONES:</b>
Al observar el proceso de vaciado de la losa se dispuso al personal de la siguiente manera 1 vibrador, 3 regleadores, 2 bugueros, 1 operador de winche y 1 ayudante para el winche. La medición duró 25 minutos.



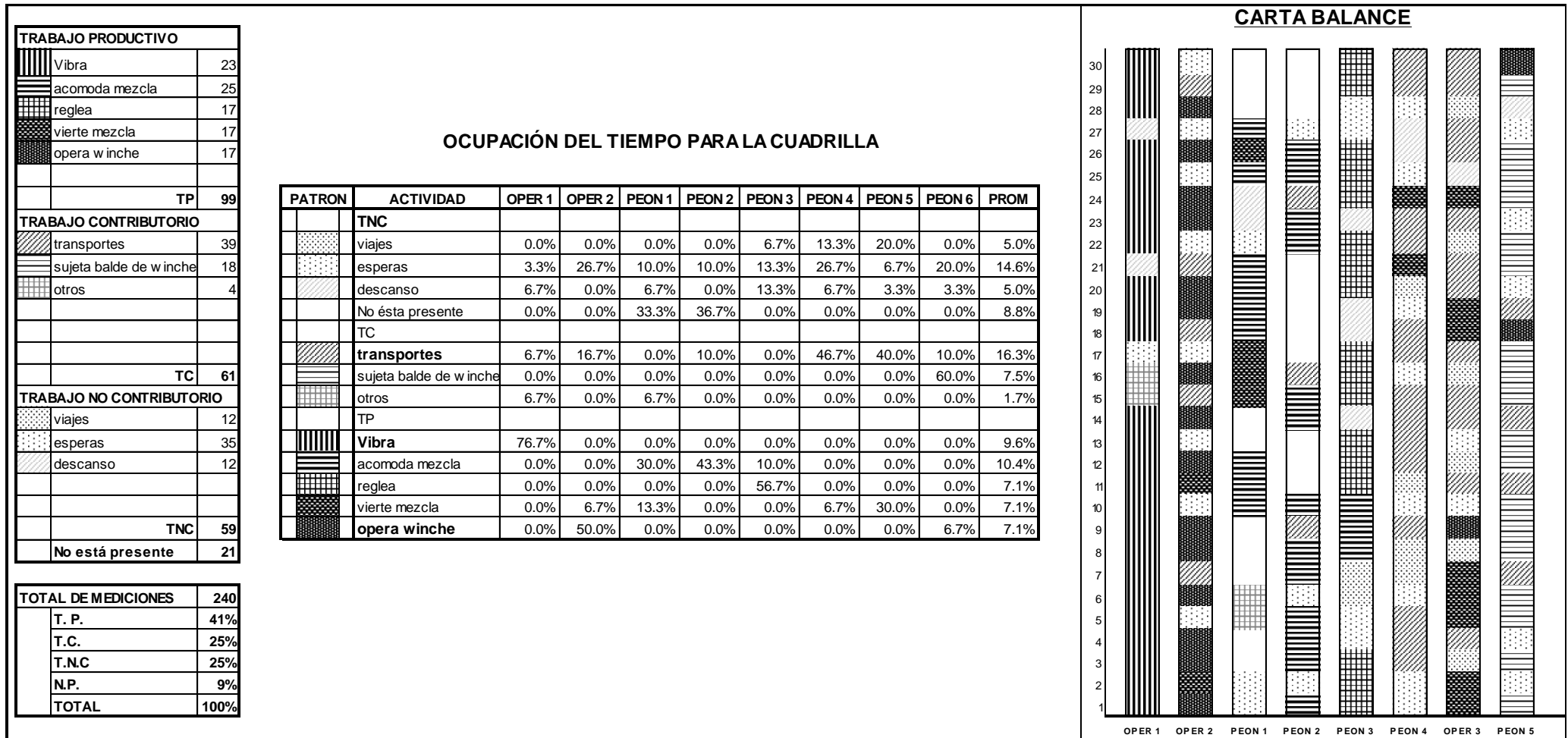
<b>RENDIMIENTO</b>				
TIEMPO	RECURSO	AVANCE	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO (8HRS.)
Hrs.	H:H	m3	HH/m3	m3
0.5	4	1.2	3.33	19.22

Figura 53. Medición para carta de balance: Vaciado de losa.

Fuente: Elaboración propia.



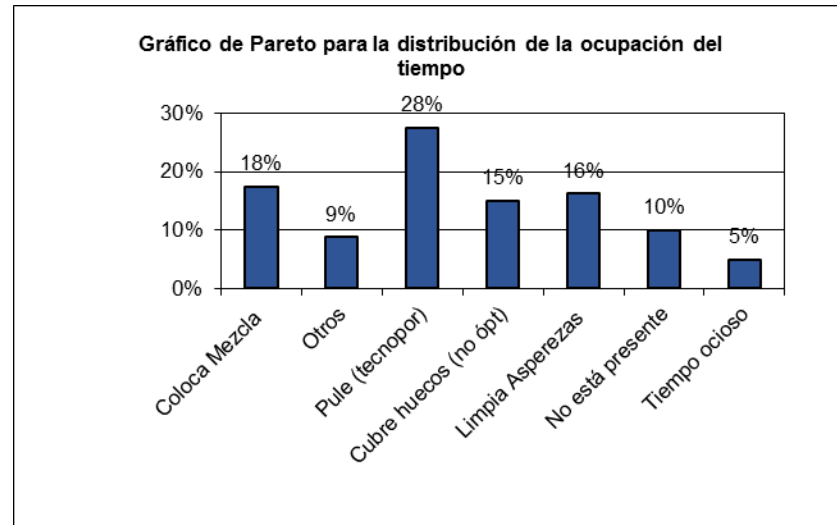
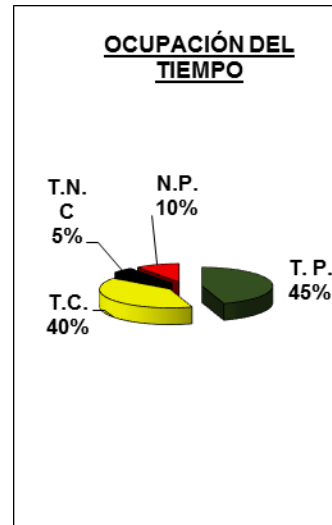
Tabla 16. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de vaciado de losa.



Fuente: Elaboración propia.

<b>ACTIVIDAD:</b> SOLEAQUEADO DEL SOTANO
<b>CUADRILLA:</b> 2OP
<b>FECHA:</b> 08-08-2015
<b>TIEMPO:</b> FRIO

<b>OBSERVACIONES:</b>
El trabajo se realizó en los muros de contención (sótano), en condiciones húmedas y de poca iluminación.



RENDIMIENTO				
TIEMPO	RECURSO	AVANCE	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO (8HRS.)
Hrs.	H:H	m2	HH/m2	m2
0.67	1.34	1.3	1.03	15.53

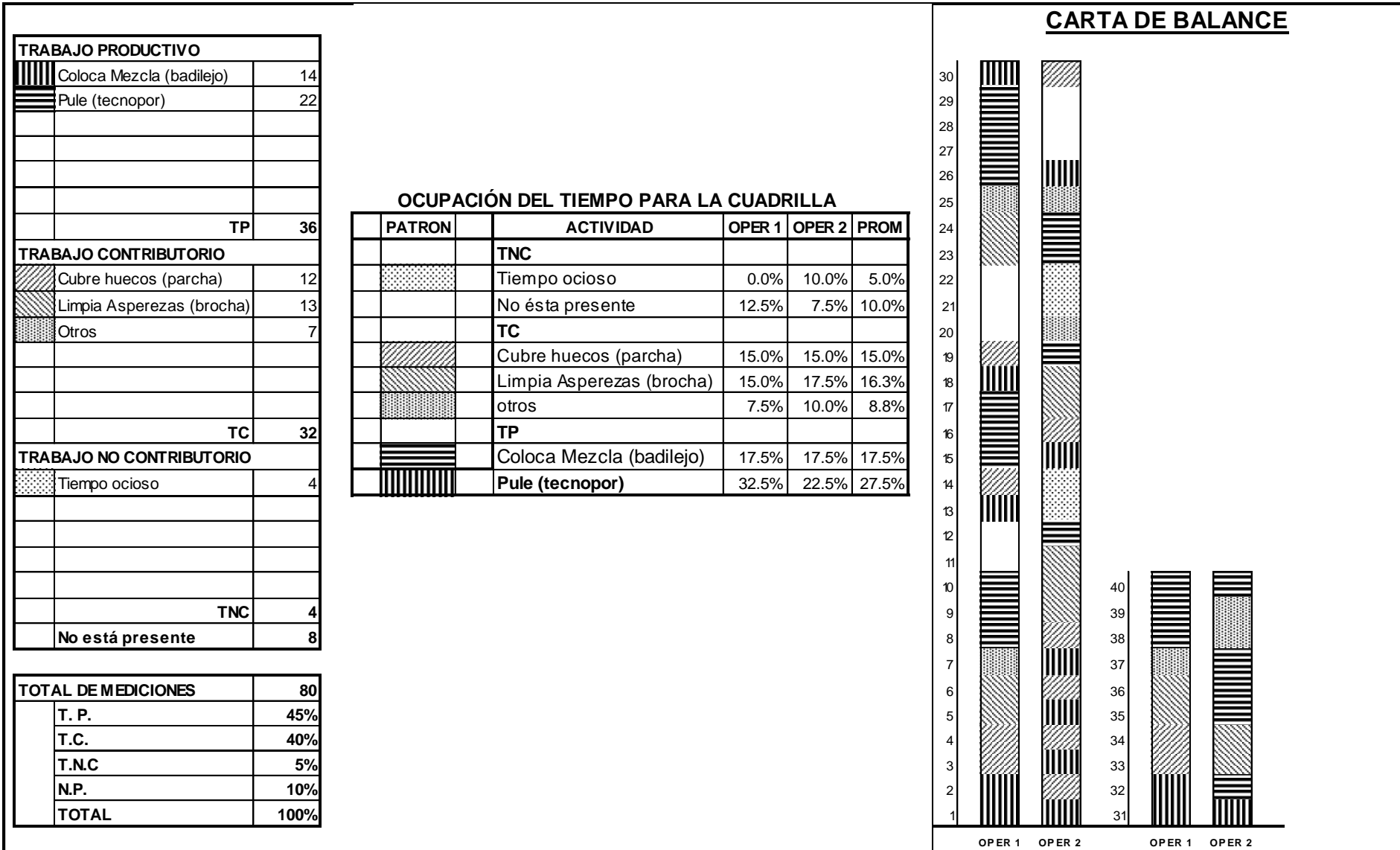
Figura 54. Medición para carta de balance: Solaqueado.

