

**IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES CAUSANTES DE PÉRDIDAS EN EL
PROCESO PRODUCTIVO DE LA CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE SANTANDER CAS FASE IV,
UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SAN GIL, DEPARTAMENTO DE SANTANDER**

**MARTHA ULLOA ARAQUE
ANYI GUTIERREZ TOVAR**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO
BUCARAMANGA**

2011

**IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES CAUSANTES DE PÉRDIDAS EN EL
PROCESO PRODUCTIVO DE LA CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN
CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE SANTANDER CAS FASE IV,
UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SAN GIL, DEPARTAMENTO DE SANTANDER**

**MARTHA ULLOA ARAQUE
ANYI GUTIERREZ TOBAR**

**DIRECTORA
ING. MARLY CAROLINA MEJIA
Ingeniera Civil**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO
BUCARAMANGA**

2011

DEDICATORIA

*A Dios por el conocimiento la Salud y toda la Fortaleza
A Nuestras familias Por su constante colaboración
A los profesores por la compañía durante el Proceso*

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos en primer lugar a Dios por permitirnos este importante logro en nuestras vidas, por iluminarnos paso a paso durante todo el recorrido.

Gracias a nuestros padres y familiares porque han sido nuestro soporte y compañía durante todo este proceso por su cariño su comprensión y apoyo sin condiciones.

A la profesora Marly Carolina Mejía por ser nuestra guía compartiendo su experiencia; por su apoyo y confianza durante todo el proceso.

Gracias a Todos.

TABLA DE CONTENIDO

	PÁG.
RESUMEN.....	9
SUMMARY	10
INTRODUCCIÓN.....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
2. JUSTIFICACIÓN	14
3. OBJETIVOS	15
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
4. ALCANCE	16
5. MARCO DE REFERENCIA	17
5.1. ANTECEDENTES.....	17
5.2. MARCO TEÓRICO	19
5.2.1. Ley de PARETO	19
5.2.2. Mediciones en obra	20
5.2.3. Lean construction.....	21
5.2.4. Clasificación de las causas de pérdidas en la construcción	24
6. METODOLOGÍA.....	26
6.1. IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES PARA MEDICIONES EN OBRA.....	26
6.1.1. Aplicación método de Pareto.....	26
6.1.2. Mediciones en obra	27
7. SELECCIÓN, MÉTODO CONSTRUCTIVO Y ACTIVIDADES IDENTIFICADAS EN LA OBRA DEL OBJETO DE ESTUDIO.....	30
7.1. GENERALIDADES	30
7.2. MÉTODO CONSTRUCTIVO DE LA OBRA EN ESTUDIO.....	31
7.3. ACTIVIDADES IDENTIFICADAS A TRAVÉS DEL MÉTODO DE PARETO	31
7.3.1. Cubiertas	33

7.3.2.	Instalaciones hidráulicas y sanitarias	35
7.3.3.	Mampostería y acabados.....	37
7.3.4.	Frisos	39
8.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LOS REGISTROS DE LAS ACTIVIDADES ..	41
8.1.	MEDICIONES POR ACTIVIDAD EN DIFERENTES TIEMPOS DE EJECUCIÓN DE LA OBRA...	42
8.1.1.	Actividad cubiertas.....	43
8.1.2.	Actividad instalaciones hidráulicas	46
8.1.3.	Actividad mampostería	49
8.1.4.	Actividad frisos.....	52
8.2.	IDENTIFICACIÓN DE LOS CAUSANTES DE PÉRDIDAS	56
8.3.	PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES GENERALES	58
9.	CALCULO DE COSTOS GENERADOS POR TIEMPOS NO CONTRIBUTIVOS.....	60
	CONCLUSIONES	62
	RECOMENDACIONES.....	65
	BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES	67
	ANEXOS	69

LISTA DE TABLAS

	PÁG.
Tabla 1. Formato de muestreo de trabajo	28
Tabla 2. Número de mediciones por actividad.....	43
Tabla 3. Causantes de tiempos no contributivos.....	57
Tabla 4. Costos generados por tiempos no contributivos.....	60

LISTA DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 1. Ejemplo de diagrama de pareto en el Excel.....	20
Figura 2. Diagrama de pareto del presupuesto de la obra	32
Figura 3. Montaje de las cubierteas	34
Figura 4. Montaje de las cubiertas	¡Error! Marcador no definido. 4
Figura 5. Estructura metalica para cubierta	35
Figura 6. Excavación instalaciones hidráulicas y sanitarias	36
Figura 7. Transporte de material para relleno de instalaciones hidráulicas Y sanitarias	37
Figura 8. Mampostería	38
Figura 9. Plomo vertical	39
Figura 10. Frisos	40
Figura 11. Distribución de porcentajes de cubiertas.....	44
Figura 12. Pareto TC cubiertas.....	45
Figura 13. Pareto TNC cubiertas.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 14. Distribución de porcentajes instalaciones hidráulicas.¡Error! Marcador no definido.	
Figura 15. Pareto TC instalaciones hidráulicas	¡Error! Marcador no definido.
Figura 16. Pareto TNC instalaciones hidráulicas	¡Error! Marcador no definido.
Figura 17. Distribución de porcentajes mampostería¡Error! Marcador no definido.	
Figura 18. Pareto TC mampostería.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 19. Pareto TNC mampostería.	¡Error! Marcador no definido. 2
Figura 20. Distribución de porcentajes frisos	53
Figura 21. Pareto TC frisos.	54
Figura 22. Pareto TNC frisos.....	55
Figura 23. Distribución de porcentajes total	56

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES CAUSANTES DE PÉRDIDAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE LA CONSTRUCCIÓN EDIFICACIÓN CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE SANTANDER CAS FASE IV, UBICADA EN EL MUNICIPIO DE SAN GIL, DEPARTAMENTO DE SANTANDER

AUTORES: Martha Ulloa Araque, Anyi Gutiérrez Tovar

FACULTAD: Ingeniería civil.

DIRECTOR(A): Marly Carolina Mejía.

RESUMEN

La construcción es un factor importante en la economía de nuestro país, por lo que se debe lograr su máxima eficiencia. Lean construction es una forma de diseñar sistemas de producción para minimizar la pérdida de recursos (materiales, tiempo y esfuerzo) con el fin de generar el mayor valor posible. En este proyecto se realizó un análisis de pérdidas a la CAS (CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL DE SANTANDER) por tratarse de una obra pública, a la cual se le aplicó el método de Pareto a su presupuesto para seleccionar las cuatro actividades a continuación mencionadas: cubiertas, instalaciones hidráulicas, mampostería y acabados y frisos. A estas actividades se les aplicó el formato de muestreo de trabajo el cual consiste en numerosas observaciones cortas de la labor de los operarios en su sitio de trabajo y de manera aleatoria, con el fin de identificar y cuantificar las pérdidas y de esta forma poder tabularlas y analizar sus causas, para así plantear posibles soluciones. Al final se evidencia como conclusión que la actividad con mayor pérdida de tiempo es la actividad de cubiertas con un tiempo no contributivo de 19%, generado en su mayoría por la poca supervisión y el exceso de operarios sin instrucciones claras. Y un valor de \$47.242.644, que está dejando de ganar la empresa, el cual es generado por los tiempos no contributivos totales.

PALABRAS CLAVES: Producción, perdidas, Ley de pareto, Tiempo productivo, Tiempo contributivo, Tiempo no contributivo.

GENERAL SUMMARY OF WORK OF DEGREE

TITLE: IDENTIFICATION OF THE CAUSATIVE FACTORS OF LOSSES IN THE PRODUCTIVE PROCESS OF THE CONSTRUCCION CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE SANTANDER CAS IV PHASE PROJECTS IN SAN GIL, DEPARTMENT OF SANTANDER

AUTHORS: Martha Ulloa Araque, Anyi Gutierrez Tovar

FACULTY: Civil engineering.

DIRECTOR: Marly Carolina Mejía.

SUMMARY

The construction is an important factor in the economy of our country, so that should ensure its maximum efficiency. Lean construction is a way to design production systems to minimize loss of resources (materials, time and effort) to generate the greatest possible value. In this project, an analysis of losses to the CAS (Regional Autonomous Corporation of Santander) as it is a public work, to which he applied the method of Pareto to your budget to select the four activities listed below: covers, hydraulic, masonry and finishes and friezes. These activities were administered the work sample format which consists of numerous short observations of the work of the workers in their workplace and on a random basis to identify and quantify the losses and thus be tabulated and analyze their causes, in order to outline possible solutions. In the end the conclusion is evident that the activity with greater loss of activity time is covered with a time of 19% non-contributory, generated mostly by poor supervision and excess workers without clear instructions. And a value of \$ 47,242,644, which is failing to win the company, which is generated by non-contributory times total.

KEY WORDS: Production, losses, Pareto Law, Uptime, Time contributory contributory time.

INTRODUCCIÓN

El incremento de la producción ha sido estudiado por diferentes sectores industriales, especialmente por tratarse de tiempo de crisis donde la competencia obliga a las compañías a aumentar su desempeño.

Es indudable que el sector de la construcción es un componente significativo en la economía de un país. A pesar de su importancia los problemas que enfrenta el sector son bien conocidos: baja productividad, pobre calidad, altos índices de accidentes, desviaciones en cumplimiento de plazos y presupuestos, entre otros.

Las empresas constructoras deben estudiar a fondo los factores de pérdidas considerando todas las actividades que no agregan ningún valor, pero que consumen tiempo, recursos y espacio, y que generan sobrecostos en el proceso de producción.

Lean construction nace como una filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas) y así aprovechar eficientemente los recursos.

Este proyecto estudió las actividades que generan mayor pérdida de tiempo, recursos y espacio y que venían generando sobrecostos a la obra en la edificación Corporación Autónoma Regional de Santander CAS fase IV, ubicada en el municipio de San Gil, departamento de Santander. Ésta obra se seleccionó debido a que es una obra pública, con variedad de actividades, se permitió el

acceso a la construcción de las investigadoras y su tiempo de ejecución era adecuado para realizar la investigación.

Una vez se seleccionó la obra, se aplicó para la determinación de las actividades a analizar, la ley de Pareto o la ley del 80/20, evitando caer en una enumeración indiscriminada e interminable de tareas. Las mediciones se realizaron únicamente en las actividades de: cubiertas, instalaciones hidráulicas, Mampostería y acabados y Frisos.

Este libro se compone de nueve capítulos, los cinco primeros hacen referencia al planteamiento del problema, objetivos, alcance y lo relacionado con la finalidad y el marco teórico del proyecto, en los capítulos siguientes se describe la metodología de trabajo, la identificación de actividades para la medición de la obra y la aplicación del método de Pareto. En el capítulo de selección, método constructivo y actividades identificadas en la obra se da una explicación de cada una de ellas. Después se realiza el análisis de la información de los registros de las actividades, se identifican los causantes de pérdidas. Seguidamente se realiza el cálculo de los costos que se generan por actividades no contributivas para mostrar cuánto dinero se podría ahorrar la empresa constructora si eliminara las pérdidas identificadas y, por último, se plantean unas posibles soluciones a la problemática.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En algunas ocasiones durante la construcción de edificaciones se presentan factores que inciden en los resultados de calidad y eficiencia de los procesos constructivos, generando sobrecostos en las obras. Algunos de estos son los bajos rendimientos de mano de obra, condiciones de trabajo desfavorables para los obreros y problemas de seguridad industrial entre otros.

Dado lo anterior surge la necesidad para las empresas constructoras de estudiar a fondo los factores de pérdidas considerando todas las actividades que no agregan ningún valor, pero que consumen tiempo, recursos y espacio, y que generan sobrecostos en el proceso de producción.

Para el caso de este proyecto se estudió las actividades que generan mayor pérdida de tiempo, recursos y espacio y que venían generando sobrecostos a la obra en la edificación Corporación Autónoma Regional de Santander CAS fase IV, ubicada en el municipio de San Gil, departamento de Santander.

2. JUSTIFICACIÓN

En el sector público los recursos que se asignan para la ejecución de obras provienen del recaudo de los tributos a la comunidad, para que de acuerdo al manejo que le da la entidad pública sean utilizados en su propio beneficio mediante la materialización de los proyectos de inversión. Es de común conocimiento que en muchas ocasiones los dineros del Estado no se invierten adecuadamente en los proyectos de construcción por diversos factores que pueden originarse desde la etapa de planeación hasta la etapa de ejecución.

Considerando que en la etapa de ejecución de las obras es donde se materializan los proyectos y se realizan las inversiones, resulta la importancia de identificar cuáles son los factores que generan sobrecostos para poder minimizarlos y así contribuir a la optimización del patrimonio público.

Dado que las deficiencias que se presentan en las obras implican que los presupuestos asignados no sean suficientes para terminarlas o ejecutarlas, se requieren mayores recursos de inversión que garanticen que los proyectos cumplan el objetivo principal para el cual fueron planteados.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar las fuentes causantes de pérdidas en el proceso productivo en proyectos de construcción.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio detallado de cada uno de los factores causantes de pérdidas relacionadas con la mano de obra que se utiliza en el proceso productivo de la construcción.
- Identificar el origen de cada una de las fallas encontradas en el desarrollo de las actividades de construcción referentes a la mano de obra en la edificación Corporación Autónoma Regional de Santander CAS Fase IV.
- Calcular los costos generados por los tiempos no contributivos y plantear soluciones que minimicen las pérdidas en el proceso productivo de la construcción, generadas por fallas en la mano de obra.

4. ALCANCE

El alcance de la investigación se enfoca en identificar los diferentes factores de la mano de obra que afectan el proceso productivo en la construcción de un proyecto público de edificaciones, del Departamento de Santander; implementando un estudio de rendimientos mediante el método de PARETO.

En el estudio se definen las actividades de mayor relevancia, el origen de cada uno de los factores identificados, los diferentes aspectos en los que se ve perjudicada la construcción y con un análisis de tiempos de ejecución de obra y control se pretende dar un planteamiento de soluciones a tiempos no productivos que generan sobre costos, y proponer estrategias para un mejor control de producción y tener una mayor eficiencia en la inversión de los recursos.

5. MARCO DE REFERENCIA

5.1. ANTECEDENTES

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

El modelo denominado lean construction (construcción sin pérdidas), fue propuesto por Lauri Koskela en el año 1992. En Latinoamérica se implementó en Chile, dirigido por el ingeniero Luis Fernando Alarcón, con el programa de excelencia en gestión de la construcción de la Pontificia Universidad Católica de Chile; por un periodo de cinco años se realizaron mediciones en más de 40 proyectos de construcción (oficinas, hoteles, vivienda) Además, se tiene conocimiento de la implementación en Brasil y México. (Botero y Álvarez, 2003).

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

La prueba piloto Mejoramiento de la productividad en proyectos de vivienda a través de la filosofía Lean construction se le realizó a 9 proyectos y 4 constructoras de la ciudad con 43.569 m² construidos en el año 2002. (Núñez).

En el año 2003 se llevó a cabo la investigación denominada implementación de un programa de mejoramiento en gestión de la construcción, que fue aplicada a 17

proyectos de 9 constructoras con 136.572 m² construidos. Donde al finalizar se presenta una guía para el mejoramiento de la productividad en la construcción de proyectos de vivienda. (Botero y Álvarez, 2004)

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

5.2. MARCO TEÓRICO

5.2.1. Ley de PARETO

En 1906, el economista italiano Vilfredo Pareto creó una fórmula matemática para describir la distribución desigual de la riqueza en su país, observando que el 20% de la población concentraba el 80% de la riqueza.