Fuente: Elaboración propia.





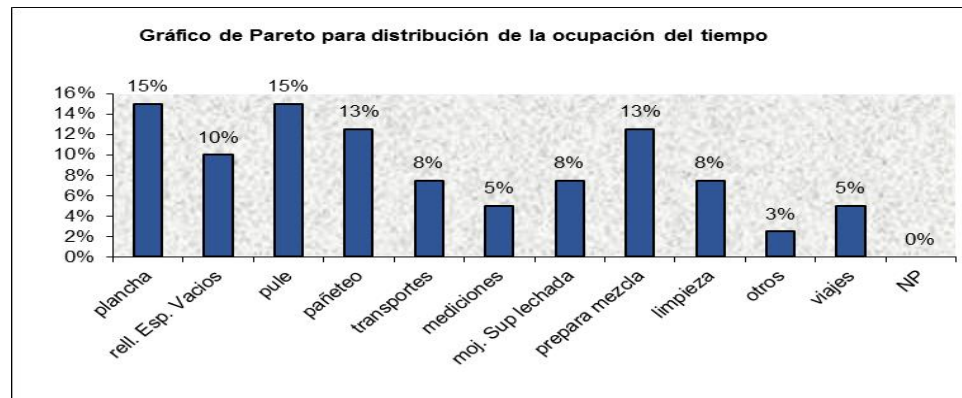
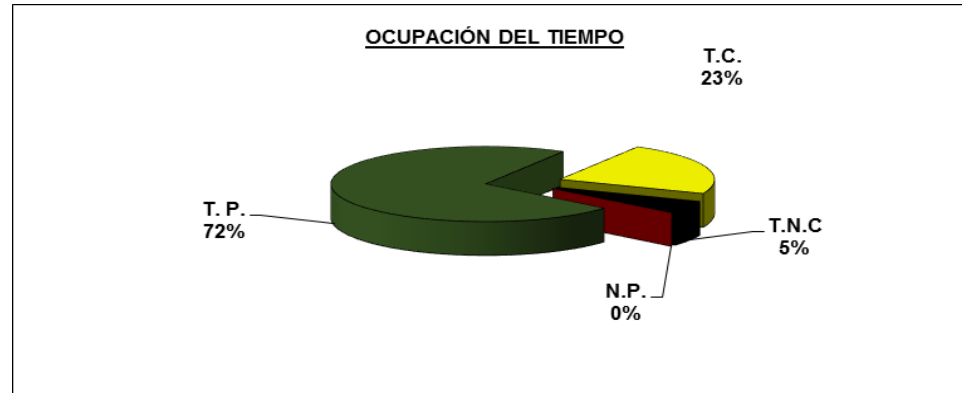
Tabla 11. Ocupación de tiempo y carta balance de asegurado de solaqueado.



Fuente: Elaboración propia.

<b>ACTIVIDAD:</b> TARRAJEO DE COLUMNA
<b>CUADRILLA:</b> 1 OP
<b>FECHA:</b> 10-08-2015
<b>TIEMPO:</b> Soleado- frio

<b>OBSERVACIONES:</b>
La observación del proceso se realizó en una columna, dicho proceso duro 40 minutos.



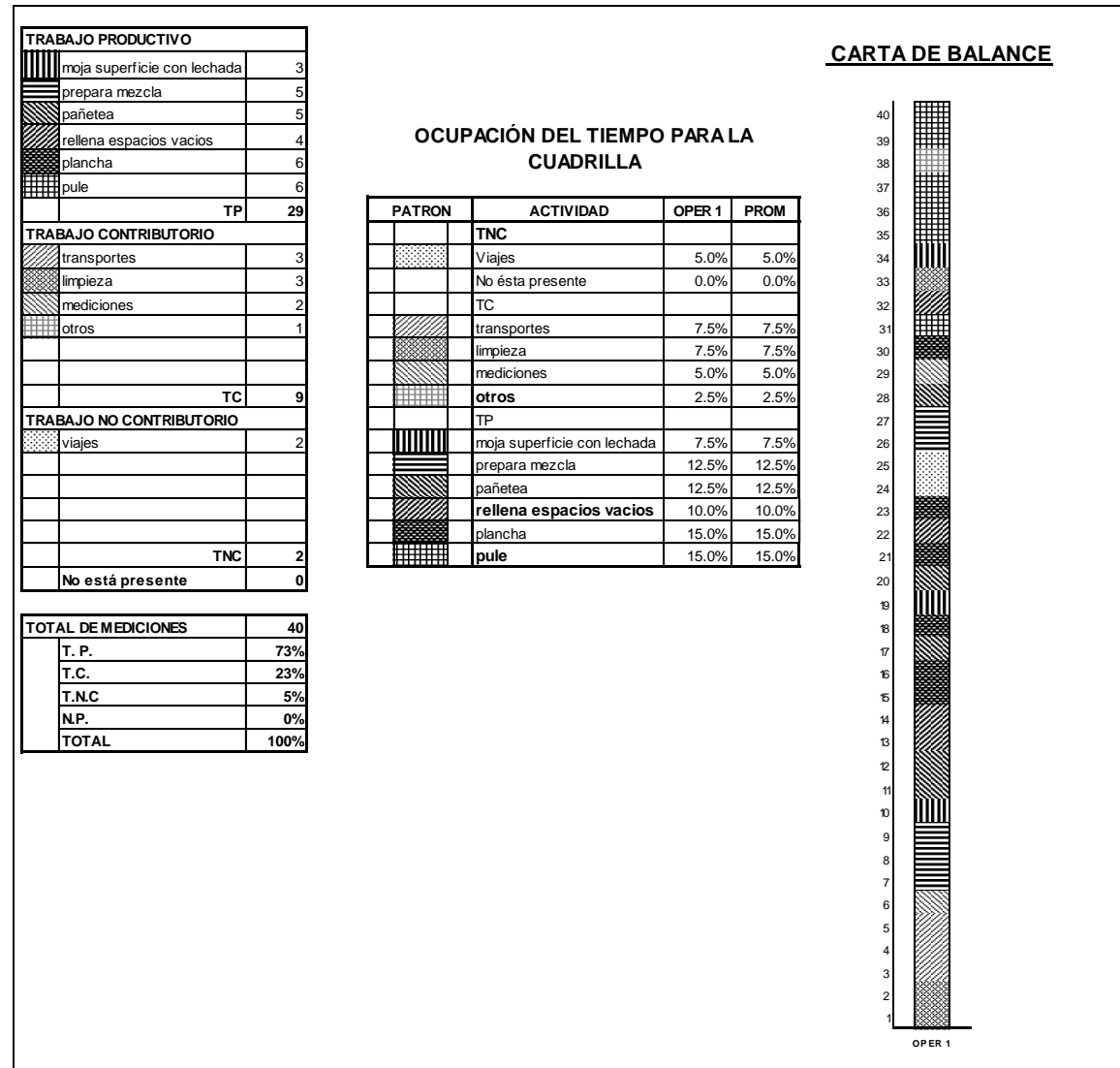
<b>RENDIMIENTO</b>				
TIEMPO	RECURSO	AVANCE	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO (8HRS.)
Hrs.	H:H	m2	HH/m2	m2
0.67	0.67	0.5	1.34	5.97

Figura 55. Medición para carta de balance: Tarrajeo de columna.

Fuente: Elaboración propia.



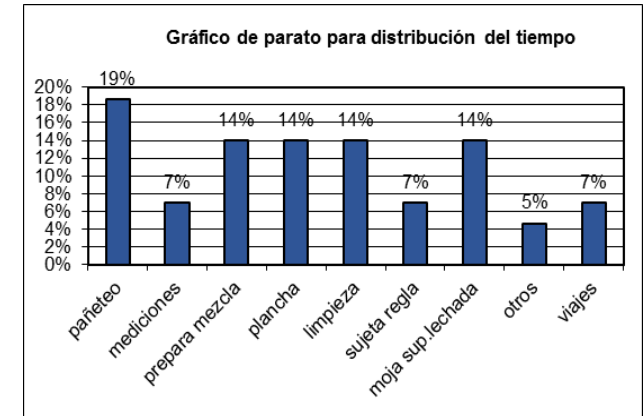
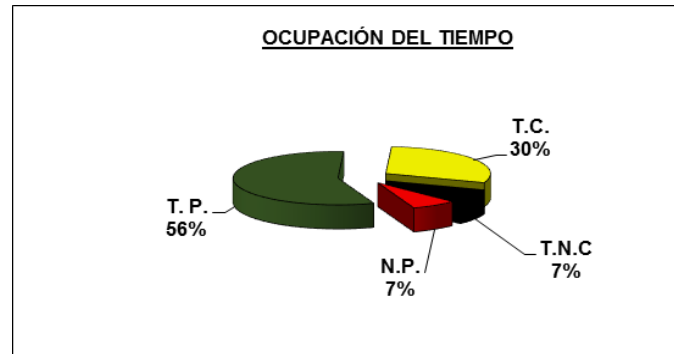
Tabla 16. Ocupación de tiempo y carta balance de trabajos de columna.



Fuente: Elaboración propia.

<b>ACTIVIDAD:</b> TARRAJEO DE FONDO DE VIGA
<b>CUADRILLA:</b> 1 OP + 1 PE
<b>FECHA:</b> 11-08-2015
<b>TIEMPO:</b> Soleado- frio

<b>OBSERVACIONES:</b>
Se observó el tarrajeo de una viga de una luz de 4.0 m.



RENDIMIENTO				
TIEMPO	RECURSO	AVANCE	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO (8HRS.)
Hrs.	H:H	m2	HH/m2	m2
0.5	0.5	0.4	1.25	6.4

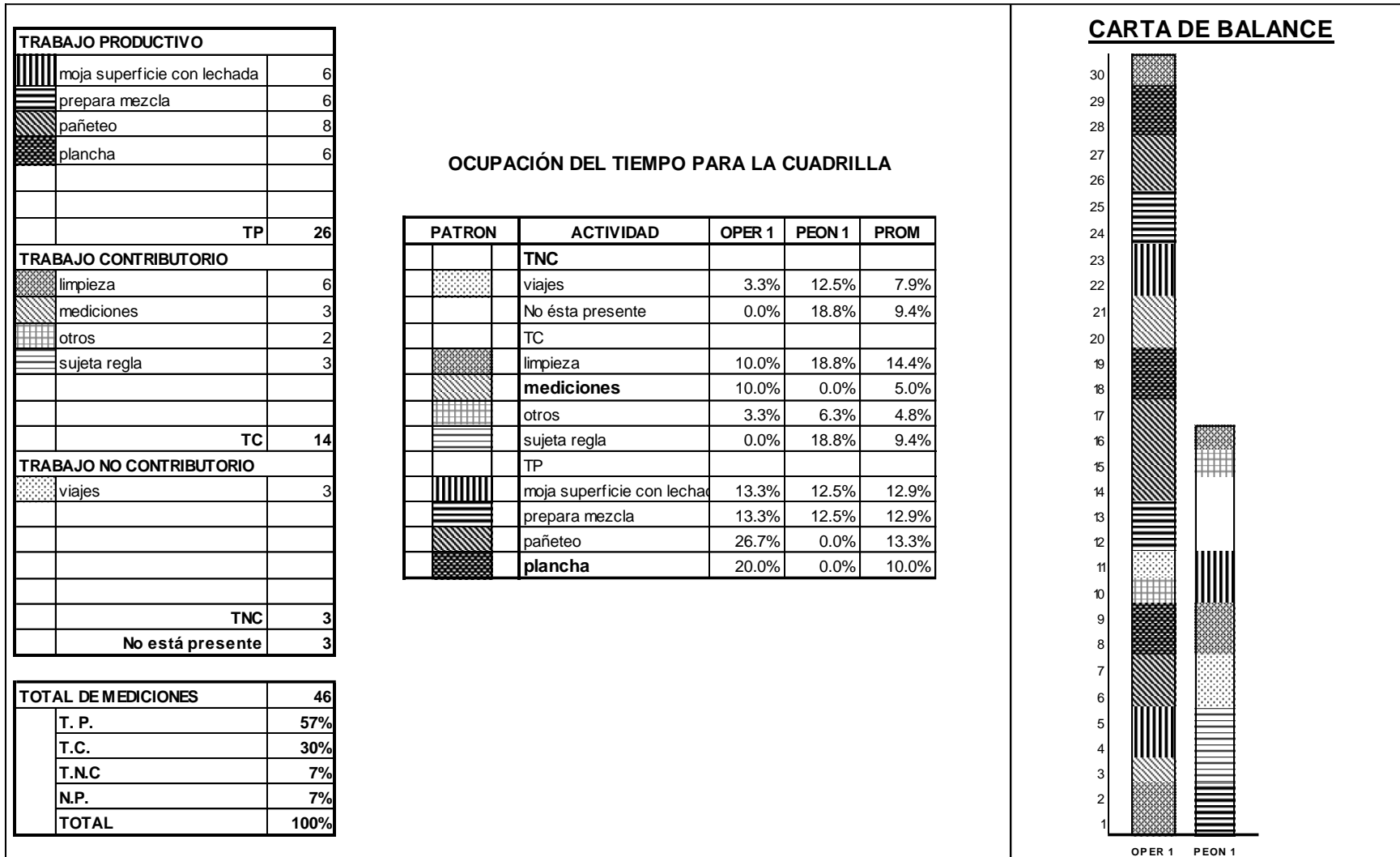
TIEMPO	RECURSO	AVANCE	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO (8HRS.)
Hrs.	H:H	m2	HH/m2	m2
0.27	0.27	0.20	1.35	5.93

Figura 56. Medición para carta de balance: Tarrajeo de viga.

Fuente: Elaboración propia.



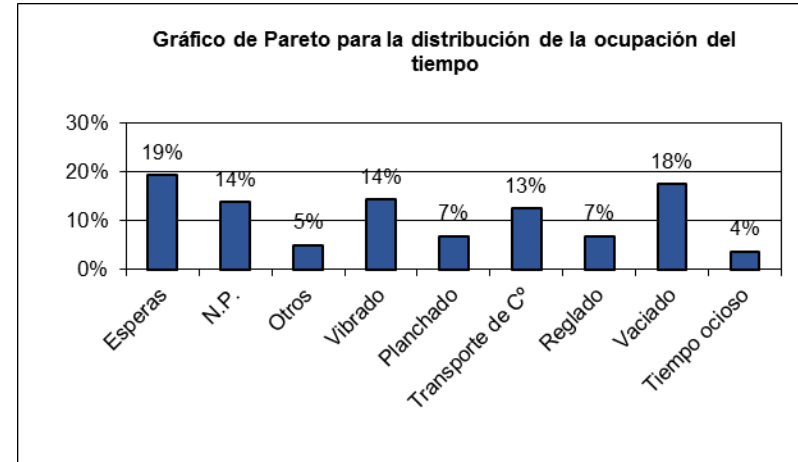
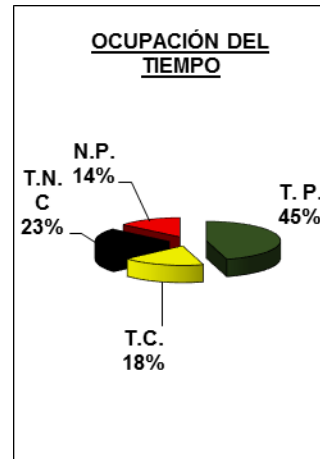
Tabla 15. Ocupación de tiempo y carta balance de tarrajeo de viga.



Fuente: Elaboración propia.

<b>ACTIVIDAD:</b> VAC. ESCALERAS
<b>CUADRILLA:</b> 1 OP + 3 PE
<b>FECHA:</b> 12-08-2015
<b>TIEMPO:</b> Soleado- frio

**OBSERVACIONES:**  
 Se observó el vaciado de escaleras y sus respectivos descansos, el concreto era proveído por otra cuadrilla encargada de la preparación, la toma de datos duro 40 minutos.