Es así como, en el año 1951 el Dr. Joseph M. Juran, pionero del movimiento por la calidad total, aplicó este principio a su materia, estableciendo que el 20% de algo siempre es responsable del 80% de los resultados, lo que a partir de allí también se conoció como regla del 80/20.

El valor de la ley de Pareto es que nos recuerda que debemos dar preferencia al 20% que importa (los pocos vitales a diferencia de los muchos triviales) y que produce el 80% de los resultados. (OM INSELEC)

Para construir un diagrama de Pareto se deben seguir los siguientes pasos:

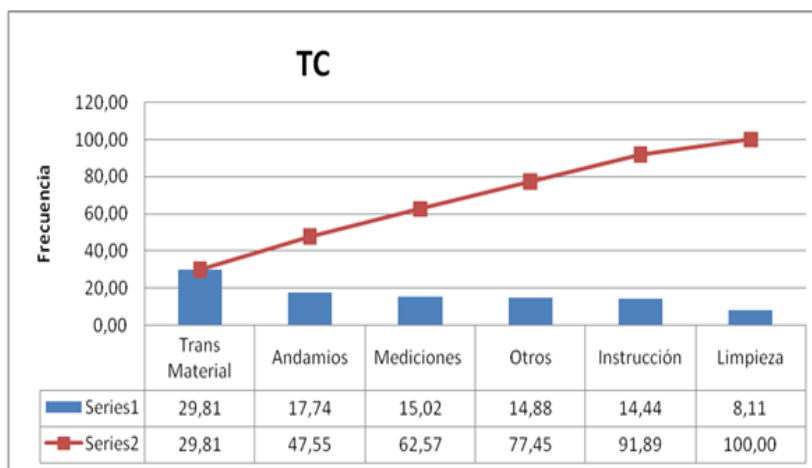
- 1) Dibujar los ejes Horizontal y Vertical
- 2) Se escriben los nombres de las tareas sobre el eje Horizontal
- 3) En primer lugar se dibujan los bloques correspondientes a las tareas que no tienen predecesoras, se sitúan de manera descendente con respecto al rango de importancia en el presupuesto.

Al finalizar se realiza la gráfica, en forma de barras, en la que se aprecia que, de todas las causas, solo unas pocas son responsables de la mayor parte del problema. Sigue la llamada regla del 80/20.

El 80% de un problema está originado por un 20% de las causas. Implica medir con qué frecuencia se está produciendo cada una de las causas de pérdida de tiempo identificadas en la obra.

En la figura 1, se puede observar un ejemplo de diagrama de Pareto, en la cual se deja en evidencia las principales actividades del tiempo contributivo para un determinado proyecto de construcción.

Figura 1. Ejemplo de Diagrama de Pareto en Excel



Fuente: autoras del proyecto

5.2.2. Mediciones en obra

Hay diversos factores que favorecen positivamente a una empresa al medir las pérdidas de su sistema de producción:

- **Visibilidad:** la medición de las pérdidas permite identificar las fortalezas y debilidades del sistema de producción estableciendo prioridades para su mejoramiento, como consecuencia generando un aumento de la competitividad.

- Control: la empresa puede establecer indicadores de desempeño con relación a las pérdidas.
- Mejoramiento: los indicadores de pérdidas pueden utilizarse para el establecimiento de metas de mejoramiento a partir de medidas sectoriales.
- Motivación: permite a los participantes del sistema de producción una retroalimentación a su desempeño y al proceso en el que participa. (Botero, 2003)

5.2.3. Lean construction

La metodología lean construction, busca diseñar sistemas de producción para minimizar la pérdida de recursos, tales como materiales, tiempo y esfuerzo con el fin de generar el mayor valor posible.

Lean Construction tiene su enfoque en productividad, a diferencia del modelo tradicional que tiene su enfoque en producción. Es importante aclarar que cuando el enfoque está en la producción se busca que los procesos sean más efectivos, y cuando el enfoque está en la productividad entonces se buscan procesos que sean más eficientes.

Lean construction es un sistema que busca agregarle valor al producto mejorando los procesos productivos.

La forma en que esta metodología abarca el concepto de productividad es a través de la reducción de pérdidas mediante el incremento de la fiabilidad en los flujos de trabajo. Por lo que para lograr estos objetivos lean construction centra sus esfuerzos en el proceso de planificación y las técnicas de control. (e-construcción, 2010)

Existen tres puntos importantes para que la implementación de la nueva filosofía de producción sea exitosa:

- ✓ Compromiso de la gerencia: sin la activa participación de la gerencia se crea una barrera natural que impide cualquier esfuerzo en otros niveles de la organización. El cambio se realiza a través de las personas y con ellas se construye una nueva cultura.
- ✓ Enfoque en la medición del desempeño y del mejoramiento: la elaboración de indicadores que muestren el mejoramiento en el desempeño del sistema de producción motiva al grupo de empleados y en general a toda la organización.
- ✓ Aprendizaje: la implementación de la nueva filosofía requiere el aprendizaje de los conceptos y las herramientas para la aplicación en el mejoramiento del proceso.

- **Pérdidas**

Son todas las actividades que no agregan valor y que consumen tiempo, recursos y espacio, generando costos en el proceso de producción (actividades de flujos).

Pueden ser clasificadas de acuerdo a su fuente según al área a la que pertenecen

- a. Administración: Requerimientos innecesarios, exceso o falta de control, mala planificación o excesiva burocracia.
- b. Uso de Recursos: Exceso o falta de cantidad, falta de cantidad, mal uso, mala distribución o disponibilidad.
- c. Sistemas de Información: No necesaria, defectuosa, atrasada o poco clara.

- **Conversiones**

Son todas las actividades de transformación que convierten los materiales y la información en productos, pensando en los requerimientos del cliente. Por lo tanto, son las actividades que agregan valor.

- **Productos**

Los productos es lo que se obtiene de los resultados de las conversiones. Los productos deben cumplir con los requerimientos de los clientes, ya contienen el valor agregado del proceso de conversión de la materia prima.

- **Cadena de Valor**

Se define a la dirección de la cadena de valor a la manera de controlar, manejar, y de dirigir una secuencia de actividades que una empresa realiza para crear productos (servicios) que aumenten beneficio, disminuyan tiempo y costo, y mejoren la calidad para la empresa y generan beneficio (valor) para el cliente. (Revista certificación, 2010).

- **Logística**

La logística se puede entender como un proceso multidisciplinario que intenta garantizar en el tiempo exacto, el costo y la calidad del proceso:

- Suministro de materiales, su almacenaje, procesamiento y dirección;
- Suministro de mano de obra;
- Control del los programas de construcción;
- Movimiento de la maquinaria de construcción en terreno;
- Dirección de los flujos de construcción;
- Dirección de los flujos de información relacionada con los flujos en el proceso de ejecución.

Esto se logra con el mejoramiento en las actividades de planificación, organización y el control antes, durante y después de los trabajos de construcción

5.2.4. Clasificación de las causas de pérdidas en la construcción

Causas controlables

1. Asociadas a los flujos

Recursos: falta de material en el sitio de trabajo, material inadecuadamente distribuido en la obra, inadecuados medios de transporte, equipo no disponible, ineficiente utilización de este, equipo inadecuado para las condiciones de trabajo y mala actitud del trabajador.

Información: falta de información, pobre calidad y tiempo inadecuado de entrega de información.

2. Asociadas a las conversiones

Método: diseño deficiente de cuadrillas de trabajo, procedimientos inadecuados, soporte inadecuado a las actividades de trabajo.

Planeación: falta de áreas de trabajo, superpoblación (muchos trabajadores laborando en áreas reducidas), pobres condiciones de trabajo.

Calidad: falta de calidad en la ejecución de los trabajos, daños ocasionados al producto terminado.

3. Asociadas a la administración de la obra

Proceso de tomas de decisiones: inadecuada distribución del personal, inadecuada disposición de instalaciones provisionales.

Supervisión: poca supervisión

Causas no controlables

Se asocian con proveedores y diseñadores, así como con condiciones climáticas y de festividades. (Botero, 2003)

6. METODOLOGÍA

Para seleccionar la obra a la cual se le realizó el análisis se tuvieron en cuenta tres factores considerados los de mayor importancia, los cuales son:

- Una obra pública ya que en estas se invierten los recursos públicos y su uso debe ser eficiente para poder destinarlos a gran variedad de proyectos para la sociedad.
- La obra debe contar con variedad de actividades en ejecución.
- Acceso permitido para el análisis.

6.1. IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES PARA MEDICIONES EN OBRA

6.1.1. Aplicación método de Pareto

Una vez identificada la obra, se procedió a la selección de las actividades a estudiar para lo cual se realizaron los siguientes pasos:

Para la selección de las actividades a analizar se utilizó la ley de Pareto o la ley del 80/20, evitando caer en una enumeración indiscriminada e interminable de tareas para así, enfocar la investigación en la identificación, estudio y detalle de las que componen ese 20% “vital” que son el conjunto de tareas que consumirá el 80% de los recursos.

Se inició con identificar los capítulos de la obra y hallar su porcentaje de intervención sobre el costo total del proyecto (100%), posteriormente se ordenaron de mayor a menor con el fin de ir sumando cada capítulo de manera progresiva y acumulada hasta llegar al 100%.

El siguiente paso fue seleccionar todas las actividades que conformaban el 80% del presupuesto y se descartaron las que ya se habían realizado al momento del estudio, al igual que las actividades que estaban por fuera del rango de seis meses como tiempo destinado para los conteos necesarios en la toma de datos.

6.1.2. Mediciones en obra

Lo primero que se realizó para el desarrollo del proyecto fue pedir el permiso al Director de la obra, y comunicarle al Ingeniero residente a cargo. Después, el ingeniero residente permitió hacer un acompañamiento de las actividades sin interrupción durante el proceso de medición. Para que el personal de la obra estuviera al tanto de la información solicitada por el proyecto, se les comunicó la metodología de información de medición. Cada dos semanas se realizaron actividades de medición y mediante un seguimiento en sus actividades se tomaron algunos datos en tiempos reales.

Las mediciones se realizaron únicamente en las actividades seleccionadas y detalladas en el presente estudio: cubiertas, instalaciones hidráulicas, Mampostería y acabados y Frisos. A las cuales se les aplicó el método de muestreo de trabajo el cual consiste en numerosas observaciones cortas de la labor de los operarios en su sitio de trabajo y de manera aleatoria.

Presenta algunas ventajas como:

- ✓ Simplicidad en la toma de datos y el procesamiento de la información.
- ✓ Método económico de medición.
- ✓ Facilidad de interpretación de los resultados.

El muestreo de trabajo es una medición indirecta de la productividad. Su utilización se considera como un estudio preliminar de la productividad a nivel general. Sin

embargo, el uso permanente de esta técnica permite lograr la identificación de problemas y la posterior intervención en el método de trabajo.

Para el análisis de este proyecto se contó con el formato mostrado a continuación:

Tabla 1. Formato de muestreo de trabajo

IDENTIFICACION		TIEMPOS			OBSERVACIONES
Obrero	piso/ zona	T.P.	T.C.	T.N.C.	

TP: tiempo productivo. TC: tiempo contributivo. TNC: tiempo no contributivo.

Fuente: Botero, L. Construcción sin pérdidas. Análisis de procesos y filosofía lean construction. Segunda edición. Editorial Legis S.A. 2006. pág. 59.

- Trabajo productivo (TP): definido como el tiempo empleado por el trabajador en la producción de alguna unidad de construcción.
Ejemplo de trabajo productivo es la colocación de la armadura de refuerzo en algún elemento estructural, la pega de ladrillos en muros, etc.
- Trabajo contributivo (TC): es el tiempo que emplea el trabajador realizando labores de apoyo necesarias para que se ejecuten las actividades productivas, como limpieza de superficies y encofrados, mediciones previas y de inspección, armado de plataformas y andamios para trabajos en altura y de seguridad industrial, etc.
- Trabajo no contributivo (TNC): se define como cualquier otra actividad realizada por los obreros y que no clasifica en las anteriores categorías, por

lo tanto se consideran pérdidas. Ejemplos de esta categoría son los tiempos dedicados a esperas, tiempo ocioso, re procesos, etc. (Botero y Álvarez, 2003)

En este documento para cada sub-actividad de cada actividad general que realizaba el trabajador se tomaron muestras de 15 minutos que fueron clasificados según el tiempo empleado para tiempo productivo, tiempo contributivo y tiempo no contributivo. Para ello se necesitó un muestreo grande y de diferentes días para tener resultados representativos de la obra.

Otro documento que se desarrolló fue un registro informal que pretende mostrar de forma porcentual las causas generadoras de los tiempos contributivos y no contributivos de cada sub actividad desarrollada, documento que también fue tomado en campo mediante observación y rastreo por parte del autor.

7. SELECCIÓN, MÉTODO CONSTRUCTIVO Y ACTIVIDADES IDENTIFICADAS EN LA OBRA DEL OBJETO DE ESTUDIO

La edificación Corporación Autónoma Regional de Santander CAS Fase IV, ubicada en el municipio de San Gil, Departamento de Santander, fue la escogida por contar con los tres aspectos anteriormente mencionados en el capítulo de la metodología, a saber: una obra pública, cuenta con variedad de actividades en ejecución y acceso permitido para el análisis.

Para iniciar la selección de las actividades se le solicitó al ingeniero encargado el presupuesto de la obra el cual se muestra en el anexo 1, este consta de 24 capítulos para un total de \$ 2.614.744.963.28 de costos directos del proyecto.

7.1. GENERALIDADES

- **Objeto** Corporación Autónoma Regional de Santander, CAS.
- **Ubicación** Municipio de San Gil, Departamento de Santander
- **Área** 4.500 m² aproximadamente
- **Valor** (\$3.346.873.553.00) m/cte.
- **Plazo de Ejecución** 11 meses
- **Tipo de contrato** La entidad contratante en este caso la CAS (CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE SANTANDER) realizó un proceso de licitación pública el cual fue adjudicado a el Consorcio LA UNION 2009, quien participo en el proceso de selección y presentó la oferta más favorable para la entidad, cumpliendo con todos los requisitos para ejecutar la obra.
- **Fase de ejecución** La obra se realizó en cuatro fases:

- 1- Diseños y cimentación.
- 2- Construcción de estructura, primer y segundo piso.
- 3- Obras complementarias exteriores y parqueaderos.
- 4- Terminación de la estructura, cubierta y acabados.

Al momento de iniciar el análisis la obra se encontraba en la cuarta fase.

7.2. MÉTODO CONSTRUCTIVO DE LA OBRA EN ESTUDIO

Se utilizó un método constructivo tradicional para la construcción de vigas y placas en formaletas in situ, banches (formaletas) para algunos muros cargueros cumpliendo así la norma sismo resistente. Mesas voladoras para las placas que fueron sostenidas por alineadores y tubos en acero. Se mantuvo un juego de columnas tradicionales distribuidas arquitectónicamente sin perder su amarre con las vigas. El acero solicitado fue puesto y posterior a esto se fundió el concreto dentro de la formaleta. Se tuvo en cuenta los espacios para la correcta colocación de ladrillos en mampostería H15, y después se realizó el frisado. En la parte superior de la edificación se soldó una armadura para la cubierta fabricada en partes y ensamblada in situ puesta sobre vigas correctamente diseñadas.