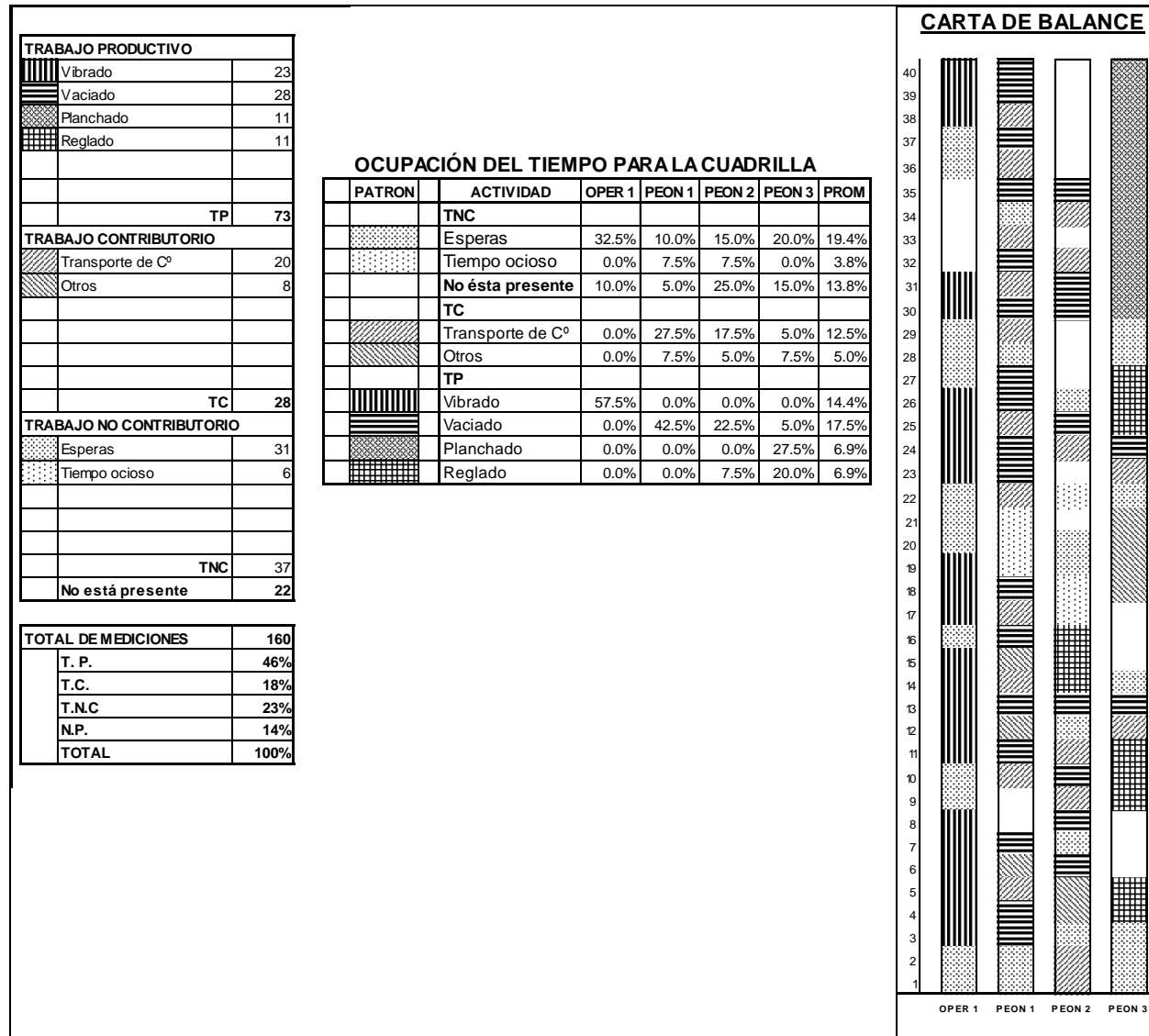
RENDIMIENTO				
TIEMPO	RECURSO	AVANCE	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO (8HRS.)
Hrs.	H:H	m3	HH/m3	m3
0.67	2.68	0.8	3.35	9.55

Figura 57. Medición para carta de balance: Vaciado de escaleras.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 66. Ocupación de tiempo y carta balance de vaciado de escaleras.



Fuente: Elaboración propia.



**c) Análisis de la prueba**

Después de procesar los datos se obtuvieron los gráficos los cuales muestran como varían los trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios en cada actividad puntual, dando a conocer la baja productividad dentro de una construcción en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco; también se puede apreciar la considerable pérdida de tiempo durante cada actividad, por otro lado se muestran los valores de rendimiento en las actividades escogidas.



## CAPITULO IV: RESULTADOS

## 4.1 Resultados del análisis de datos para medición de la productividad en obra

El resultado de la ocupación del tiempo en la obra representa el porcentaje de productividad promedio en la edificación ubicada dentro del Centro Histórico de la Ciudad del Cusco dichos porcentajes se muestran a continuación:

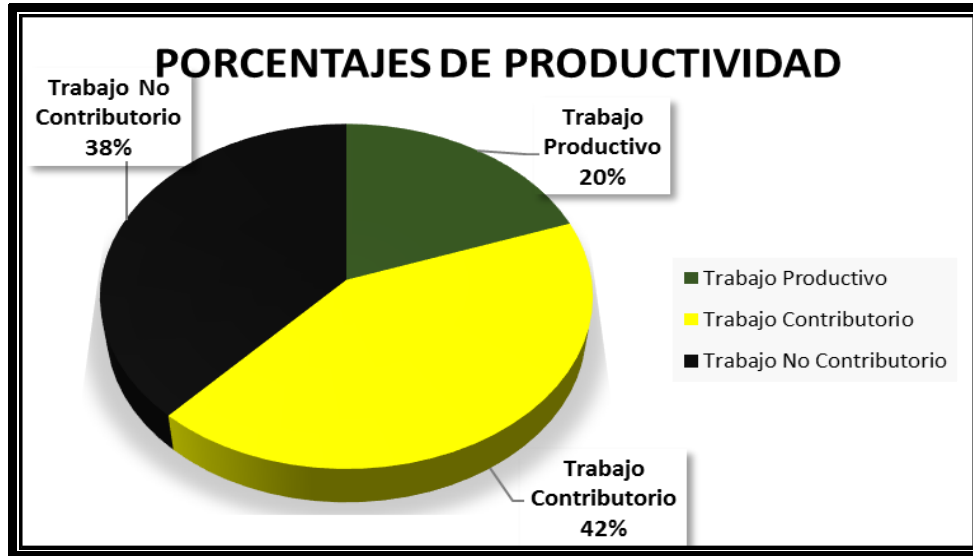


Figura 58. Resumen de los resultados de análisis de la evaluación de productividad de la mano de obra en partidas de concreto armado.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se puede observar la variabilidad del porcentaje de los trabajos a lo largo del proceso de toma de datos.

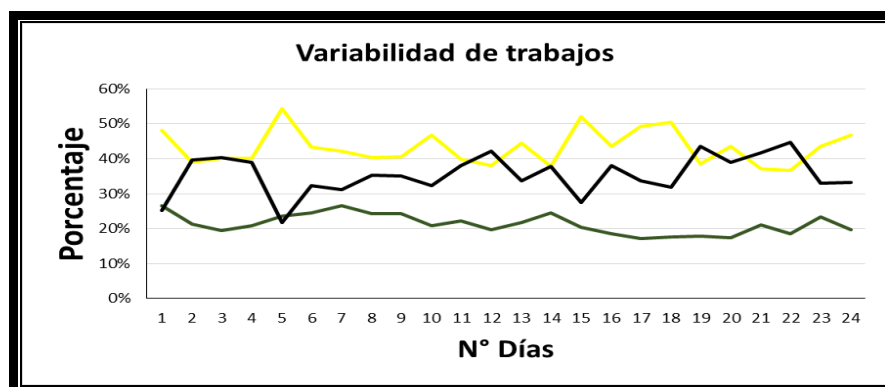


Figura 59. Diagrama de comparación de los resultados del análisis de la evaluación de porcentajes de productividad en partidas de concreto armado.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 81. Resumen de los resultados del análisis de la evaluación de sub categorías de porcentajes de trabajo contributorio en la ejecución de partidas de concreto armado.

TRABAJO CONTRIBUTORIO					
Descripción	T	L	I	M	X
Promedio	15%	6%	5%	8%	9%

Fuente: Elaboración propia.

T: Transporte

L: Limpieza

I: Instrucciones

M: Mediciones

X: Otros

Tabla 82. Resumen de los resultados del análisis de la evaluación de sub categorías de porcentajes de trabajo no contributorio en la ejecución de partidas de concreto armado.

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO						
Descripción	V	O	E	R	D	X
Promedio	16%	8%	9%	2%	3%	0%

Fuente: Elaboración propia.

V: Viajes

O: Tiempo Ocioso

E: Esperas

R: Trabajo Rehecho

D: Descanso

X: Otros

#### 4.2 Resultados del análisis de datos para obtención de rendimientos reales

En la presente tabla podemos apreciar los rendimientos reales que se obtuvieron después del análisis de datos de la obra “Construcción de establecimiento hotelero en la calle tambo de montero en el Centro Histórico de la ciudad del cusco”.

Tabla 83. Resultados de rendimientos reales.

N°	ACTIVIDADES	UND.	PROMEDIO	RENDIMIENTO CAPECO
1	Encofrado de placa	M2	10.30	12.00
2	Vaciado de placa	M3	9.71	10.00
3	Desencofrado de placa	M2	44.59	50.00
4	Solaqueado del sótano	M2	14.30	14.00
5	Habilitación de encofrado para columna	M2	38.14	40.00
6	Encofrado para columna	M2	9.26	10.00
7	Vaciado de columna	M3	9.19	10.00
8	Desencofrado de columna	M2	38.15	40.00
9	Encofrado de viga	M2	9.43	9.00
10	Vaciado de viga	M3	18.51	20.00
11	Encofrado de losa aligerada	M2	10.75	12.00
12	Vaciado de losa aligerada	M3	19.43	25.00
13	Desencofrado de losa aligerada	M2	33.39	36.00
14	Tarrajeo de viga	M2	6.85	6.50
15	Tarrajeo de columna	M2	6.46	8.00
16	Encofrado de escaleras	M2	5.17	6.00
17	Vaciado de escaleras	M3	9.50	12.00

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3 Resultados del análisis de datos para medición de perdidas

En la presente tabla se observa los porcentajes de productividad de la mano de obra, de donde podemos resaltar los porcentajes de trabajo no contributivo y no está presente, los cuales representan las perdidas en la obra “Construcción de establecimiento hotelero en la calle tambo de montero en el Centro Histórico de la ciudad del cusco”.

Tabla 84. Resumen de los resultados del análisis datos para medición de pérdidas.

	DESCRIPCION	TP	TC	TNC	N.P.
1	Encofrado de placa	36	39	23	2
2	Vaciado de placa	25	44	31	0
3	Armado de acero de viga	70	20	10	0
4	Armado de acero para columna	39	46	11	4
5	Elab. De formas para columna	33	47	19	1
6	Armado de losa con tecnopor	36	35	21	8
7	Armado de viga	57	29	8	6
8	Asegurado de encofrado para columna	33	49	13	5
9	Encofrado de columna	26	47	18	9
10	Encofrado fondo de viga	46	42	11	1
11	Encofrado de losa	30	41	29	0
12	Elaboración de mezcla	30	24	40	6
13	Solaqueado	45	40	5	10
14	Tarrajeo de columna	72	23	5	0
15	Tarrajeo de viga	56	30	7	7
16	Vaciado de losa	41	25	25	9
17	Vaciado de columna	34	37	28	1
18	Vaciado de escalera	45	18	23	14
	<b>PROMEDIO</b>	<b>41.89</b>	<b>35.33</b>	<b>18.17</b>	<b>4.61</b>

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

## a) ¿Qué contraste de resultados con referente del marco teórico se pudo encontrar en la investigación?

- En el presente cuadro podemos apreciar los valores de porcentajes de productividad en partidas de concreto armado en la obra “CONSTRUCCIÓN DE ESTABLECIMIENTO HOTELERO EN LA CALLE TAMBO DE MONTERO EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DEL CUSCO” y los porcentajes de productividad mencionados en antecedentes, con la finalidad de comparar entre dichos valores.

Tabla 85. Cuadro de porcentajes de productividad.

DESCRIPCION	% TP	%TC	%TNC
Obras con manejo optimizado de la productividad	60%	25%	15%
Obras de Lima	28%	36%	36%
Obra Tambo de Montero	20%	42%	38%

Fuente: Ghio, Virgilio (2000).

Existen dos etapas fundamentales en el proceso de optimización de las empresas constructoras, íntimamente relacionados con los niveles de TP, TC y TNC. La primera, pasar de niveles de TP entre un 20 y 30% a niveles del orden del 45% es relativamente sencillo, se requiere básicamente mejorar los sistemas de planificación para hacer que éstas sean más confiables, enfocándose en la reducción de pérdidas de primer nivel.

Sin embargo, pasar a niveles productivos del orden del 55-60% es ya una tarea más complicada, en ella se conjuga el adecuado uso de la nueva filosofía de producción y de herramientas en gestión de operaciones con un adecuado manejo de la constructibilidad de los proyectos a llevarse a cabo. Ghio Catillo V. (2001).



Al tener planificaciones más confiables se puede inyectar certidumbre al flujo de trabajo, mejora el desempeño del trabajo de forma inmediata en un orden de magnitud del 30%, mientras que se estabiliza la producción de las actividades subsecuentes (Koskela 1992). En el caso de incrementar el desempeño del trabajo en un 30% para nuestro caso representara un incremento de 6 puntos al porcentaje de productividad, cabe resaltar que del 20% de trabajo productivo podríamos pasar a obtener un 26%, tan solo mejorando la planificación y administración de obra.

El trabajo contributorio es influenciado principalmente por la tecnología utilizada en el proceso constructivo, a continuación ponemos de ejemplo alguno de los procesos como: Trabajar con encofrados metálicos, hacer uso de concreto premezclado con empleo de bombas dinámicas o estacionarias, el uso de elementos prefabricados, el uso de equipos como winches, elevadores y plumas. Otro tema importante y de gran influencia en el trabajo contributorio es el relacionado a la constructibilidad. Formas simples y estandarizadas ayudan a tener una mejor aptitud constructiva de la obra.

Al implementar el uso de este tipo de materiales lleva a reducir el tiempo en trabajos como transportes, mediciones, instrucciones y otras actividades contributorias, al mismo tiempo aumenta la capacitación del personal obrero; todo esto se traduce en una disminución del trabajo contributorio y en un incremento de la productividad. El cuadro comparativo antes mostrado corrobora lo mencionado en el párrafo anterior, en vista que en industrias de construcción más desarrolladas que la nuestra los porcentajes de trabajo contributorio son menores que el nuestro, habiendo una diferencia de 17 puntos porcentuales entre el 42% (TC) obtenido en la construcción del establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero y el 25 % (TC) encontrado en obras con manejo optimizado de la productividad.

Para mejorar la productividad no solamente es necesario invertir en tecnología, primero se debe tener un buen diseño de los procesos constructivos (secuencia de actividades de la mejor práctica y una óptima



dimensión de cuadrillas), así mismo planificaciones más confiables cuyo principal objetivo se centra en la reducción de pérdidas y de tiempos de cada actividad. Sumado a esto se debe pensar en hacer una adecuada concepción del proyecto, teniendo un apropiado manejo de la constructibilidad.

- Para resultados del rendimiento de mano de obra en partidas de concreto armado en el establecimiento hotelero en construcción dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco.

Se pudo encontrar que los rendimientos reales están por debajo de los mínimos valores mencionados en El Manual de Rendimientos Mínimos y Promedios de Mano de Obra en las provincias de Lima y Callao, que es un Documento de Trabajo para evaluación y análisis, este manual es usado debido a que no se cuenta con antecedentes de rendimientos reales en el centro histórico de la ciudad del cusco siendo este solo un referente para un análisis comparativo.

En el cálculo de rendimiento de la mano de obra en la construcción se ha tenido en cuenta las siguientes consideraciones: El personal en promedio contaba con 3 años de experiencia laboral como mínimo, los integrantes de las cuadrillas de trabajo eran jóvenes entre 25 y 40 años de edad, El horario laboral normal era de 7:00 am hasta las 5: pm, tiempo en el cual se incluía el horario de almuerzo.

Los valores de rendimiento encontrados en la construcción, nos indican que al hacer uso para un análisis de presupuestos estos nos saldrán elevados, lo cual será un factor negativo para la construcción dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco.

- La falta de planificación incrementa la incertidumbre en el desarrollo del trabajo del personal obrero, por ejemplo la información no llegue en forma oportuna y clara, la falta de materiales, la falta de equipos y/o herramientas en momentos necesarios, que no se cuente con un adecuado diseño de procesos constructivos incrementan el porcentaje de trabajo no contributivo el cual en nuestro caso asciende al 22.78% en actividades



puntuales, porcentaje que comparado con el 15% obtenido en obras con manejo optimizado de la productividad nos demuestra que tenemos una deficiencia en nuestros sistemas de planificación.

**b) ¿Cuáles son las interpretaciones de los resultados encontrados en la investigación?**

• **Resultados generales de la medición de la ocupación del tiempo**

El mayor porcentaje de trabajo productivo en la ejecución de la obra en las partidas de concreto armado ascendió a 27% cifra que indica la falta de planificación para los procesos constructivos y la falta de capacitación laboral. Podemos observar que existe un elevado porcentaje de trabajo no contributivo ascendente a 38%, lo cual nos indica que existe una mala distribución del personal, por otro lado se observa un 42% de trabajo contributivo, resultado elevado que nos indica un mal uso de recursos (materiales tecnológicos para la ejecución de partidas en concreto armado) o falta de espacio para agilizar los procesos constructivos.