7.3. ACTIVIDADES IDENTIFICADAS A TRAVÉS DEL MÉTODO DE PARETO

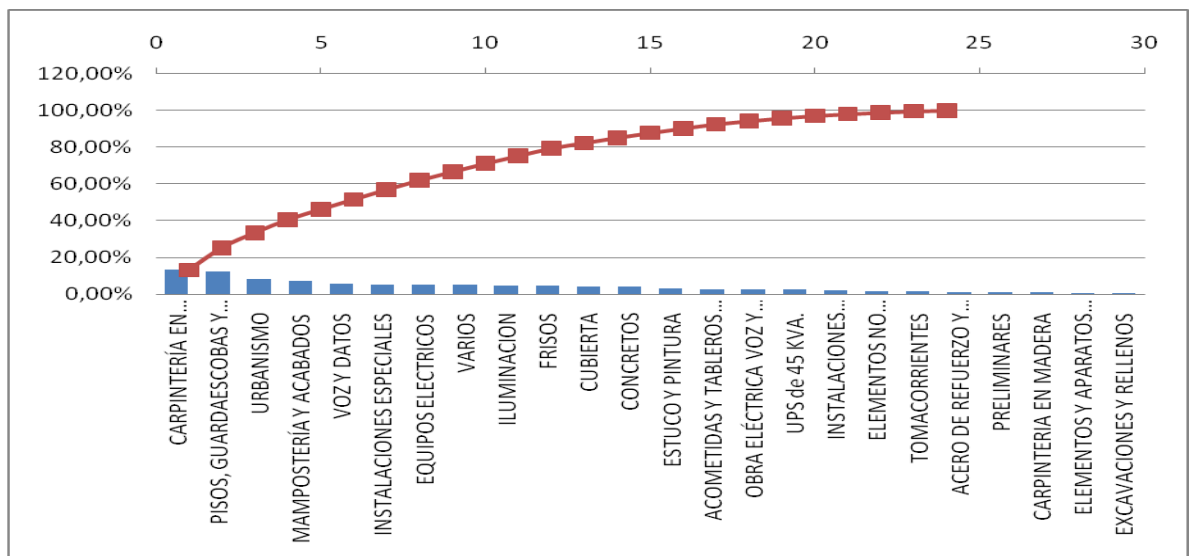
Al terminar, los capítulos que conformaban el 80% del presupuesto y se encontraban dentro del rango de seis meses como tiempo destinado para los conteos necesarios en la toma de datos, fueron: Cubiertas, instalaciones hidráulicas, mampostería y acabados y frisos.

Cada capítulo seleccionado estaba conformado por varias actividades, los conteos se realizaron con las actividades que se encontraban en ejecución al momento de las visitas y de acuerdo a la disponibilidad dada por el ingeniero encargado de la

obra. En la figura 2, se observa que un poco más del 20% de los capítulos conforma el 80% del presupuesto del proyecto, los cuales son:

- Carpintería en aluminio y metálica
- Pisos, guarda escobas y enchapes
- Urbanismo
- Mampostería y acabados
- Voz y datos
- Instalaciones especiales
- Equipos eléctricos
- Varios
- Iluminación
- Frisos
- Cubierta
- Concretos

Figura 2. Diagrama de Pareto del presupuesto de la obra



Fuente: autoras del proyecto

A continuación se presenta una breve descripción de cada una de las actividades, su proceso constructivo para este proyecto y sus respectivas ilustraciones.

7.3.1. Cubiertas

Se denomina cubiertas a los cerramientos exteriores superiores, que cumplen una función de protección frente a los factores climáticos y de otro tipo. Estos cerramientos deben preservar la aislación térmica, acústica, la intimidad, del mismo modo que los demás cerramientos.

El tratamiento de los cerramientos superiores presenta requerimientos diferentes que los de los otros cerramientos y debido a esto, necesitan especial atención, pues están sometidos a mayores exigencias. Existen multitud de soluciones posibles para las cubiertas.

Los materiales para la construcción de cubiertas son variados y dependen del tipo de cubierta y de las condiciones del proyecto: hormigón, hormigón armado, madera, chapa, vidrio, tejas, etc. (Universo arquitectura, 2009)

En la obra Corporación Autónoma Regional de Santander, la cubierta en construcción era una cubierta con estructura metálica que serviría como base para un machimbre y la posterior instalación de la teja de barro y su respectiva tela asfáltica

El método constructivo para esta actividad consistía en la previa fabricación de los elementos estructurales metálicos con los materiales y dimensiones indicados en los planos y especificaciones técnicas, posteriormente los operarios realizan el montaje de estos elementos estructurales de acuerdo a los diseños, una vez terminada la estructura, se debía instalar el machimbre, la tela asfáltica y la teja de barro.

Las mediciones se realizaron durante la fabricación y el montaje de la estructura metálica.

En la figura 3 y 4, se observa el sitio de trabajo de los operarios, la ubicación de los materiales y los andamios necesarios para el armado de las cubiertas

Figura 3. Montaje de cubiertas



Fuente: autoras del proyecto

Figura 4. Montaje de cubiertas



Fuente: autoras del proyecto

En la figura 5, se observa el armado de la estructura metálica necesaria para la instalación de la cubierta.

Figura 5. Estructura metálica para cubierta



Fuente: autoras del proyecto

7.3.2. Instalaciones hidráulicas y sanitarias

Las instalaciones hidráulicas y sanitarias son todos los trabajos que el contratista debe llevar a cabo para evacuar del área del proyecto todas las aguas pluviales y las aguas servidas que se precipitan en el proyecto constructivo.

Los materiales que se utilizan en la red de agua potable deben ser resistentes a todos los agentes oxidantes y corrosivos del agua y la humedad del subsuelo.

La totalidad de la tubería debe encontrarse en óptimo estado, nueva, recta, libre de imperfectos, limpia; se debe cumplir con las especificaciones realizadas en los planos.

La red debe tener accesorios (Niples, codos, tress, etc.) del mismo material que satisfagan todos los requerimientos.

En la obra Corporación Autónoma Regional de Santander, el método constructivo para esta actividad consistió en la realización de las excavaciones de las zanjas de modo que éstas cumplieran con las dimensiones y alcanzaran las profundidades especificadas en los planos. Se tuvo en cuenta la norma, la cual indica que la profundidad mínima de los cimientos, contada siempre desde la rasante natural del terreno, es de 60 cm. y que el ancho mínimo de los cimientos es de 40 cm.

En el capítulo de instalaciones hidráulicas, la excavación no era la única actividad que estaba prevista en el presupuesto existían otras, las cuales al momento del estudio ya se habían realizado, por esta razón solo se hicieron conteos durante la excavación de todas las redes Hidráulicas y sanitarias presentes en el proyecto.

En la figura 6, se observan las excavaciones necesarias para la instalación de la tubería y en la figura 7, se puede observar el estado de las rutas para el transporte de material necesario para el relleno.

Figura 6. Excavación instalaciones hidráulicas y sanitarias



Fuente: autoras del proyecto

Figura 7. Transporte de material para relleno de instalaciones hidráulicas y sanitarias



Fuente: autoras del proyecto

7.3.3. Mampostería y acabados

Mampostería o bloque de mampostería es un sistema constructivo que se compone de elementos individuales prefabricados, es una actividad líder que consiste en la construcción de muros mediante la colocación manual de ladrillos ubicados de acuerdo a un determinado orden.

Los acabados hacen referencia a la instalación de los enchapes, pinturas de exterior e interior, estuco, puertas, ventanas y detalles para la adecuación del proyecto

En la Obra Corporación Autónoma Regional de Santander, CAS, se ejecutaron dentro del capítulo de mampostería y acabados actividades como: enchape en piedra Barichara, mampostería H-15 y fachaletas.

Los conteos se realizaron para la actividad de mampostería H-15 de los muros interiores de la edificación las cuales se encontraban en ejecución en el momento de las visitas.

En el proceso constructivo se utilizó un hilo de extremo a extremo que unió a nivel la hilada que se estaba pegando, se controló con exactitud el consumo de mortero, posteriormente se verificó la uniformidad del nivel superior de los muros y se retiró del nivel superior del muro los sobrantes de mortero.

En la figura 8 y 9 se pueden observar a los operarios en su sitio de trabajo realizando la actividad de mampostería.

Figura 8. Mampostería



Fuente: autoras del proyecto

Figura 9. Plomo vertical



Fuente: autoras del proyecto

7.3.4. Frisos

Los frisos se utilizan para dar un acabado uniforme que requiere la fachada de los muros de mampostería exteriores de la edificación, los muros de los puntos fijos y los muros divisores interiores de las oficinas.

En la Obra Corporación autónoma regional de Santander, CAS, se incluye dentro del capítulo de frisos: los frisos a muros exteriores, interiores, placa y Frisos Impermeabilizados. Los conteos de medición de tiempo no contributivo se iniciaron en los muros interiores del proyecto.

El proceso constructivo para realizar los frisos, se inicio después de levantar los muros de mampostería e instalar la ductería eléctrica en los muros que lo requerían, se inicio la actividad de friso de muros interiores utilizando mezcla de

1:4, que corresponde a una porción de cemento por cuatro de arena, se humedeció y salpicó la pared con una mezcla y se extendió entre las fajas verticales.

Mortero

Se realizó mediante mezclado manual en donde se practico sobre una superficie de hormigón endurecido y en otras ocasiones en un recipiente impermeable para evitar la pérdida, Se mezclo agregados finos (tamaño menor a 3 mm) y cemento, el proceso de mezclado se hizo con ayuda de una pala removiendo la mezcla hasta que estuviera completamente uniforme. Seguidamente se hizo un hueco en el centro de la masa donde se añadió agua poco a poco .Conforme se añadió el agua se removió la mezcla con una pala para desprender la masa que quede adherida a las paredes de la cubeta hasta que se obtuvo una masa de aspecto plástico.

Figura 10. Frisos



Fuente: autoras del proyecto

8. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DE LOS REGISTROS DE LAS ACTIVIDADES

Al comparar los registros informales se identifican algunas de las actividades que ocasionan los tiempos contributivos y no contributivos. De forma general, se encontraron seis parámetros causantes de los tiempos contributivos y seis parámetros de los tiempos no contributivos. Para los primeros se encuentran actividades productivas como: transporte de materiales, instalación, mediciones pertinentes en obra, limpieza, montaje de andamios, y “otros” (que pueden ser cualquier actividad de detalle en acabados generales que no pretenda clasificar en todas las actividades ya mencionadas). Para el segundo encontramos actividades tales como: tiempo ocioso, desplazamiento, descanso, necesidades físicas, re procesos y esperas.

Para cada actividad que clasificara entre tiempo contributivo y tiempo no contributivo, se le dio un porcentaje de acuerdo a la sub-actividad correspondiente. Para determinar este criterio se generó un rastreo en campo donde se medía la ocurrencia de procesos productivos y no productivos para cada sub-actividad. Luego se comparó con el tiempo total y de esta forma se generó un porcentaje de significancia, que posteriormente, sumado a las demás sub-actividades categorizó el tiempo e identificó la actividad de mayor ocurrencia de pérdidas.

Se mostró de forma gráfica los comportamientos encontrados y de esta forma tener una mejor visión de las causas que generan pérdidas en la obra.

El método gráfico nos permitió dar una lectura más certera de aquellas causas que implican el 20% de las actividades generadoras de la mayoría de las pérdidas, fenómeno que puede ser leído en una gráfica llamada PARETO.

Se escogió este método ya que esta es una técnica que permite determinar de un número grande de factores causantes de pérdidas en el proceso productivo, cuales son los más importantes o significativos. Normalmente para este tipo de análisis se encuentra que cerca del 20% de las causas generan el 80% de las consecuencias.

También se pudo analizar de forma porcentual los tiempos productivos, tiempos contributivos y tiempos no contributivos totales de la obra, de esta forma encontrar una mejor relación del rendimiento efectivo de los procesos realizados, por medio de gráficas circulares o tortas.

Utilizando los datos obtenidos se identifican las causas generadoras de pérdidas buscando dar una explicación a los resultados obtenidos, con ello se plantean soluciones viables y metodologías posibles que eliminen o reduzcan en dado caso las acciones no productivas.

8.1. MEDICIONES POR ACTIVIDAD EN DIFERENTES TIEMPOS DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

El número de mediciones mínimas a realizar se halló en base al libro construcción sin pérdidas de Luis Fernando Botero, en el cual se recomienda hacer 384 mediciones para obtener un 95% de confiabilidad.

Para este proyecto se realizaron 319 conteos, y se obtuvo un 79% de confiabilidad, ya que no fue posible completar los 65 faltantes, por la falta de disponibilidad de la administración de la obra.

Con la guía de mediciones especificada en la tabla 1, en el capítulo de metodología, se realizaron los siguientes conteos por actividad en diferentes tiempos de ejecución de la obra obteniendo los siguientes datos, mostrados en la

tabla 2 y su porcentaje equivalente, destacándose la actividad de cubiertas con el mayor número de conteos debido a su importancia en el presupuesto.

Tabla 2. Número de mediciones por actividad

ACTIVIDAD	N° MEDICIONES	% POR ACTIVIDAD
CUBIERTAS	108	34%
INSTALACIONES HIDRAULICAS	84	26%
MAMPOSTERÍA Y ACABADOS	63	20%
FRISOS	63	20%
TOTAL	319	100%

Fuente: autoras del proyecto

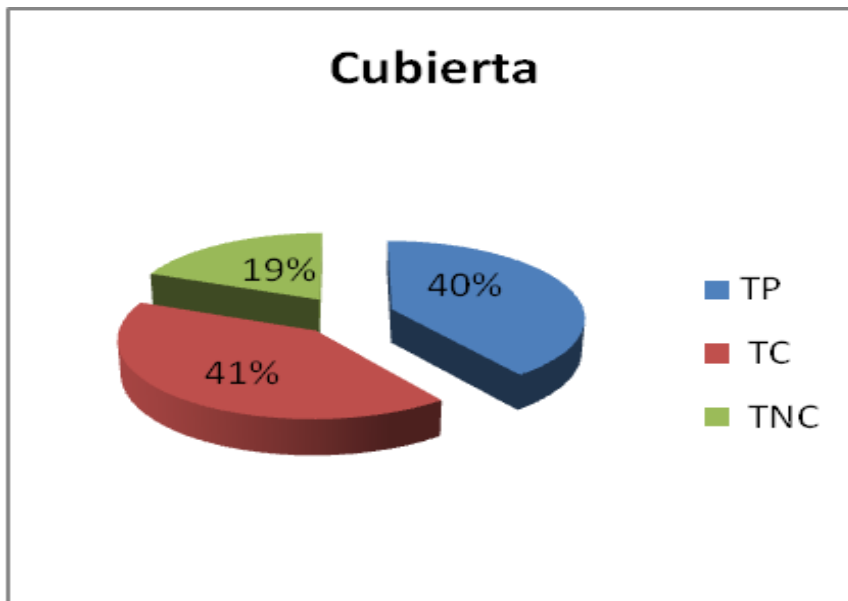
Con las anteriores mediciones se realizó la correspondiente tabulación de cada una obteniendo los resultados y análisis expuestos a continuación:

8.1.1. Actividad cubiertas

En la figura 11, se observa que el tiempo productivo con un 40% es muy cercano al tiempo contributivo con un 41%, siendo este un porcentaje alto, el cual es originado por la cantidad de labores de apoyo que son necesarias para poder realizar la actividad de cubiertas.