**Rangos del trabajo contributivo**

A continuación se evaluara las causas que incrementan los porcentajes de cada una de las subcategorías del trabajo contributivo:

**Transporte (15%):** Esta sub partida es incrementada fundamentalmente por falta de espacio para el almacenamiento, por lo que el material tiene que trasladarse de posición una y otra vez de acuerdo al trabajo que se ejecutara, a la vez el porcentaje se incrementa por las deficiencias en el aprovisionamiento de materiales, herramientas y la falta de un adecuado diseño de procesos.

**Limpieza (6%):** La distribución del personal en obra, junto a una mala planificación origina que el personal sin actividades fijas ocupe su tiempo en labores de limpieza. También se pudo observar que este trabajo se debe realizar constantemente por no tener lugares de acumulación de desperdicio lo cual ocasiona limitaciones para el desarrollo de las partidas.



**Instrucciones (5%):** El tipo de obra exige constante instrucción a los obreros, pero en el caso de esta obra en particular la falta de planificación hace que el personal desconozca las actividades que se deben hacer en el día, por lo que es constante la consulta para esclarecer dudas, así mismo el personal debe coordinar la ejecución con el arqueólogo encargado de monitoreo arqueológico para así no interferir con sus labores.

**Mediciones (8%):** Se puede decir que esta actividad es constante fundamentalmente en las partidas de encofrado, para dichas partidas se hizo uso de madera de calidad (nuevas) las cuales se cortaban constantemente de acuerdo a la necesidad, lo que incremento el número de mediciones, así mismo existen actividades que por falta de innovación tecnológica necesitan de constantes mediciones como el uso de encofrado mecanizado.

**Otros Contributorios (9%):** Este porcentaje se debe a la falta de diseño para procesos constructivos y a la falta de innovación tecnología.

Tomando el trabajo contributorio promedio como el total encontramos que las actividades con mayor incidencia son: transporte y otros trabajos contributorios que van en una proporción del 35% y 21% respectivamente.

#### **Rangos del trabajo no contributorio**

A continuación se evaluara las causas que incrementan los porcentajes de cada una de las subcategorías del trabajo no contributorio:

**Viajes (16%):** Este porcentaje se incrementa por las deficiencias en el abastecimiento de materiales y herramientas, por el sobredimensionamiento de las cuadrillas y por la falta de supervisión durante los procesos constructivos.

**Tiempo ocioso (8%):** Se incrementa por la falta de supervisión, porque el personal no percibe control sobre su desempeño laboral, este porcentaje aumenta también por: tener cuadrillas sobredimensionadas, malas





condiciones climáticas, mala actitud del trabajador, falta de una adecuada planificación.

**Esperas (9%):** Porcentaje que se incrementa por la deficiencia en el flujo de materiales, la falta de un adecuado diseño de procesos constructivos, cuadrillas sobredimensionadas, deficiencia en la transmisión de la información.

**Trabajo Rehecho (2%):** Se incrementa principalmente por cambios en los diseños o especificaciones de los planos y por trabajos mal ejecutados.

**Descanso (3%):** Este valor se incrementan principalmente por falta de supervisión durante la construcción del establecimiento.

Tomando el trabajo no contributivo promedio como el total encontramos que las actividades con mayor incidencia son los viajes 39%, el tiempo ocioso 27% y las esperas que llegan a 22%.

- Los resultados de rendimientos reales en partidas de concreto armado nos arrojan valores muy bajos, este suceso se podría interpretar como:

La dificultad existente en el proceso constructivo dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco debido a la gran existencia de limitaciones para dicho fin.

- El porcentaje de pérdida con mayor valor se atribuye a la actividad “elaboración de mezcla” que hace un 46%, de los cuales el 40% pertenece a trabajo “no contributivo” y el 6 % a “no está presente”, valores que podríamos interpretar como:

La falta de espacio para realizar actividades lo cual genera esperas.

También podemos hacer una pequeña comparación entre el porcentaje promedio de trabajo no contributivo para datos generales y el porcentaje promedio de actividades puntuales, los cuales hacen al 38% y 22.78% respectivamente, de donde podemos sacar la siguiente conclusión:

La diferencia de porcentajes se debe a la etapa en la cual han sido tomados los datos:

La primera corresponde a la construcción del primer nivel donde encontramos dificultad por la falta de espacios para colocar materiales y herramientas de construcción, así mismo la dificultad por trasladar de un lugar a otro los materiales líticos y materiales con carácter cultural.

**c) ¿Cuáles son los comentarios de la demostración de la hipótesis en la investigación?**

- Los porcentajes de productividad que se muestran en la tabla número 59 nos indican el comportamiento de la ocupación de tiempos para el proyecto de edificación del establecimiento hotelero en la calle Tambo De Motero dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco, donde podemos apreciar que el porcentaje promedio de trabajo productivo es 20%, el mismo que en comparación a los estándares nacionales mostrados en los antecedentes, es bajo. Los altos índices relacionados al trabajo contributorio y al trabajo no contributorio nos indican potencialmente que es posible incrementar los porcentajes de trabajo productivo.

De esta forma se valida parcialmente la primera hipótesis en vista que el porcentaje de trabajo contributorio no es bajo.

“El porcentaje promedio de trabajo productivo en la construcción del establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco es bajo, sin embargo es potencialmente susceptible a un incremento”

- Para los resultados del rendimiento de mano de obra en las partidas de concreto armado se pudo encontrar valores bajos, tomando como referencia los rendimientos que figuran en la publicación Manual de rendimientos mínimos y promedios de mano de obra en las provincias de Limay Callao, Oficina Internacional del Trabajo-OIT Oficina Regional para América Latina y El Caribe Lima, octubre 2003.

De esta manera se valida la segunda hipótesis en vista de encontrar valores por debajo de lo normal.



- Para determinar cuáles son las pérdidas de mayor incidencia en la productividad de la mano de obra en partidas de concreto armado debemos observar los porcentajes de actividades como: transporte, viajes, esperas y otros contributorios; de donde podemos sacar la siguiente conclusión, que la falta de áreas de trabajo, almacenamiento y la falta de innovación tecnológica representa una pérdida sustancial en los porcentajes de productividad, razón por la cual la tercera hipótesis es válida.

**d) ¿De qué manera aporta la investigación?**

La presente investigación que servirá como un precedente para futuras investigaciones nos da a conocer la importancia de mejoras en la construcción especialmente a una edad temprana del proyecto, en vista que podrá tener efectos de mayor alcance que los que se obtengan más tarde, por esto no debemos dejar de lado la importancia de la Constructibilidad que resume en una palabra los conceptos de “construcción” y “habilidad”, es decir la habilidad de construir óptimamente. No se puede negar que los arquitectos e ingenieros de diseño tratan de minimizar los costos, generalmente sus esfuerzos se centran en optimizar las “dimensiones” de los elementos que diseñan y descuidan los efectos que estos puedan tener sobre la construcción de los mismos. En algunos casos esto se expresa en diseños que incluyen, por ejemplo, varios tipos distintos de vigas o columnas. El ahorro inicial en optimizar cada elemento de la construcción se traduciría, finalmente, en un incremento de los costos de producción y del tiempo de ejecución del proyecto (incluso afecta el aprendizaje de los obreros.) La constructibilidad, por su parte, combina todos los criterios de ahorro en forma global, de modo que determina cuáles son las decisiones que afectan la economía total del proyecto, desde la concepción del mismo.

Es común encontrar que en la industria de la construcción se utilizan procedimientos diferentes para los mismos procesos, a pesar de las diferencias evidentes en rendimientos y productividades que se puedan alcanzar con los diferentes métodos; Para resolver este tipo de problemas



es necesario conducir una gestión a nivel operacional. Con este fin se recomienda considerar los siguientes puntos:

- **Diseño y optimización de métodos constructivos:** El diseño del método constructivo se desarrolla en base a mediciones que se realizan en el terreno, en las cuales se refleja la productividad y los rendimientos que se alcanzan con los procedimientos usados en ese momento. En caso que no se cuente con mediciones los métodos constructivos se diseñaran en base a estimaciones. Para optimizar los métodos constructivos con procedimientos convencionales, es necesario medirlos y estimar los rendimientos y productividades que se obtendrán al incorporar mediciones en dichos métodos. Estos valores se verificaran una vez que se implementa la innovación, y se revisa el método constructivo en busca de cualquier otra optimización.

Para esto es necesario contar con mediciones precisas para poder tomar decisiones ingenieriles basadas en datos confiables y no en meras opiniones o suposiciones. Cuando se menciona “mediciones” el término se refiere a mediciones y a descripciones detalladas del trabajo, de tal forma de tener información numérica en cuanto a los niveles de trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio e información sobre el método mediante el cual se lleva a cabo una actividad.