En esta actividad la eficiencia puede ser mejorada por la eliminación o reducción de algunas actividades de flujo, aumentando así el tiempo productivo.

Figura 11. Distribución de porcentajes cubiertas.



Fuente: autoras del proyecto

A continuación se presenta un análisis de los Tiempos Contributivos TC y los Tiempos no Contributivos TNC, para la actividad de cubiertas según el método del Pareto:

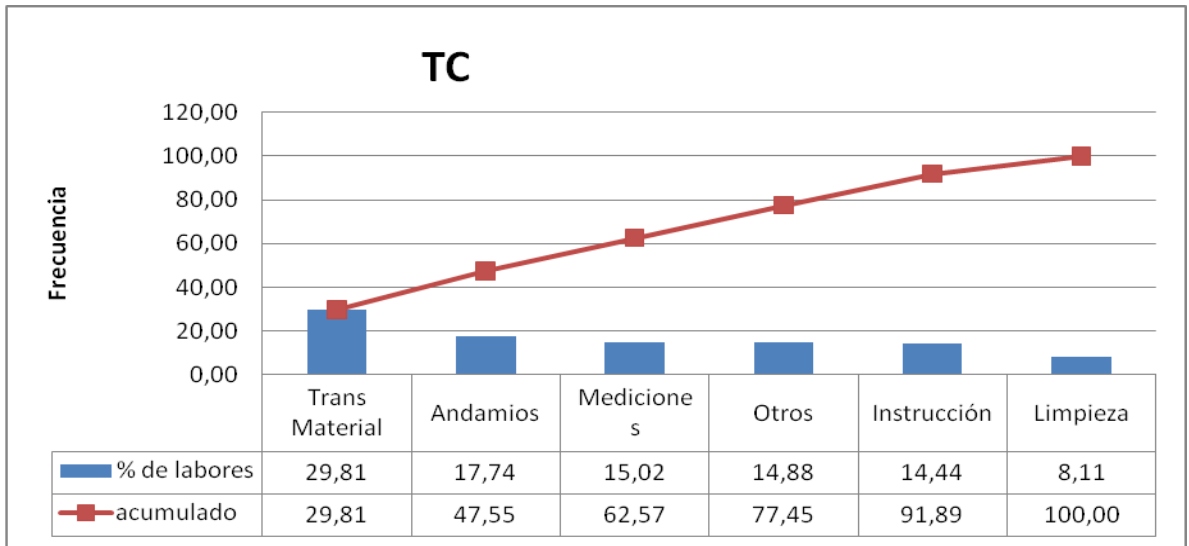
En la figura 12, se observan las principales labores de apoyo necesarias para la realización de cubiertas entre las cuales se destacan:

Transporte de material: era necesario subir el material desde el primer piso hasta el tercero en ocasiones por medio de poleas lo cual demoraba la labor.

Andamios: el montaje de andamios no se dejaba listo, lo cual retardaba la actividad y correa la programación.

Mediciones: en la fabricación de las estructuras metálicas, se debían realizar diferentes tipos de mediciones, para poder proceder al montaje.

Figura 12. Pareto TC cubiertas



Fuente: autoras del proyecto

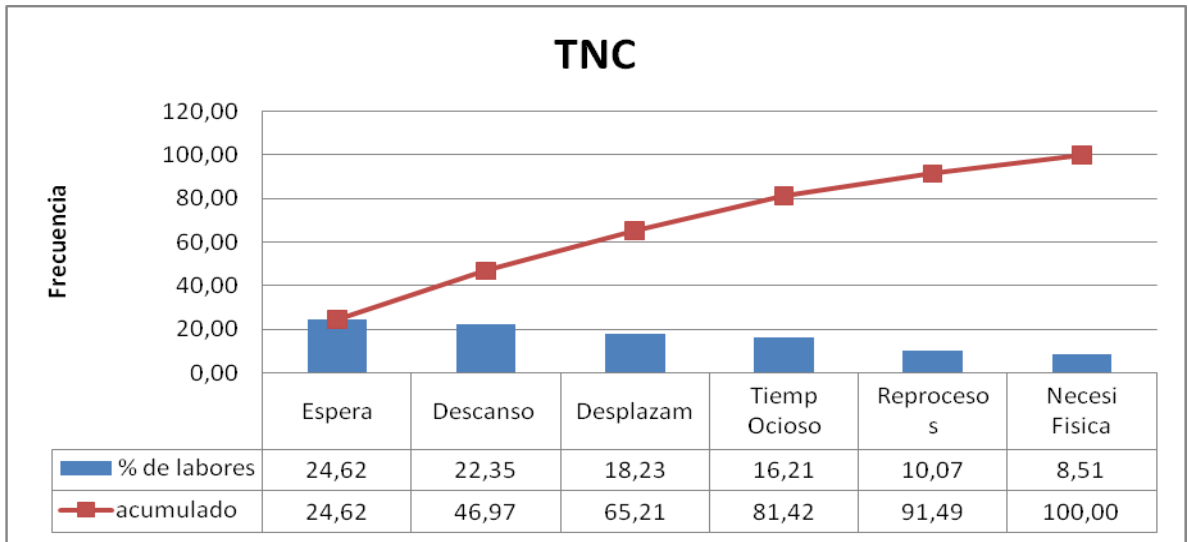
En la figura 13, se observan los porcentajes de los tiempos que generan pérdidas, donde los más representativos son:

Esperas: generadas por la falta de material en el momento y lugar que se necesitaba para iniciar la actividad, montaje de andamios pues no todos los operarios participaban de esta labor, mediciones necesarias ya que por tratarse de una actividad en altura se debían realizar con más cuidado y revisar que todos cumplieran con las normas de seguridad industrial.

Descansos: justificados por labores ya realizadas.

Desplazamientos: esta actividad contaba con sobrepoblación y con poca supervisión lo cual generaba operarios desplazándose sin instrucciones claras generando caos.

Figura 13. Pareto TNC cubiertas

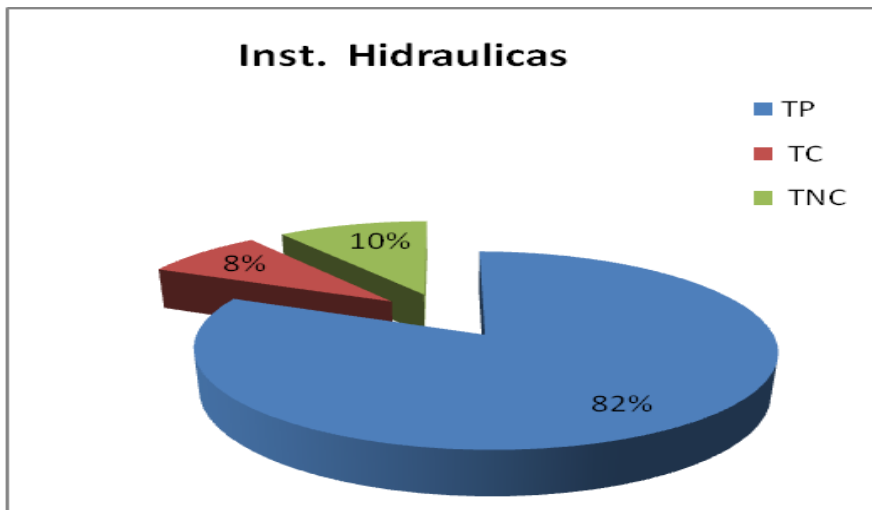


Fuente: autoras del proyecto

8.1.2. Actividad instalaciones hidráulicas

En la figura 14, podemos observar un tiempo productivo de un 82%, siendo esta actividad la más productiva de las seleccionadas para el estudio en la obra, con un 8% de tiempo contributivo y 10% de tiempo no contributivo.

Figura 14. Distribución de porcentajes instalaciones hidráulicas.



Fuente: autoras del proyecto

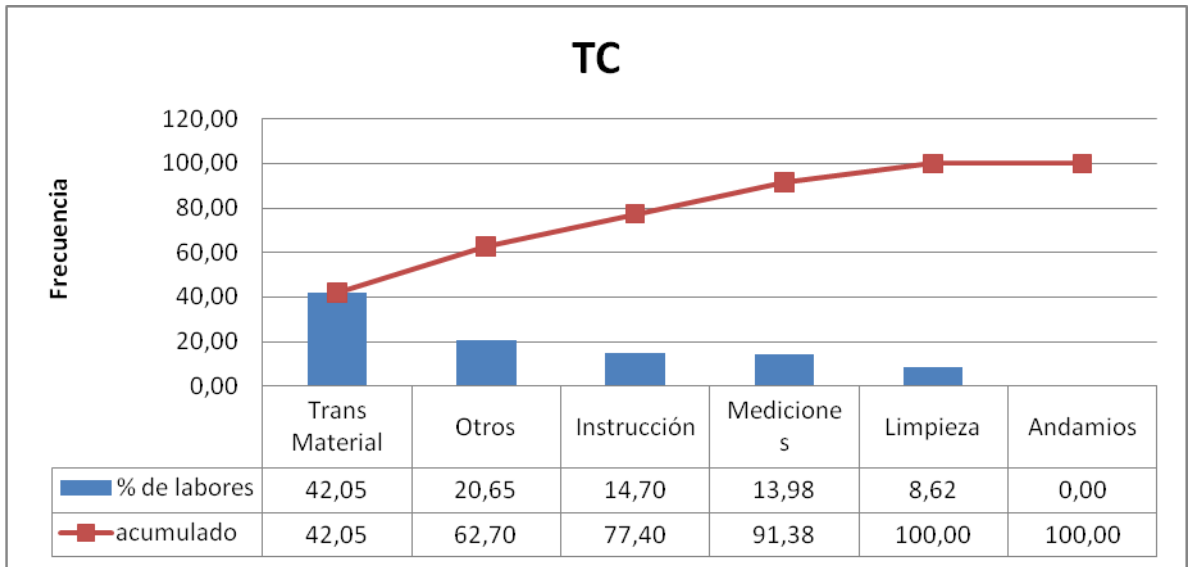
A continuación se presenta un análisis de los Tiempos Contributivos TC y los Tiempos no Contributivos TNC, para la actividad de instalaciones hidráulicas según el método del Pareto:

En la figura 15, las labores más representativas son: transporte de materiales, otros e instrucciones.

Transporte de material: era necesario transportar la tubería, los accesorios y el material necesario para rellenar y cubrirlas.

La actividad de instalaciones hidráulicas era la actividad con más supervisión en la obra por lo cual existían constantemente instrucciones que se daban mientras se realizaban las labores, lo que generaba interrupciones generadas por la falta de planeación.

Figura 15. Pareto TC instalaciones hidráulicas



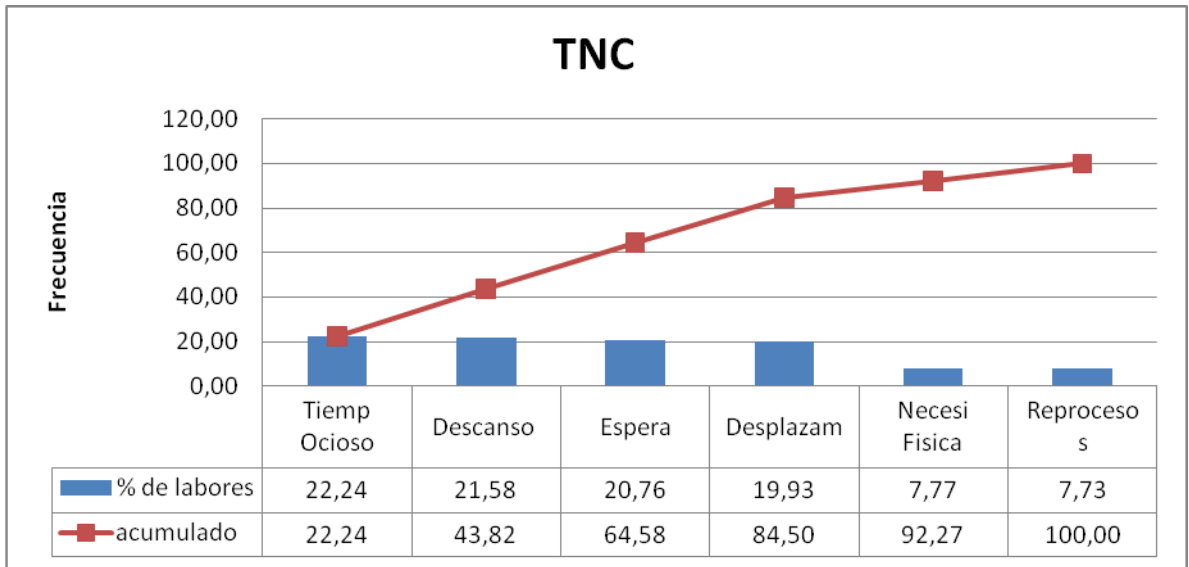
Fuente: autoras del proyecto

Al realizar la relación entre lo observado en las figuras 15 y 16, se puede identificar que los tiempos no contributivos (TNC) de ocio, descansos y esperas están siendo generados en su mayoría por los trasportes de materiales.

En la obra se observó que había una sola persona despachando material lo cual generaba demoras y filas entre las personas que debían recibirlo y llevarlo hasta el lugar que se necesitaba.

A parte existía agotamiento lo que generaba descanso en los operarios que se encontraban excavando para la ubicación de las tuberías lluvias y aguas negras.

Figura 16. Pareto TNC instalaciones hidraulicas

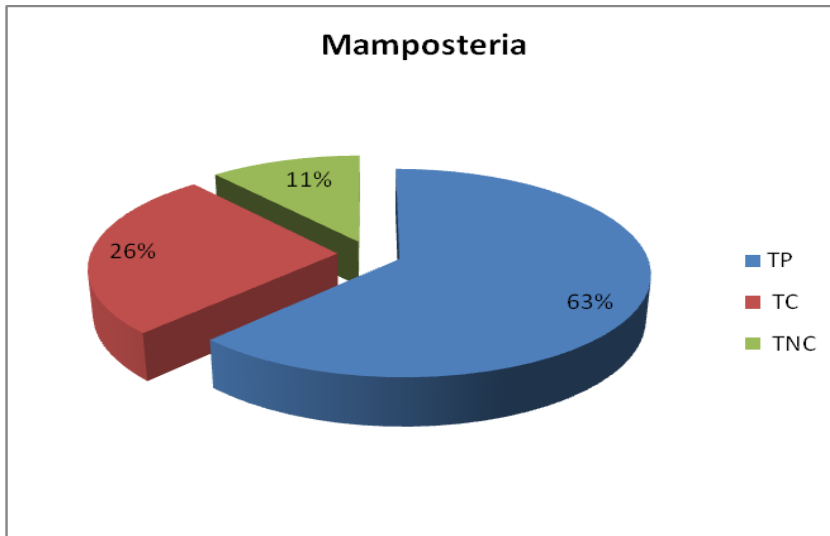


Fuente: autoras del proyecto

8.1.3. Actividad mampostería

Los tiempos productivos en la mampostería representan un 63%, los cuales superan la mitad del porcentaje total, seguido por un 26% de tiempos contributivos y por último 11% de tiempos no contributivos, los cuales se muestran en la figura 17.