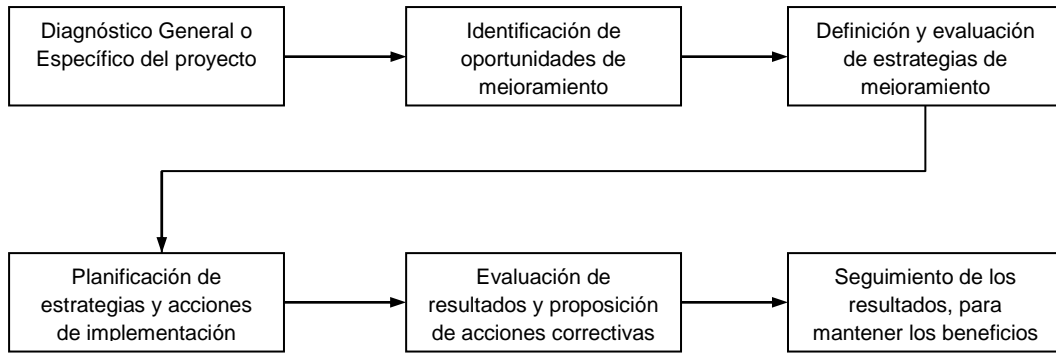
- **Evaluación y selección de tecnologías específicas:** Como parte del diseño de los métodos constructivos, se deben evaluar y seleccionar tecnologías específicas para lograr mejoramientos en la optimización de los métodos constructivos; sin embargo es necesario comprender que la tecnología por sí sola no garantiza que se alcancen los objetivos deseados.
- **Reducción de trabajos no contributorios a través de una planificación operacional a corto plazo:** El diseño de procesos constructivos optimiza cada proceso individualmente, al incrementar la velocidad de producción y al reducir los trabajos no contributorios (tiempos muertos) dentro de cada actividad; sin embargo, si la optimización de estos procesos no es manejada con cuidado, puede no generar beneficio alguno dentro del proyecto total. Es decir, si se reducen los tiempos muertos dentro de una



determinada actividad, pero con esto sólo se logra un aumento de los tiempos muertos entre las actividades secuenciales, sólo se habrán reubicado los trabajos no contributivos, más no se habrán reducido. Para lograr una integración de las reducciones de los trabajos no contributivos debido a cada actividad y lograr reducciones a nivel de proyecto, es necesario implementar una planificación a nivel operacional que se encargue de reducir los tiempos muertos entre las actividades. Esta planificación operacional, o de corto plazo, es un tipo de planificación que le entrega al profesional de la obra el poder necesario para poder gestionar sus procesos y optimizar su desempeño. El procedimiento para llevar una adecuada planificación operacional es el siguiente:

1. Medición del desempeño en las principales operaciones de la obra.
2. Diseño de procesos constructivos
3. Planificación diaria del horario de actividades, donde se incluye:
  - Planificación de operaciones de las cuadrillas.
  - Planificación de la utilización de equipos.
  - Planificación de requerimientos de materiales y herramientas menores.
4. Planificación semanal del horario de actividades
5. Ajuste de resultados mediante mediciones, una vez que se ha implementado el cambio (volver al paso 1)

Por otra parte, a continuación se presenta un esquema general para la optimización de los procesos de la construcción in situ. Esta metodología ha sido desarrollada bajo la suposición de que existe un proceso constructivo en marcha el que será analizado y optimizado.



**Figura 60. Esquema general para la optimización de los procesos de la construcción.**

**Fuente: Ghio, Virgilio, Año 2000.**

La metodología empieza con un diagnóstico actual del proyecto, para ello es necesario evaluar el flujo de recursos, dentro de la obra, los procesos de conversión, así como los mecanismos de administración tanto sobre los procesos de conversión como de los flujos, para esto se debe hacer mediciones del nivel de trabajo productivo, encuestas y diversas mediciones en terreno, de modo de evaluar cuantitativamente la situación actual del proyecto. Después es posible identificar las áreas susceptibles de ser optimizadas, y generar recomendaciones de mejoramiento que puedan ser aplicadas de inmediato, durante el estudio de optimización. Para lograr que los mejoramientos sean aplicados de una manera eficiente y efectiva, es necesario desarrollar una estrategia y planificar el proceso de implementación, de modo de capacitar al personal cuando sea necesario y coordinar el efecto de cambio en las diferentes operaciones de construcción. Luego la aplicación de las acciones de mejoramiento deberán ser evaluadas, y cualquier imperfección restante deberá ser corregida. Adicionalmente es importante hacer un seguimiento a las mejoras planteadas para mantener sus beneficios.



- e) **¿Cuáles son los temas nuevos que se han incorporado durante el proceso de la investigación que no estaba considerado dentro de los objetivos?**
- **Planificación anticipada de recursos (look ahead planning)**

La planificación anticipada de recursos es la planificación de jerarquía media, es decir entre la planificación maestra de obra y la planificación operacional semanal. Está dedicada a controlar la asignación de mano de obra, materiales, equipos, información y dinero, de forma que la planificación de corto plazo se haga en función de actividades que son posibles. Dependiendo del tipo de obra y del tiempo de fabricación de ciertos materiales y equipos, el tiempo previsto para la planificación de recursos puede llegar a 12 semanas o incluso más. Los programas generados por el *look ahead planning* son utilizados en la industria de la construcción con la intención de dirigir los esfuerzos de la gestión de obra sobre las actividades que se esperan ejecutar en el futuro cercano, promoviendo la toma de decisiones en el presente, de manera que permita que ese futuro sea una realidad. El *look ahead planning* no está concebido como una herramienta de planificación de operaciones y por tanto no sirve como tal para la asignación del trabajo a las cuadrillas en terreno, por otro lado la planificación o el look ahead planning se podría implementar a la vez con el just in time en vista que el proveído de materiales en obra durante la ejecución demanda puntualidad y planificación, vale recalcar que por experiencia propia durante la ejecución del proyecto hotelero este sistema funcione adecuadamente.
  - **Planificación diaria**

Están diseñadas para balancear la capacidad de producción real de las cuadrillas existentes respecto de la cantidad de trabajo que se les asigna. Sobre la base de la capacidad de producción de cada cuadrilla (así como en las actividades asignadas en la planificación semanal) se procede a asignar los volúmenes de trabajo que completen dicha capacidad de producción. Esta asignación permite reducir pérdidas relacionadas directamente con la producción diaria de cada cuadrilla.



La planificación diaria debe incluir:

- 1.- Todas las actividades que se realizarán durante el día, con el responsable de cada cuadrilla.
- 2.- El número de obreros de cada cuadrilla básica así como el número de cuadrillas básicas.
- 3.- El metrado de cada actividad que se realizará.
- 4.- La velocidad de producción de cada cuadrilla
- 5.- A partir de los valores anteriores se calcula el rendimiento para cada actividad.

Al igual que en la planificación semanal, en la planificación diaria también se debe evaluar el porcentaje de cumplimiento de cada actividad en el día, y se debe hacer un análisis de las razones por las cuales no se alcanzaron o se sobrepasaron los volúmenes planificados.





## CONCLUSIONES

**CONCLUSION N° 1:** De acuerdo a la hipótesis general que dice (“Los porcentajes de productividad de la mano de obra y los rendimientos reales en partidas de concreto armado en la construcción de un establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco, provincia y departamento del Cusco no son los adecuados, por otro lado las pérdidas que se generan en las partidas son de consideración por lo que no se tiene un avance idóneo.”) Logrando de esta manera cumplir con el objetivo general, tal como se muestra en las tablas mencionadas a continuación: Tabla N°59 donde podemos apreciar que los porcentajes de productividad no son los adecuados y tabla N°83 donde podemos apreciar que los rendimientos reales tampoco son los adecuados para un buen desempeño constructivo. Por otro lado se determinó el porcentaje de pérdidas en las partidas de concreto armado, tabla N°84 donde vemos cifras considerables las cuales dificultan el buen avance de obra.

**CONCLUSION N° 2:** De acuerdo a la primera sub Hipótesis que dice (“Los porcentajes de trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) en partidas de concreto armado en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco, provincia y departamento del Cusco son bajos y los porcentajes de trabajo no contributorio (TNC) son elevados, razón por la que no alcanzarían estándares óptimos dentro de la construcción.”) Los porcentajes de trabajo productivo (TP) son bajos alcanzando un valor del (20%) en comparación a porcentajes encontrados en obras de Lima metropolitana (28%) y obras con manejo optimizado de mano de obra (60%), por otro lado el trabajo contributorio (TC) encontrado en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco, provincia y departamento del Cusco es mayor a estándares de obras ya mencionadas llegando al (42%), así mismo el porcentaje de trabajo no contributorio (TNC) es elevado y haciende a (38%), estos valores se pueden corroborar en la tabla N° 59. es así que podemos llegar a las siguientes conclusiones:



Que una obra manejada con un adecuado proceso de gestión de operaciones se produce 6 de cada 10 horas trabajadas; en Lima se produce 2.8 horas por cada 10 horas de trabajo, mientras que en Cusco se produce sólo 2 horas por cada 10 horas de trabajo. El trabajo productivo dentro de nuestra obra llega a variar entre los valores del 11% y 27%. Podemos observar también que el porcentaje máximo de trabajo productivo alcanzado durante la ejecución de obra no llega a sobrepasar el porcentaje promedio del trabajo productivo en la ciudad de Lima.