Figura 17. Distribución de porcentajes mampostería

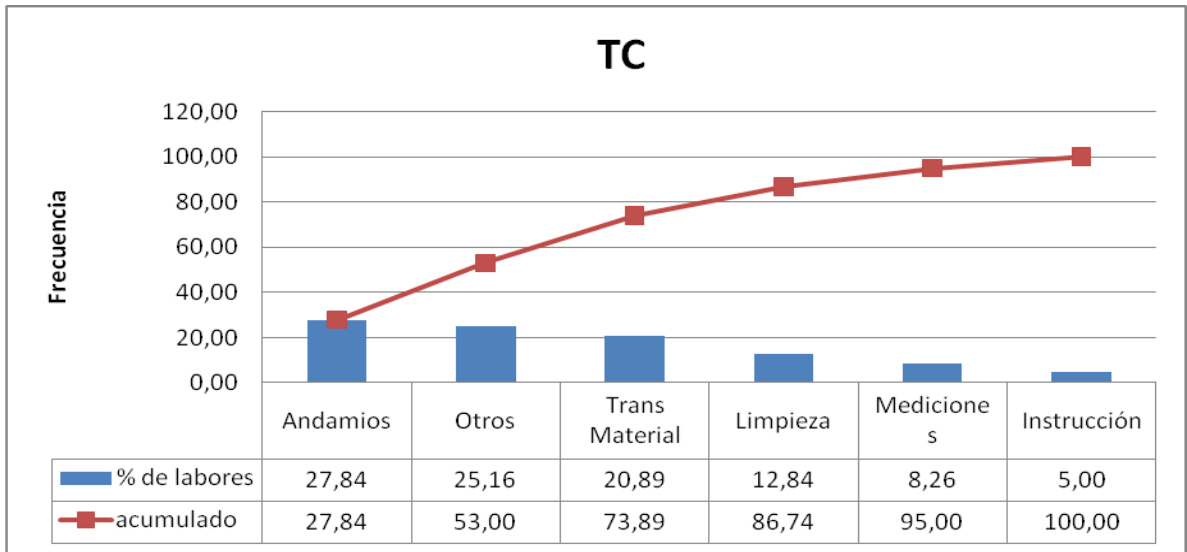


Fuente: autoras del proyecto

A continuación se presenta un análisis de los Tiempos Contributivos TC y los Tiempos no Contributivos TNC, para la actividad de mampostería según el método de Pareto:

En la figura 18, se puede observar que andamios, otros y transporte de material, conforman aproximadamente el 80% de los TNC.

Figura 18. Pareto TC mampostería.



Fuente: autoras del proyecto.

Las cuadrillas en las actividades de mampostería y frisos, en su mayoría estaban conformadas por un oficial y un ayudante. En este proyecto el oficial era el que realizaba el trabajo productivo y el ayudante el encargado del transporte y preparación del material.

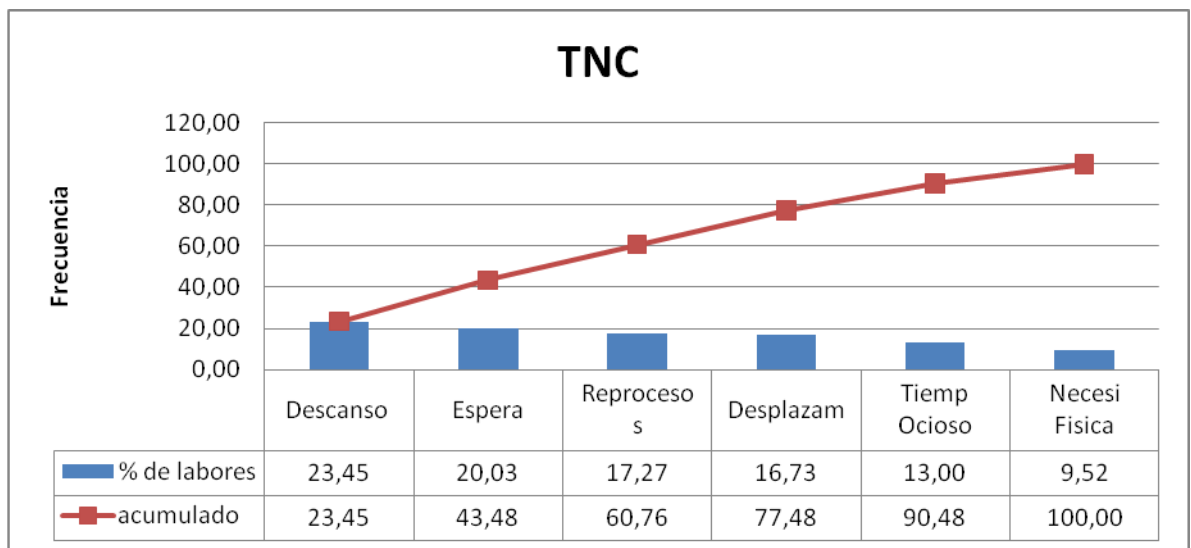
En la figura 19, se observa que los descansos, las esperas, los re procesos y desplazamientos representan un 80%, aproximadamente.

Al relacionar lo observado en las figuras 18 y 19, se puede identificar que el montaje de andamios entra a formar gran parte de los tiempos contributivos lo que generó grandes descansos, pues en esta parte de la obra no existía supervisión alguna, por lo que el montaje de los andamios tomaba más tiempo del necesario y no contaba con la participación y ayuda de todos los operarios que se encontraban en el lugar.

Al existir poca supervisión también se generan re procesos, pues por falta de indicaciones, los operarios hacían lo que ellos creían, había que repetir ciertos procesos.

La falta de material era otro factor que generaba esperas, pues aunque existía el recurso en bodega, este no se encontraba disponible en el lugar de trabajo en el momento apropiado.

Figura 19. Pareto TNC mamposteria.

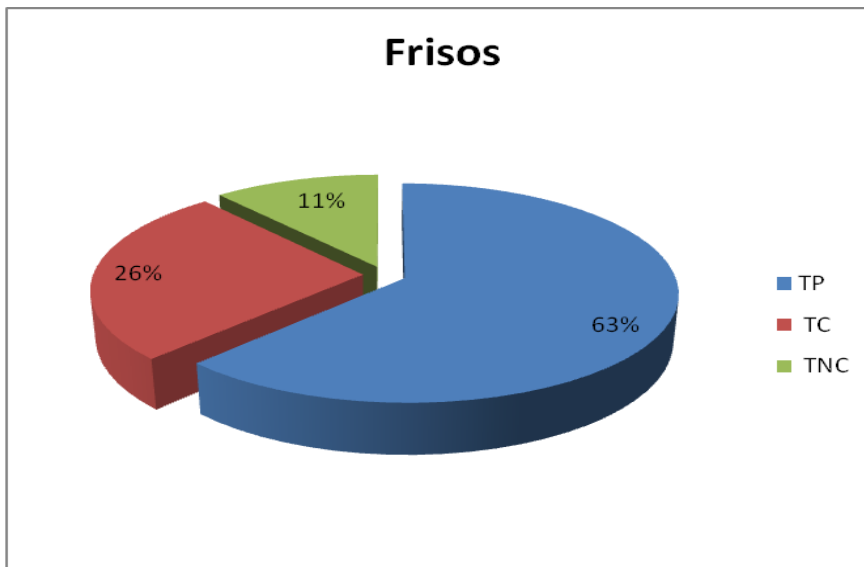


Fuente: autoras del proyecto

8.1.4. Actividad frisos

La actividad de frisos a pesar de ser una actividad que requiere diferentes labores de apoyo antes de dar inicio, representó un porcentaje de tiempos productivos considerable (63%), los cuales se muestran en la grafica 20.

Figura 20. Distribución de porcentajes frisos

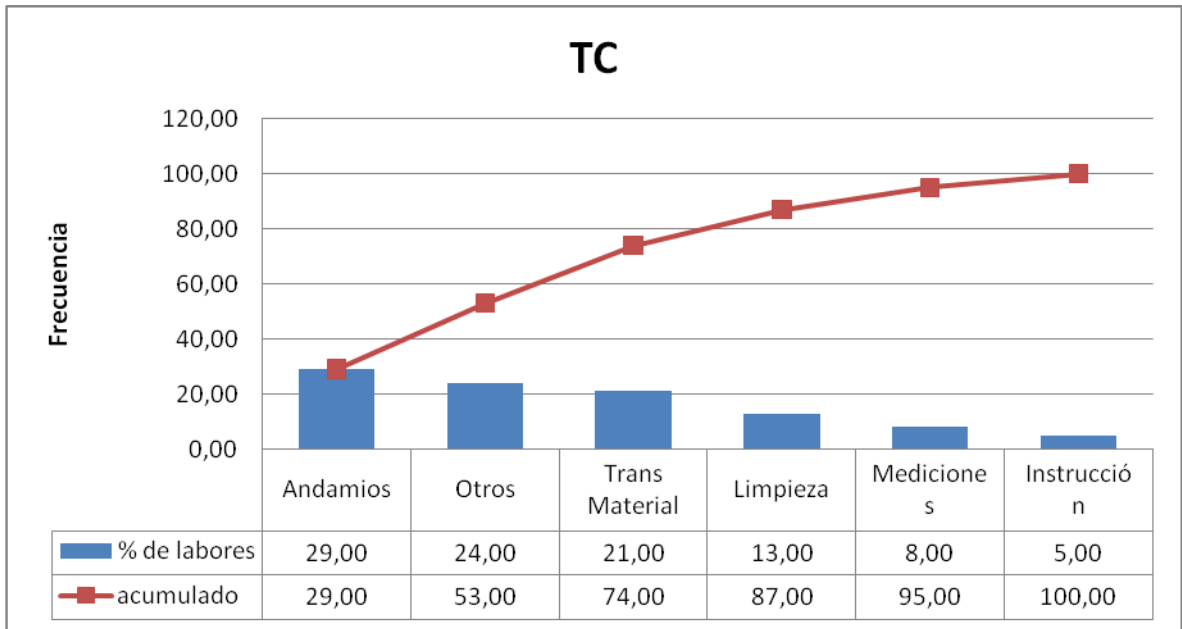


Fuente: autoras del proyecto

A continuación se presenta un análisis de los Tiempos Contributivos TC y los Tiempos no Contributivos TNC, para la actividad de frisos según el método de Pareto:

En la figura 21, se puede observar que el montaje de andamios, otros y el transporte de material están representando aproximadamente el 80% de los tiempos no contributivos, entrando en este caso la preparación de la mezcla como entre otros.

Figura 21. Pareto TC frisos.



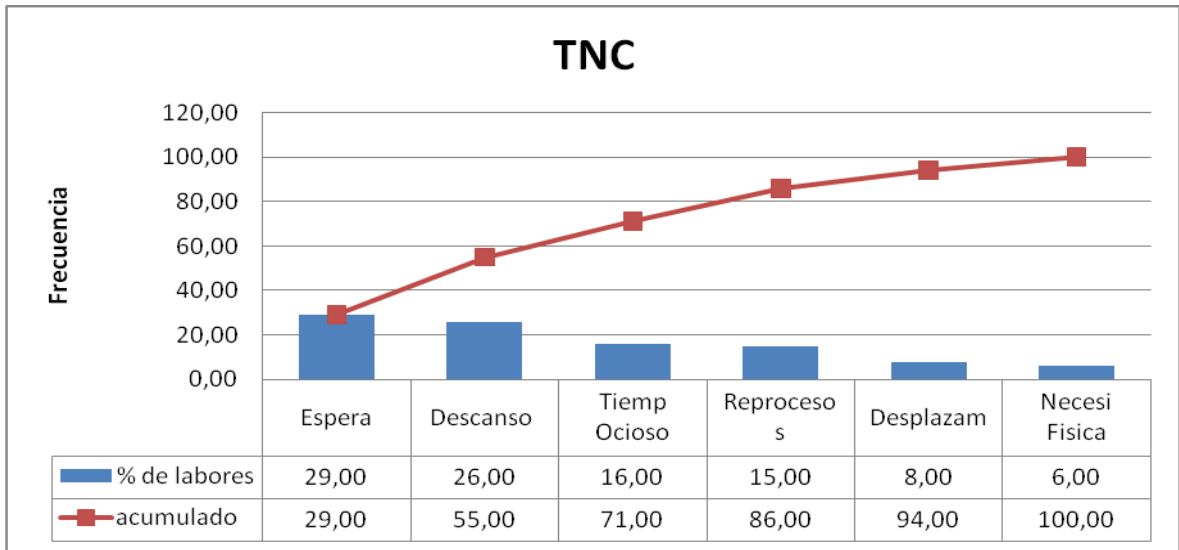
Fuente: autoras del proyecto

En la figura 22, se observa que las esperas, el descanso y tiempo ocioso representan el 80%, aproximadamente.

Al relacionar lo observado en las figuras 21 y 22, se puede identificar que los tiempos no contributivos (TNC) de esperas, descanso y tiempo ocioso están siendo generados en su mayoría por el montaje de los andamios, pues en algunos casos no se encontraban listos al momento de comenzar la actividad lo que producía un atraso en esta por la poca planificación.

La preparación de la mezcla que en algunos casos era realizada por una sola persona, la que a su vez debía transportarla y por tratarse de un trabajo en altura tomaba más tiempo del presupuestado.

Figura 22. Pareto TNC frisos



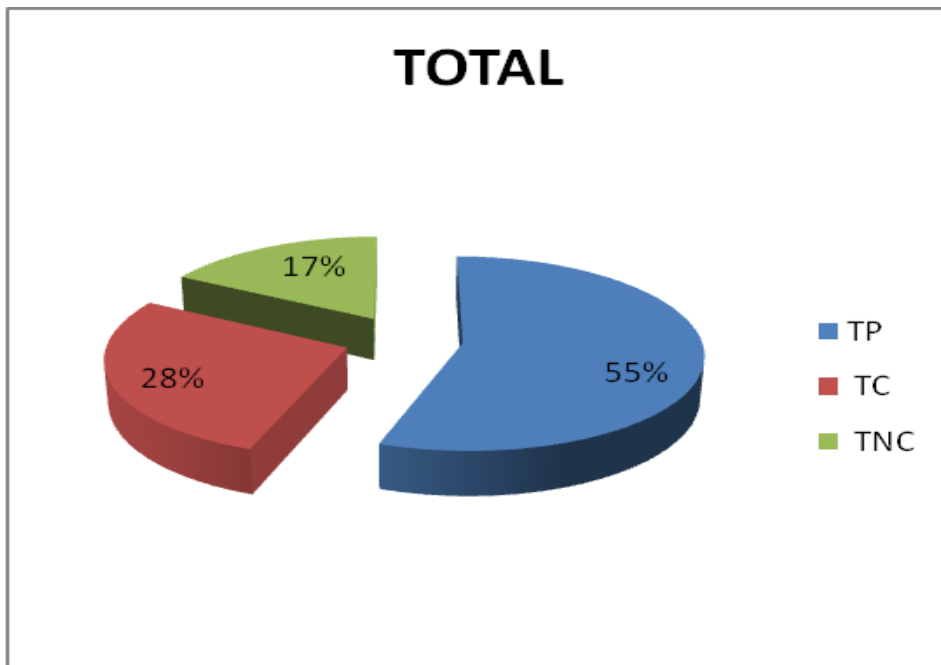
Fuente: autoras del proyecto

Se observa en la figura 23, que los tiempos productivos superan el 50% siendo este un valor que se podría mejorar para lo cual se deben buscar disminuir los tiempos no contributivos para aumentar los productivos y, así lograr el equilibrio que garantiza que la obra sea rentable en la ejecución de sus actividades según el análisis de los tiempos de mano de obra aquí realizado.