Encontramos también que existe un valor elevado en los porcentajes de transporte y viajes, lo que nos indica que el personal gasta mayor tiempo en movilizarse dentro de obra que realizar trabajos estrictamente productivos.

Que en la construcción dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco se tienen sistemas deficientes de administración de obra, así como procesos de planificación poco confiables o en su defecto no se planifica y se procede a decidir de acuerdo al avance de obra. Podemos también decir que el avance se ve afectado debido a la falta de espacios, en vista que el personal tiene que movilizar ciertos materiales de un lugar a otro para habilitarse áreas de trabajo.

A esto se complementa que no existe una definición clara de la calidad para entregar cada proceso, no existen estudios profundos sobre la mejor secuencia de ejecución de actividades.

**CONCLUSION N° 3:** De acuerdo a la segunda sub Hipótesis que dice ("Los rendimientos reales de la mano de obra en partidas de concreto armado en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco, provincia y departamento del Cusco en comparación con tablas estandarizadas no alcanzan un promedio adecuado.") Los rendimientos reales que se pudieron encontrar son bajos y los podemos apreciar en la tabla N°83, dichos valores se deben principalmente a factores como:

Debido a la deficiente planificación la cual inyecta incertidumbre en el desarrollo de las actividades.



**CONCLUSION N° 4:** De acuerdo a la tercera sub Hipótesis que dice (“Las pérdidas determinantes en las partidas de concreto armado que inciden fundamentalmente en la productividad de la mano de obra en la construcción de establecimiento hotelero en la calle Tambo de Montero en el Centro Histórico de la ciudad del Cusco, provincia y departamento del Cusco se deben a la poca existencia de áreas de trabajo por lo que habilitar dichas áreas demanda mayor tiempo y presupuesto.”) Las pérdidas de la productividad en la mano de obra o también llamadas trabajo no contributivo se deben a la dificultad para movilizarse dentro del área de trabajo a causa de la acumulación de materiales líticos y materiales con características culturales las cuales se deben conservar de manera codificada dentro de la obra generándose de esta manera mayor cantidad de esperas y viajes.

## RECOMENDACIONES

**RECOMENDACIÓN N° 1:** Es de suma importancia ver a la construcción como una industria, por tal motivo esta debe acceder a técnicas modernas de gestión que le permitan ser mucho más competitivas. Por esta razón debemos tomar en cuenta el desarrollado de diferentes metodologías en las que se presentan propuestas concretas y de aplicación ya demostradas. Siendo estas metodologías producto de las mejores prácticas existentes en la industria de la construcción; De esta manera implementar el uso de estas prácticas dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco nos ayudara a incrementar la productividad y mejorar todo proceso constructivo.

**RECOMENDACIÓN N° 2:** Para la obtención de una mejora de manera global se debe establecer un sistema general y no individual en vista que todo proceso está relacionado, las actividades en la industria de la construcción no son actividades aisladas por el contrario un buen manejo de actividad puntual nos ayudara a establecer mejoras en relación a otras actividades. Ya que mejorar sólo una de ellas no siempre representa una mejora total del sistema.

**RECOMENDACIÓN N° 3:** En la construcción del establecimiento hotelero dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco pudimos observar que es posible realizar una construcción maximizando su inversión, en otras palabras es posible realizar construcciones mucha más grades con un presupuesto similar. Para tal fin debemos comenzar por mejorar nuestros sistemas de planificación con lo que lograremos reducir las pérdidas de primer nivel que se encuentran fundamentalmente en los flujos. Una vez reducido este nivel de pérdidas se debe comenzar a eliminar pérdidas más difíciles, las cuales se encuentran básicamente en los procesos, para esto es necesario optimizar e incluso rediseñar los mencionados procesos tomando en cuenta que en esta etapa ya es necesario mejorar la tecnología sin necesidad de hacer grandes inversiones. Para poder alcanzar mayores niveles de productividad se debe implementar el uso de nueva tecnología en planificación y programación de procesos, fundamentalmente por encontrar un ambiente de limitaciones dentro del Centro Histórico de la ciudad del Cusco.



**RECOMENDACIÓN N° 4:** Podemos decir que la investigación introduce herramientas de medición que nos permiten diagnosticar el nivel de administración que manejamos en nuestros proyectos. Estas herramientas pueden ayudar a los profesionales de la construcción con la finalidad de mejorar su manejo y planificación de obra.



## REFERENCIAS

- Ghio, Virgilio (2000). *Productividad en obras de construcción: diagnóstico crítica y propuesta*. Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Goldratt, Eliyahu (1998). *La meta*. Séptima edición Ediciones Castillo, México.
- León, Raúl (2002). *Desarrollo de un sistema de optimización de la productividad en obras de edificación urbana*. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú, Perú.
- Rodríguez, Walter (1999). *Técnicas modernas en el planeamiento, programación y control de obra*. Ediciones Miano, Perú.
- Serpell, Alfredo (1993). *Administración de operaciones de construcción*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Chile.
- Vitteri, José Luis (2004). *La construcción como un sistema*. Conferencia magistral. XII, Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Civil, Perú.

**Sitios web**

- Rubio, J. (2010). *Aplicación de la producción en serie en la industria de la construcción*. Recuperado el 3 de Junio de 2015, de [http://infontavit.janium.net/janium/TESIS/Maestria/Rubio\\_Ramirez\\_Jose\\_Luis\\_45584.pdf](http://infontavit.janium.net/janium/TESIS/Maestria/Rubio_Ramirez_Jose_Luis_45584.pdf)
- Buleje, k. (2012). *Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction*. Recuperado el 13 de Junio de 2015, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1691>



Huarcaya, J. (2014). *Ejecución lean y control de producción en proyectos de construcción*. Recuperado el 3 de Junio de 2015, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5413>

Ibarra, L. (2011). *Lean Construction*. Recuperado el 15 de Junio de 2015, de [http://132.248.52.100:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/4652/tesis%20completa\\_.pdf?sequence=1](http://132.248.52.100:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/4652/tesis%20completa_.pdf?sequence=1)

Pons, J. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Recuperado el 2 de Julio de 2015, de [https://www.google.com.pe/?gfe\\_rd=cr&ei=U7prVI\\_oEYeZhQSy-YDwCg#q=filosofia+lean+construction](https://www.google.com.pe/?gfe_rd=cr&ei=U7prVI_oEYeZhQSy-YDwCg#q=filosofia+lean+construction)

Recuperado el 7 de Diciembre de 2015, de

<http://www.importancia.org/mano-de-obra.php>

Recuperado el 7 de Diciembre de 2015, de

<http://www.leanconstructionenterprise.com/documentacion/last-planner>

## PANEL FOTOGRAFICO



**F1** Cuadrilla para encofrado: Personal obrero encofrando para vaciado de losa.

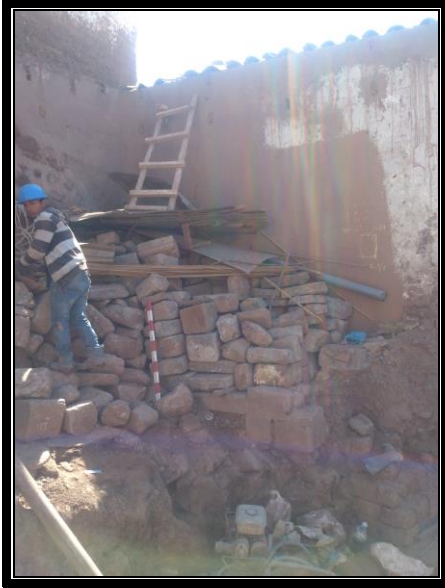


**F2** Se puede apreciar el control de avance para cálculo de rendimiento.

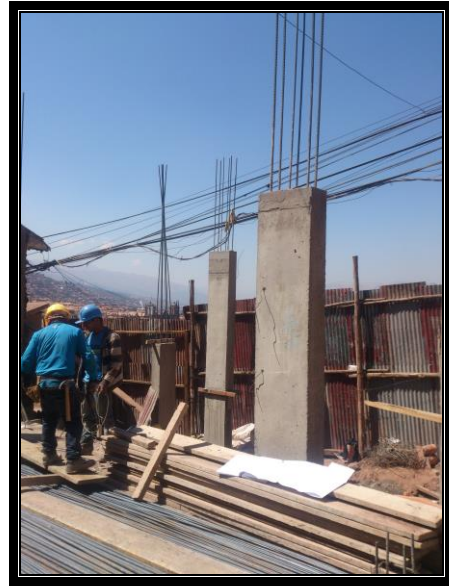


**F3** Se puede apreciar la falta de espacios para guardar materiales.





**F4** Personal obrero acumulando material lítico para su codificación.



**F5** Podemos apreciar en la imagen que el personal se traslada con dificultad por encima de los materiales.



**F6** Personal armando columnas con dificultad por falta de espacio.



**F7** Material acumulado dificultando procedimiento para izar columnas.



**F8** Material acumulado dificultando procedimientos de construcción.



**F9** Se puede ver como el personal traslada habilita áreas para movilizarse con concreto.