De forma general en este proyecto se pueden resaltar diversos factores que generan pérdidas como: la falta de instrucciones, demora en la toma de decisiones, falta de control, poca planificación, información poco clara y atrasada, se reciben modificaciones a última hora lo que trae trabajos rehechos.

La administración es un causante de pérdida por falta de control, poca supervisión en las cuadrillas de trabajo y falta de capacitación, pues el personal no era de planta y rotaba constantemente por lo que la administración consideraba estas capacitaciones como pérdidas siendo este concepto erróneo, pues al capacitar al personal se evitan ciertos re procesos.

Figuras 23. Distribución de porcentajes total



Fuente: autoras del proyecto

8.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS CAUSANTES DE PÉRDIDAS

En la obra de estudio se pueden identificar las principales causas de manera general que ocasionan pérdidas, las cuales se mencionan en la tabla 3, mostrada a continuación:

Tabla 3. Causantes de tiempos no contributivos.

<p>ESPERAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pocas instrucciones • Actividad previa sin terminar • Sobrepoblación • Falta de materiales • Falta de herramientas o equipos
<p>RE PROCESOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo mal ejecutado • Dañado por cuadrilla nueva • Falta de instrucciones • Poca planeación
<p>DESPLAZAMIENTOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrepoblación • Falta de recursos • Poca supervisión • Falta de instrucciones • Actividad previa sin terminar
<p>DESCANSO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Agotamiento • Malas condiciones climáticas
<p>NECESIDADES FISIOLÓGICAS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hidratación • Aseo personal • Idas al baño
<p>TIEMPO OCIOSO</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mala actitud del trabajador • Toma tardía de decisiones • Sobrepoblación • Conversando • Pobre supervisión • Falta de instrucciones

Fuente: Realizada por las autoras

8.3. PLANTEAMIENTO DE POSIBLES SOLUCIONES GENERALES

Por condiciones ajenas o por voluntad del quipo de trabajo los retrasos siempre están presentes en toda obra civil, los factores críticos y comunes son: fallas mecánicas, escasez de mano de obra, retraso en el suministro de materiales, entre otros. Las pérdidas están definidas como resultado de baja productividad de las actividades o tiempo no contributivo (TNC) y los factores críticos detectados después de realizar la toma de datos fueron mano de obra, materiales y equipos.

- ✓ Una plataforma informática donde se pueda controlar toda la gestión de la obra, entre ellas labores administrativas diarias y mensuales. Lo anterior con el fin de obtener una mejor productividad y ejecución.
- ✓ Realizar controles por parte del interventor de obra, sobre actividades presupuestadas y actividades ejecutadas, para de esta forma tener un control del avance de la obra.
- ✓ Implementar motivaciones o bonificaciones al buen desempeño del trabajador, donde se premie por la optimización de los procesos, de esta forma se generaría competitividad y desarrollo. Lo anterior reduciría los tiempos no contributivos.
- ✓ Cuestionar los métodos constructivos tradicionales, implementando sistemas que puedan generar procesos más prácticos, menos costos y eficiencia de mano de obra. Entre ello puede incluirse la búsqueda de herramientas más útiles y prácticas que reduzcan tiempo no productivos, como la obtención de andamios más técnicos.
- ✓ Desde el comienzo planear rutas libres para el paso del material, de esta forma evitar excesos bloqueados o congestión. Anticipando los materiales que se van a utilizar y tiempos de realimentación e instrumentación. Esto tiene que ver mucho con la logística de la obra y el ingeniero encargado de los procesos.

- ✓ La organización de actividad en muchos casos es manejada por el maestro o por la mano de obra no calificada, y esto implica en ocasiones mal manejo de los tiempos y las tareas. Este problema radica en la falta de mano de obra capacitada, una mala planeación del método de trabajo y demoras en la toma de decisiones por parte del encargado de la obra, por esto es necesario capacitar a todo el personal antes de dar inicio a la obra.
- ✓ Implementación de carteleras para medir los tiempos de los operarios respecto al tiempo gastado durante la ejecución de cada actividad y el tiempo que se debe gastar analizada teóricamente, para compensar a aquellos operarios que cumplen debidamente con el margen de tiempo de ejecución de las actividades con bonos de mercado, un día libre al mes, entre otros.

9. CALCULO DE COSTOS GENERADOS POR TIEMPOS NO CONTRIBUTIVOS

En el presente capítulo se muestran los cálculos en dinero de los valores que la empresa constructora podría ahorrarse en cuanto a costos de mano de obra.

Para esto se realizó un resumen de los porcentajes de los tiempos no contributivos con respecto al tiempo total de los conteos tabulados, los cuales se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Costos generados por tiempos no contributivos.

ACTIVIDAD	COSTO DIRECTO DE LA ACTIVIDAD	% TIEMPO NO CONTRIBUTIVO (TNC)	COSTO GENERADO POR TNC
CUBIERTA	\$109.675.540	19%	\$20.838.352,6
INSTALACIONES HIDRAULICAS	\$59.963.500	10%	\$5.996.350
MAMPOSTERIA	\$125.541.740	11%	\$13.809.591,4
FRISOS	\$59.985.000	11%	\$6.598.350
TOTAL			\$47.242.644

Fuente: Realizada por las autoras

El contratista está gastando \$47.242.644 que corresponde al 1,8% de costos directos totales del proyecto, los cuales podría ahorrarse. Esto lo podría hacer realidad con el mejoramiento de los factores o causas que los generan y que fueron mencionados anteriormente, para lo cual se hacen unas recomendaciones

que si el constructor pone en marcha, podrá ver el ahorro en la ejecución de la obra.

CONCLUSIONES

Después de los resultados encontrados, se puede concluir que la inexistencia de una cultura de programación y la información es un impedimento para un óptimo rendimiento del proyecto.

Entre las tareas escogidas aquellas que generan más costo y, por tanto, son las más relevantes y que a su vez pudieron ser cuantificadas son: Mampostería y acabados, 7.15%; frisos, 4.48%; cubierta, 4.19% e instalaciones hidráulicas con 2,29%. Algunas otras actividades que generaron un mayor porcentaje de costo en obra que las anteriores descritas no fueron posibles de analizar por causa del avance de la obra, por el corto tiempo que implicaba su realización, o por la dificultad que involucra controlarlas y cuantificarlas.

Se pudo determinar mediante un estudio y seguimiento de las causas de pérdidas en obra. Entre las causas que generan tiempos contributivos se encuentra el tiempo gastado en colocación, acomodo y transporte de andamios y de materiales. El transporte de materiales tiene una gran importancia debido a que se observa la mala organización del personal y las malas rutas de transporte, o tiempos de demora de obtención del material por no tener en cuenta grandes distancias.

Para los tiempos no contributivos, se encuentran problemas como esperas por falta y demora de los materiales solicitados, tiempos ociosos debido a la falta de control por parte del encargado de la obra, descansos largos justificados con tareas ya hechas y desplazamientos a distancia largas, debido a falta de espacio y una mala colocación de material que llega a la obra.

Uno de los problemas que se pudo observar en repetidas ocasiones es la falta de instructivos adecuados para el ejecución de la obra, problema que involucra la realización de toda la logística de la obra y demoras en la toma de decisiones.

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

La actividad de construcción en la que se presentaron mayores deficiencias de mano de obra que alteraran el proceso constructivo, fue la realización de la cubierta, pues se trató de una actividad con poca supervisión y con exceso de operarios sin una labor definida para realizar. También se pudo notar un tiempo contributivo alto, pues es necesario realizar diferentes actividades antes de iniciar con la labor de cubiertas como: revisar el equipo de seguridad para trabajos en altura, diferentes mediciones que se hacen más complicadas por ser realizadas en altura, constante movimiento de andamios según se vaya necesitando lo que genera más demoras.

Una vez analizadas las actividades no productivas se pueden considerar múltiples recomendaciones para dar solución a cada uno de los problemas del presente estudio. Es importante destacar que para que los resultados de la implementación de un estudio de tiempos sean favorables es necesario: compromiso a nivel gerencial, capacitación y participación activa de los maestros de obra y, al finalizar las observaciones y el diagnostico inicial, implementar acciones concretas para el mejoramiento.

La identificación de las pérdidas es solamente uno de los principios básicos de la filosofía Lean construction, por lo cual las empresas deben ir aplicando poco a poco los demás principios para así poder cambiar el sistema tradicional de producción.

RECOMENDACIONES

Se sugiere a la empresa constructora de la obra Corporación Autónoma Regional de Santander CAS, poner en marcha las siguientes recomendaciones con el fin de obtener un ahorro en los costos de mano de obra generados por tiempos no contributivos en las actividades estudiadas:

- ✓ Para que una actividad pueda ser ejecutada sin presentar inconvenientes durante su desarrollo, es necesario analizarla completamente antes de darle inicio, evitando adiciones futuras, calculando estándares, y calculando medidas exactas con ayuda de planos y edificaciones modelos.
- ✓ Lo primero que se debe realizar para un proyecto de construcción es la programación con sus tiempos en cuanto a procesos y actividades correspondientes. Para un adecuado seguimiento se debe realizar permanentemente, mientras avanza la obra, la reprogramación, de tal forma que no se presente diferencia con lo inicialmente establecido.
- ✓ La seguridad industrial, la programación, el control del presupuesto y todas las actividades que se deben realizar en obra deben ir de la mano, y ser consignadas en un sistema integrado en donde se recopile toda la información, y de esta manera se evidenciara el mejoramiento y productividad del proyecto.
- ✓ A la dirección de obra y al comité en general se les recomienda realizar comparativos permanentemente de todas las actividades presupuestadas

versus las actividades ejecutadas, en donde se indique a tiempo el estado de la obra y no esperar al cierre de la misma para conocerla.

- ✓ Continuar con las mediciones de pérdidas para todo el equipo de trabajo; la continua comunicación genera un ambiente favorable y contribuye con el mejoramiento de la productividad.

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES

BOTERO, Luis Fernando y ALVAREZ, Martha Eugenia. *Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción*. Universidad EAFIT (2003). Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/215/21513006.pdf>

NUÑEZ, C.A. *Creación de un sistema de referencia en Bogotá, aplicando la Construcción sin pérdidas*. Disponible en: <http://guaica.uniandes.edu.co:5050/dspace/bitstream/1992/898/1/balkema+enero.pdf>

BOTERO, Luis Fernando y ALVAREZ, Martha Eugenia. *Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (LEAN CONSTRUCTION como estrategia de mejoramiento)*. Vol. 40 numero 136. Universidad EAFIT (2004). Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/215/21513605.pdf>

Garzón, M. 2001. *Políticas de productividad para compañías constructoras de vivienda de interés social*. Tesis de Magíster en Ingeniería civil. Departamento de Ingeniería civil y ambiental, Universidad de los andes. Bogotá, Colombia

Perdomo, R.A. 2005. *Mejoramiento de gestión en la construcción mediante el sistema último planificador*. Tesis de Magíster en Ingeniería civil. Departamento Ingeniería civil y ambiental. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

OM INSELEC S.A. Dos herramientas básicas para la evaluación de proyectos. Disponible en: <http://ominselec.blogspot.com/>

BOTERO, L. *Construcción sin pérdidas. Análisis de procesos y filosofía Lean construction*. Segunda edición. Editorial Legis S.A. 2003.

CORTES, Álvaro. *Last Planner System una herramienta para la gestión de proyectos en Chile*. Disponible en <<http://www.e-construccion.cl/2010/07/18/haciendo-de-last-planner-system-una-herramienta-de-uso-masivo-para-la-gestion-de-proyectos-en-chile/>>

LEAN CONSTRUCTION: Por una industria más eficiente. Disponible en: http://www.revistacertificacion.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=1189:lean-construction-por-una-industria-mas-eficiente&catid=108:mejora-continua&Itemid=392>

Características de las cubiertas. Disponible en: <<http://www.universoarquitectura.com/caracteristicas-de-las-cubiertas/>>

ANEXOS

Anexo 1. Presupuesto total de la obra

Anexo 2. Conteos

Anexo 1. Presupuesto total de la obra

PRESUPUESTO OBRAS CUARTA FASE CONSTRUCCION SEDE ADMINISTRATIVA CAS-SAN GIL					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1	PRELIMINARES				
1,0 1	Campamento	UND	1,00	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
1,0 2	Replanteo topográfico	MES	9,00	\$ 2.500.000,00	\$ 22.500.000,00
				TOTAL	\$
				CAPITULO 1	24.500.000,00
2	EXCAVACIONES Y RELLENOS				
2,0 1	Excavación en material común o telefónico n con maquina, incluye transporte interno	M3	300,00	\$ 15.000,00	\$ 4.500.000,00
2,0 2	Base Granular e = 0.20	M3	60,00	\$ 25.000,00	\$ 1.500.000,00
2,0 3	Rellenos compactados en material común (producto de la excavación)	M3	200,00	\$ 13.000,00	\$ 2.600.000,00
2,0 4	Rellenos compactados con material de préstamo	M3	50,00	\$ 39.000,00	\$ 1.950.000,00
2,0 5	Retiro y transporte de sobrantes de excavación	M3	100,00	\$ 15.500,00	\$ 1.550.000,00
				TOTAL	\$
				CAPITULO 2	12.100.000,00
3	CONCRETOS				
3,0 1	Viga Canal 0.40*0.40 (Incluye friso, mortero impermeabilización en manto y pintura reflectiva). 3000 psi	ML	50,00	\$ 136.300,00	\$ 6.815.000,00
3,0 2	Viga Aérea 0.40*0.50. 3000 psi	ML	31,00	\$ 101.800,00	\$ 3.155.800,00
3,0 3	Viga Auxiliar 0.30 * 0.40. 3000 psi	ML	45,00	\$ 87.800,00	\$ 3.951.000,00
3,0 4	Vigas 0.40*0.80. 3000 psi	ML	4,00	\$ 174.000,00	\$ 696.000,00
3,0 5	Viga Canal 0.50*0.40 (Incluye friso, mortero impermeabilización en manto y pintura reflectiva)	ML	10,00	\$ 153.000,00	\$ 1.530.000,00
3,0 6	Viga 0.50*0.80. 3000 psi	ML	15,00	\$ 221.000,00	\$ 3.315.000,00
3,0 7	Concreto de 3000 psi para Ménsulas	M3	2,70	\$ 630.000,00	\$ 1.701.000,00
3,0 8	Concreto para columnetas 0.15 x 0.20 incluye acero. 3000 psi	ML	1052,00	\$ 33.000,00	\$ 34.716.000,00
3,0 9	Concreto para foso de ascensor	M3	4,00	\$ 550.000,00	\$ 2.200.000,00
3,1	Concreto para placa maciza foso	M3	1,50	\$	\$

0	ascensor			550.000,00	825.000,00
3,1 1	Placa en metaldeck. Lámina colaborante e=2", Placa de concreto e=0.10m. Incluye perlines	M2	100,00	\$ 245.000,00	\$ 24.500.000,00
3,1 2	Columnas 0.50*0.50. 3000 psi	ML	45,00	\$ 165.000,00	\$ 7.425.000,00
3,1 3	Columnas 1.50*0.50. 3000 psi	ML	6,00	\$ 480.000,00	\$ 2.880.000,00
3,1 4	Concreto para escaleras de emergencia	M3	2,50	\$ 550.000,00	\$ 1.375.000,00
3,1 5	Tope llantas en concreto. Incluye pintura y anclajes	UND	25,00	\$ 50.000,00	\$ 1.250.000,00
3,1 6	Concreto de 3000 psi impermeabilizado para tanque subterráneo	M3	18,00	\$ 550.000,00	\$ 9.900.000,00
				TOTAL CAPITULO 3	\$ 106.234.800,00
4	ACERO DE REFUERZO Y MALLAS				
4,0 1	Acero de refuerzo A-37 y PDR-60	KG	10500,00	\$ 3.300,00	\$ 34.650.000,00
				TOTAL CAPITULO 4	\$ 34.650.000,00
5	MAMPOSTERÍA Y ACABADOS				
5,0 1	Mampostería en ladrillo H-15	M2	3393,02	\$ 37.000,00	\$ 125.541.740,00
5,0 2	Fachaleta	M2	1826,00	\$ 27.000,00	\$ 49.302.000,00
5,0 3	Enchape en Piedra Barichara	M2	146,90	\$ 82.000,00	\$ 12.045.800,00
				TOTAL CAPITULO 5	\$ 186.889.540,00
6	FRISOS				
6,0 1	Friso liso muros	M2	3999,00	\$ 15.000,00	\$ 59.985.000,00
6,0 2	Friso bajo placa	M2	442,00	\$ 15.000,00	\$ 6.630.000,00
6,0 3	Friso Impermeabilizado	M2	3376,00	\$ 15.000,00	\$ 50.640.000,00
				TOTAL CAPITULO 6	\$ 117.255.000,00
7	ESTUCO Y PINTURA				
7,0 1	Estuco y pintura muros	M2	4010,00	\$ 8.350,00	\$ 33.483.500,00
7,0 2	Estuco y pintura bajo placa	M2	442,00	\$ 9.300,00	\$ 4.110.600,00
7,0 3	Estuco acrílico y pintura Koraza para exteriores	M2	896,50	\$ 18.500,00	\$ 16.585.250,00
7,0 4	Pintura Trafico 4 para Parques	ML	140,00	\$ 8.650,00	\$ 1.211.000,00
7,0 5	Limpieza y aplicación de Hidrófugo en fachada	M2	1826,00	\$ 9.530,00	\$ 17.401.780,00

7,0 6	Pintura antihongos para muro parqueadero	M2	200,00	\$ 10.000,00	\$ 2.000.000,00
7,0 7	Pintura de demarcación tráfico (amarillo - negro) para muro sótano	M2	180,00	\$ 9.000,00	\$ 1.620.000,00
				TOTAL CAPITULO 7	\$ 76.412.130,00
8	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES				
8,0 1	Mesones en concreto (incluye refuerzo)	ML	26,76	\$ 80.000,00	\$ 2.140.800,00
8,0 2	Dinteles en concreto h=0.15 m (incluye refuerzo)	ML	136,60	\$ 18.000,00	\$ 2.458.800,00
8,0 3	Anclajes	UND	2000,0 0	\$ 12.000,00	\$ 24.000.000,00
8,0 4	Alfajía simple en concreto (incluye refuerzo)	ML	47,35	\$ 28.000,00	\$ 1.325.800,00
8,0 5	Viga cintas incluye refuerzo	ML	806,44	\$ 18.000,00	\$ 14.515.920,00
				TOTAL CAPITULO 8	\$ 44.441.320,00
9	PISOS, GUARDAESCOBAS Y ENCHAPES				
9,0 1	Mortero impermeabilizado de nivelación	M2	220,00	\$ 17.000,00	\$ 3.740.000,00
9,0 2	Piso en cerámica baños (30 x 30 cm)	M2	147,70	\$ 37.000,00	\$ 5.464.900,00
9,0 3	Piso en gravilla lavada	M2	215,90	\$ 33.000,00	\$ 7.124.700,00
9,0 4	Motero de Nivelación	M2	2000,0 0	\$ 16.000,00	\$ 32.000.000,00
9,0 5	Guarda escoba en Porcelanato	ML	1200,0 0	\$ 15.000,00	\$ 18.000.000,00
9,0 6	Piso en Baldosín de Cemento (Tipo Alfa Cuadrato)	M2	10,00	\$ 58.000,00	\$ 580.000,00
9,0 7	Enchape muros baños	M2	720,40	\$ 35.000,00	\$ 25.214.000,00
9,0 8	Enchape de mesón granito pulido	ML	26,76	\$ 82.000,00	\$ 2.194.320,00
9,0 9	Piso en Tablón de Gres	M2	128,77	\$ 35.500,00	\$ 4.571.335,00
9,1 0	Piso en Alfombra Antialérgica	M2	300,00	\$ 56.000,00	\$ 16.800.000,00
9,1 1	Piso en Porcelanato	M2	0,00	\$ -	\$ -
9,1 2	Piso Porcelanato hall entrada	M2	162,74	\$ 65.000,00	\$ 10.578.100,00
9,1 3	Piso Porcelanato Oficinas	M2	1382,3 4	\$ 65.000,00	\$ 89.852.100,00
9,1 4	Piso Porcelanato Auditorio	M2	262,59	\$ 65.000,00	\$ 17.068.350,00
9,1 5	Piso Porcelanato Teatro	M2	58,24	\$ 65.000,00	\$ 3.785.600,00
9,1 6	Piso Porcelanato hall 2do piso y Audiovisuales	M2	289,74	\$ 65.000,00	\$ 18.833.100,00

9,1 7	Piso Porcelanato dirección	M2	156,25	\$ 65.000,00	\$ 10.156.250,00
9,1 8	Piso Porcelanato Baños	M2	135,71	\$ 65.000,00	\$ 8.821.150,00
9,1 9	Piso Banbalinas y escaleras	M2	654,83	\$ 65.000,00	\$ 42.563.950,00
				TOTAL CAPITULO 9	\$ 317.347.855,00
10	VARIOS				
10, 01	Cielo raso en Amstrong 0.60*0.60	M2	2000,0 0	\$ 47.000,00	\$ 94.000.000,00
10, 02	Biombo Para Teatro	M2	59,35	\$ 120.000,00	\$ 7.122.000,00
10, 03	Jardinera Incluye Acabados	UND	6,00	\$ 900.000,00	\$ 5.400.000,00
10, 04	Estructura metálica y Acabado en Plycem para fachada Oriental. Incluye acabados	M2	92,99	\$ 260.000,00	\$ 24.177.400,00
10, 05	Canal Metálico	ML	37,80	\$ 47.000,00	\$ 1.776.600,00
				TOTAL CAPITULO 10	\$ 132.476.000,00
11	CARPINTERÍA EN ALUMINIO Y METÁLICA				
11, 01	Ventanería en aluminio	M2	544,20	\$ 233.000,00	\$ 126.798.600,00
11, 02	Puertas en Aluminio	M2	209,90	\$ 345.000,00	\$ 72.415.500,00
11, 03	Puerta para acceso a sótano incluye mecanismo automático	M2	11,70	\$ 1.300.000,00	\$ 15.210.000,00
11, 04	Baranda o pasamanos	ML	176,51	\$ 133.000,00	\$ 23.475.830,00
11, 05	Fachada Flotante acceso Principal	M2	140,00	\$ 315.000,00	\$ 44.100.000,00
11, 06	Fachada Flotante para PUNDTto Fijo	M2	180,00	\$ 315.000,00	\$ 56.700.000,00
11, 07	Escalera de emergencia dirección	GL	1,00	\$ 4.500.000,00	\$ 4.500.000,00
				TOTAL CAPITULO 11	\$ 343.199.930,00
12	CUBIERTA				
12, 01	Teja en Termoacustic	M2	1135,2 0	\$ 41.000,00	\$ 46.543.200,00
12, 02	Teja en Policarbonato	M2	230,25	\$ 62.000,00	\$ 14.275.500,00
12, 03	Cercha Tipo T-1'	ML	42,00	\$ 140.000,00	\$ 5.880.000,00
12, 04	Cercha Tipo T-1	ML	15,50	\$ 140.000,00	\$ 2.170.000,00
12, 05	Cercha Tipo T-2	ML	103,20	\$ 140.000,00	\$ 14.448.000,00
12, 06	Cercha Tipo T-3	ML	50,30	\$ 73.000,00	\$ 3.671.900,00

12,07	Correas (Según Diseño)	ML	553,34	\$ 41.000,00	\$ 22.686.940,00
				TOTAL CAPITULO 12	\$ 109.675.540,00
13	ELEMENTOS Y APARATOS SANITARIOS EN BAÑOS				
13,01	Lavamanos de sobreponer	UND	30,00	\$ 200.000,00	\$ 6.000.000,00
13,02	Sanitario	UND	34,00	\$ 300.000,00	\$ 10.200.000,00
13,03	Orinal mediano	UND	5,00	\$ 250.000,00	\$ 1.250.000,00
				TOTAL CAPITULO 13	\$ 17.450.000,00
14	INSTALACIONES ESPECIALES				
14,01	Ascensor (incluye Puertas, Acabados, Cabina y mecanismos)	GL	1,00	\$ 105.000.000,00	\$ 105.000.000,00
14,02	Estufa para Cafetería	UND	1,00	\$ 500.000,00	\$ 500.000,00
14,03	Sistema De Bombas Consumo Edificio	UND	1,00	\$ 18.000.000,00	\$ 18.000.000,00
14,04	Sistema De Bombas Consumo Contraincendios	UND	1,00	\$ 18.000.000,00	\$ 18.000.000,00
				TOTAL CAPITULO 14	\$ 141.500.000,00
15	INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS				
15,01	Punto hidráulico Ø = 1/2"	UND	20,00	\$ 43.000,00	\$ 860.000,00
15,02	Punto hidráulico Ø = 1"	UND	4,00	\$ 55.000,00	\$ 220.000,00
15,03	Punto hidráulico Ø = 3/4"	UND	14,00	\$ 50.000,00	\$ 700.000,00
15,04	Llave Terminal	UND	8,00	\$ 17.000,00	\$ 136.000,00
15,05	Tubería Ø=1/2" PVC presión RDE 21	ML	140,00	\$ 6.000,00	\$ 840.000,00
15,06	Tubería Ø=3/4" PVC presión RDE 21	ML	152,00	\$ 9.000,00	\$ 1.368.000,00
15,07	Tubería Ø=1" PVC presión RDE 21	ML	230,00	\$ 11.000,00	\$ 2.530.000,00
15,08	Lavaplatos en Acero Inoxidable Incluye grifería	UND	1,00	\$ 164.000,00	\$ 164.000,00
15,09	Tubería Ø=2" PVC presión RDE 21	ML	25,00	\$ 17.000,00	\$ 425.000,00
15,10	Registro en bronce 3/4"	UND	10,00	\$ 26.000,00	\$ 260.000,00
15,11	Registro en bronce 1"	UND	4,00	\$ 46.000,00	\$ 184.000,00
15,12	Prueba Hidráulica	GL	1,00	\$ 253.000,00	\$ 253.000,00
15,13	Punto sanitario Ø = 2"	UND	17,00	\$ 48.000,00	\$ 816.000,00

15, 14	Punto sanitario Ø = 3"	UND	19,00	\$ 62.000,00	\$ 1.178.000,00
15, 15	Punto sanitario Ø = 4"	UND	17,00	\$ 61.000,00	\$ 1.037.000,00
15, 16	Rejillas de piso de 3"	UND	22,00	\$ 12.500,00	\$ 275.000,00
15, 17	Tragantes de 3"	UND	15,00	\$ 14.000,00	\$ 210.000,00
15, 18	Tubería de aguas negras Ø=2"	ML	260,00	\$ 14.500,00	\$ 3.770.000,00
15, 19	Tubería de aguas negras Ø=3"	ML	380,00	\$ 17.000,00	\$ 6.460.000,00
15, 20	Tubería de aguas negras Ø=4"	ML	170,00	\$ 23.000,00	\$ 3.910.000,00
15, 21	Tubería NOVAFORT 6"	ML	52,00	\$ 27.000,00	\$ 1.404.000,00
15, 22	Tubería de aguas lluvias Ø=3"	ML	355,00	\$ 14.500,00	\$ 5.147.500,00
15, 23	Tubería NOVAFORT 8"	ML	52,00	\$ 38.000,00	\$ 1.976.000,00
15, 24	Tubería NOVAFORT 10"	ML	35,00	\$ 42.000,00	\$ 1.470.000,00
15, 25	Tubería de ventilación Ø=2"	ML	150,00	\$ 12.000,00	\$ 1.800.000,00
15, 26	Ducha	UND	2,00	\$ 80.000,00	\$ 160.000,00
15, 27	Caja de inspección 0.80x0.80	UND	17,00	\$ 380.000,00	\$ 6.460.000,00
15, 28	Suministro e instalación Gabinete contra incendios	UND	4,00	\$ 2.000.000,00	\$ 8.000.000,00
15, 29	Tubería HG de 3" red contra incendios	ML	50,00	\$ 135.000,00	\$ 6.750.000,00
15, 30	Tubería HG de 2 1/2" red contra incendios	ML	12,00	\$ 100.000,00	\$ 1.200.000,00
				TOTAL CAPITULO 15	\$ 59.963.500,00
16	CARPINTERIA EN MADERA				
16, 01	Mesón en madera para Cafetería (según diseño)	UND	1,00	\$ 4.500.000,00	\$ 4.500.000,00
16, 02	Deck en Madera	M2	234,50	\$ 36.000,00	\$ 8.442.000,00
16, 03	Pérgolas en Madera Incluye estructura	M2	230,25	\$ 26.000,00	\$ 5.986.500,00
16, 04	Cubierta en madera y machimbre incluye teja de barro e impermeabilización	M2	41,50	\$ 75.000,00	\$ 3.112.500,00
				TOTAL CAPITULO 16	\$ 22.041.000,00
17	URBANISMO				
17, 01	Piso en tableta Alfa Talanquera	M2	16,50	\$ 41.000,00	\$ 676.500,00
17,	Piso anden en Pompellano	M2	75,78	\$	\$

02				42.000,00	3.182.760,00
17,03	Sumidero	ML	4,00	\$ 445.000,00	\$ 1.780.000,00
17,04	Sardinell Fundido	ML	20,00	\$ 34.000,00	\$ 680.000,00
17,05	Piso en piedra Barichara (Incluye Mortero)	M2	251,85	\$ 75.500,00	\$ 19.014.675,00
17,06	Cerramiento perimetral (Según diseño)	ML	387,63	\$ 330.000,00	\$ 127.917.900,00
17,07	Cerramiento en Piedra y cerca viva (sunglia)	ML	55,00	\$ 36.500,00	\$ 2.007.500,00
17,08	Portón Plegable (Según diseño)	UND	1,00	\$ 12.000.000,00	\$ 12.000.000,00
17,09	Portón Corredizo (Según diseño)	UND	1,00	\$ 16.000.000,00	\$ 16.000.000,00
17,1	Piso en megalito 0.40*0.40	M2	346,65	\$ 70.000,00	\$ 24.265.500,00
17,11	Pórtico y cubierta entrada principal	GL	1,00	\$ 4.300.000,00	\$ 4.300.000,00
				TOTAL CAPITULO 17	\$ 211.824.835,00
18	OBRA ELÉCTRICA VOZ Y DATOS				
18,1	SUBESTACION ELECTRICA 150 KVA.				
18,11	Red en cu 3 #2XLPE	ML	118,00	\$ 85.000,00	\$ 10.030.000,00
18,12	Ducto PVC tipo pesado en 3X3"	ML	100,00	\$ 22.000,00	\$ 2.200.000,00
18,13	Caja de paso media tensión norma ESSA. Vehicular.	UND	5,00	\$ 450.000,00	\$ 2.250.000,00
18,14	Bajante y capacete galvanizado en 3"	GL	1,00	\$ 380.000,00	\$ 380.000,00
18,15	Transformador tipo jardín de 300 KVA	UND	1,00	\$ 40.000.000,00	\$ 40.000.000,00
18,16	Malla de Puesta a tierra	GL	1,00	\$ 1.800.000,00	\$ 1.800.000,00
18,17	Terminales pre moldeados de 15 KV tipo interior y Exterior	GL	1,00	\$ 2.000.000,00	\$ 2.000.000,00
18,18	Protecciones de 15 KV	GL	1,00	\$ 2.100.000,00	\$ 2.100.000,00
18,19	Puerta cortafuego de 2X2 m con ventana. RETIE	UND	1,00	\$ 5.600.000,00	\$ 5.600.000,00
18,2	Compuerta tipo dámper	UND	2,00	\$ 430.000,00	\$ 860.000,00
18,21	Carcamo en concreto para cables con tapa en Hierro.	ML	22,00	\$ 44.000,00	\$ 968.000,00
				SUB TOTAL CAP 18.1	\$ 68.188.000,00
18,2	ACOMETIDAS Y TABLEROS DE BAJA TENSION.				
18,21	Acometida general en Cu 6#4/0+2#3/0+2#1/0 AWG THHN.	ML	25,00	\$ 319.000,00	\$ 7.975.000,00

18, 22	Tablero general de baja tensión	UND	1,00	\$ 14.900.000,00	\$ 14.900.000,00
18, 23	Tablero interno trifásico normal de 36 puestos.	UND	3,00	\$ 1.280.000,00	\$ 3.840.000,00
18, 24	Tablero interno trifásico de distribución de 24 puestos.	UND	2,00	\$ 1.230.000,00	\$ 2.460.000,00
18, 25	Tablero Regulado trifásico de 36 puestos.	UND	2,00	\$ 1.400.000,00	\$ 2.800.000,00
18, 26	Tablero regulado trifásico de 24 Puestos.	UND	2,00	\$ 1.300.000,00	\$ 2.600.000,00
18, 27	Tablero de potencia para UPS.	UND	1,00	\$ 7.000.000,00	\$ 7.000.000,00
18, 28	Tablero de Potencia para Aires Acondicionados.	UND	1,00	\$ 3.400.000,00	\$ 3.400.000,00
18, 29	Tablero de control de alumbrado	UND	4,00	\$ 1.500.000,00	\$ 6.000.000,00
18, 3	Red en Cu en 3#4+1#6+1#8	ML	295,00	\$ 44.000,00	\$ 12.980.000,00
18, 31	Red en Cu en 3#2+1#4+1#6	ML	145,00	\$ 35.000,00	\$ 5.075.000,00
18, 32	Red en Cu en 3#1/0+1#2+1#4	ML	65,00	\$ 95.000,00	\$ 6.175.000,00
				SUB TOTAL CAP 18.3	\$ 75.205.000,00
18, 3	TOMACORRIENTES				
18, 31	Tomacorriente doble 110 V normal. En muro.	UND	20,00	\$ 96.000,00	\$ 1.920.000,00
18, 32	Tomacorriente doble regulado tipo hospital 110 V. en muro.	UND	10,00	\$ 100.000,00	\$ 1.000.000,00
18, 33	Tomacorriente GFCI	UND	15,00	\$ 130.000,00	\$ 1.950.000,00
18, 34	Tomacorriente doble 110 V normal. En canaleta o escritorio.	UND	198,00	\$ 73.000,00	\$ 14.454.000,00
18, 35	Tomacorriente doble regulado tipo hospital 110 V. en canaleta.	UND	198,00	\$ 79.000,00	\$ 15.642.000,00
18, 36	Salida para Unidad de Aire Acondicionado interior.	UND	35,00	\$ 175.000,00	\$ 6.125.000,00
				SUB TOTAL CAP 18.	\$ 41.091.000,00
18, 4	ILUMINACION				
18, 41	Salida y lámpara de 2X32 W normal de empotrar.	UND	48,00	\$ 165.000,00	\$ 7.920.000,00
18, 42	Salida y lámpara sobre muro.	UND	15,00	\$ 78.000,00	\$ 1.170.000,00
18, 43	Salida y lámpara de emergencia.	UND	42,00	\$ 420.000,00	\$ 17.640.000,00
18, 44	Salida y lámpara de 2X32 W Hermética de sobreponer. Ducto EMT Sótano	UND	70,00	\$ 205.000,00	\$ 14.350.000,00
18,	Salida y lámpara semiespecular de	UND	350,00	\$	\$

45	4X17 W. Empotrar			160.000,00	56.000.000,00
18, 46	Salida y lámpara en Na 250 W 220 V en poste metálico de 10 m X4"	UND	8,00	\$ 1.250.000,00	\$ 10.000.000,00
18, 47	Salida y lámpara ornamental de 70 W 220 en poste de 4mX2"	UND	18,00	\$ 800.000,00	\$ 14.400.000,00
				SUB TOTAL CAP 18.4	\$ 121.480.000,00
18, 5	VOZ Y DATOS				
18, 51	Canaleta plástica de 105X50 mm.	ML	125,00	\$ 37.500,00	\$ 4.687.500,00
18, 52	Salida doble RJ-45 cat 6 en canaleta o escritorio.	UND	160,00	\$ 120.000,00	\$ 19.200.000,00
18, 53	Bandeja Portacables de 60X20 cm	ML	290,00	\$ 58.000,00	\$ 16.820.000,00
18, 54	Salida doble RJ-45 cat 6 sobre muro..	UND	10,00	\$ 125.000,00	\$ 1.250.000,00
18, 55	Rack cerrado de 1,1 m	UND	3,00	\$ 945.000,00	\$ 2.835.000,00
18, 56	Patch panel de 48 puestos cat 6,	UND	9,00	\$ 370.000,00	\$ 3.330.000,00
18, 57	Patch cord de 1,5 m Cat 6.	UND	320,00	\$ 20.000,00	\$ 6.400.000,00
18, 58	Certificación de salida RJ-45 cat 6,	UND	320,00	\$ 11.000,00	\$ 3.520.000,00
18, 59	Cable UTP Cat 6.	ML	9600,00	\$ 2.000,00	\$ 19.200.000,00
18, 6	Ducto Pvc de 3X2" en piso para comunicaciones.	ML	100,00	\$ 27.000,00	\$ 2.700.000,00
18, 61	Certificación Retie y tramites de legalización ante la ESSA S.A. E.S.P.	GL	1,00	\$ 2.600.000,00	\$ 2.600.000,00
18, 62	Caja de paso de 60X60X80 cm para comunicaciones	UND	8,00	\$ 340.000,00	\$ 2.720.000,00
18, 63	Cable telefónico BCH de 50 Pares.	ML	195,00	\$ 37.000,00	\$ 7.215.000,00
18, 64	Fibra óptica multimodo de 12 hilos 50/125 micrones	ML	110,00	\$ 60.000,00	\$ 6.600.000,00
18, 65	Strip telefónico de 50 pares	UND	2,00	\$ 1.350.000,00	\$ 2.700.000,00
18, 66	Switche 3 com de 48 puestos.	UND	9,00	\$ 5.000.000,00	\$ 45.000.000,00
				SUB TOTAL CAP 18.5	\$ 146.777.500,00
19	EQUIPOS ELECTRICOS				
19, 1	Planta de emergencia para 300 KVA.				
19, 11	Suministro e instalación de planta de emergencia para 300 KVA.	UND	1,00	\$ 140.000.000,00	\$ 140.000.000,00
				SUB TOTAL CAP 18.6	\$ 140.000.000,00

19, 2	UPS de 45 KVA.				
19, 21	Suministro e instalación de UPS de 45 KVA.	UND	1,00	\$ 64.042.013,28	\$ 64.042.013,28
				SUB TOTAL CAP 18.7	\$ 64.042.013,28
				TOTAL CAPITULO 18	
	TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				\$ 2.614.744.963,28
	ADMINISTRACION			20%	\$ 522.948.992,66
	IMPREVISTOS			3%	\$ 78.442.348,90
	UTILIDAD			5%	\$ 130.737.248,16
	TOTAL DE COSTOS				\$ 3.346.873.553 ,00

Anexo 2. Conteos

- Mampostería

IDENTIFICACION		TIEMPOS			OBSERVACIONES
Obrero	piso/ zona	T.P.	T.C.	T.N.C.	
Oficial		11	4		
Ayudante			12	3	
Ayudante		10	5		
Ayudante			8	7	
Ayudante		9	3	3	
Ayudante			9	6	
Ayudante		5	8	2	
Oficial			6	9	
Oficial			4	11	
Ayudante			11	4	
Ayudante		11	4		
Ayudante		8	5	2	
Ayudante		9	4	1	
Oficial			7	8	
Ayudante			11	4	
Ayudante			9	6	
Ayudante		13	2		
Ayudante			5	10	
Ayudante		8	5	2	
Ayudante			7	8	
Ayudante		6	9		

Oficial		5	2	8	
Oficial		15			
Ayudante		14	1		
Ayudante		9	6		
Ayudante		11	2	2	
Ayudante		13	2		
Ayudante		9	5	1	
Ayudante		8	7		
Ayudante		15			
Ayudante		3	8	4	
Oficial		12	3		
Oficial		7	6	2	
Oficial		11	4		
Ayudante		8	5	2	
Ayudante		10	5		
Ayudante		7	3	5	
Ayudante		6	6	3	
Ayudante		4	5	6	
Ayudante		14		1	
Ayudante		6	9		
Ayudante		5	2	8	
Ayudante		15			
Ayudante		14	1		
Oficial		9	6		
Oficial		11	2	2	
Oficial		13	2		
Ayudante		9	5		

Oficial		9	6		
Oficial		11	2	2	
Ayudante		13	2		
Ayudante		6	5	1	
Ayudante		8	2		
Ayudante		15			
Ayudante		3	7	4	
Ayudante		12	3		
Oficial		7	5		
Ayudante			4	6	
Ayudante			11	6	
Ayudante			8	9	
Ayudante			7	11	

- Cubierta

IDENTIFICACION		TIEMPOS			OBSERVACIONES
Obrero	piso/ zona	T.P.	T.C.	T.N.C.	
Ayudante		15			
Ayudante		15			
Ayudante		15			
Ayudante		10	4	1	
Ayudante		13	2		
Ayudante		14	1		
Ayudante		10	2	3	
Ayudante		11	1	3	
Ayudante		8	5	2	
Ayudante		3	11	1	
Ayudante			14	1	
Ayudante			15	1	
Ayudante			13	2	
Oficial		15			
Ayudante		14		1	
Ayudante		13		2	
Ayudante			15		
Ayudante		13	2		
Ayudante			13	2	
Ayudante				15	
Ayudante			13	2	
Oficial		13	2		
Oficial			13	2	

Ayudante			15		
Ayudante				15	
Ayudante			4	11	
Ayudante		11	2	2	
Ayudante				15	
Ayudante			15		
Ayudante		1	9	5	
Ayudante		14	1		
Oficial		1	7	7	
Ayudante		14	1		
Ayudante			5	10	
Ayudante		4	7	4	
Ayudante		13	2		
Ayudante		3	10	2	
Oficial		6	9		
Ayudante		13	2		
Ayudante		2	7	6	
Ayudante		3	5	7	
Ayudante			13	2	
Ayudante			15		
Ayudante				15	
Ayudante			4	11	
Ayudante		11	2	2	
Ayudante				15	
Ayudante		10	4	1	
Ayudante		13	2		
Ayudante		14	1		

Oficial		10	2	3	
Ayudante		11	1	3	
Ayudante		8	5	2	
Ayudante		3	11	1	
Ayudante			14	1	
Ayudante			15	1	
Oficial		7	7	1	
Ayudante				15	
Ayudante		8	7		
Ayudante		15			
Ayudante		13	2		
Oficial		5	5	5	
Oficial			6	9	
Oficial			15		
Ayudante		8	2	5	
Oficial		5	9	1	
Oficial				15	
Ayudante			12	3	
Ayudante		11	2	2	
Ayudante			13	3	
Ayudante		14	1		
Ayudante		13	2		
Ayudante		2	10	3	
Oficial			4	11	
Ayudante			5	10	
Ayudante			9	6	
Ayudante		6			

Oficial		7	2		
Oficial		10	4	1	
Ayudante		13	2		
Ayudante		14	1		
Ayudante		10	2	3	
Ayudante		11	1	3	
Ayudante		15			
Ayudante		15			
Ayudante		15			
Ayudante		4	10	1	
Ayudante		3	8	4	
Ayudante		13	2		
ayudante		3	7	5	
Ayudante		1	6	8	
Ayudante		1	9	5	
Ayudante		1	6	8	
Ayudante		12	3		
Ayudante			6	9	
Ayudante			8	7	
Ayudante		13	2		
Ayudante		3	8	4	
Oficial		4	10	1	
Ayudante		7	2		
Ayudante		10	4	1	
Ayudante		13	2		
Ayudante		14	1		
Ayudante		10	2	3	

Ayudante		11	1	3	
Ayudante		15			

- Instalaciones hidráulicas

IDENTIFICACION		TIEMPOS			OBSERVACIONES
Obrero	piso/ zona	T.P.	T.C.	T.N.C.	
Ayudante		12		3	
Ayudante		10	2	3	
Ayudante		15			
Oficial			15		
Ayudante		12	1	2	
Ayudante		13		2	
Ayudante		10		5	
Ayudante		14	1		
Oficial		14		1	
Ayudante		14	1		
Ayudante		13	2		
Ayudante		11	4		
Ayudante		13	2		
Ayudante		14		1	
Ayudante		15			
Ayudante		12		3	
Ayudante		13	2		
Ayudante		14		1	
Ayudante		10	4	1	

Ayudante		13		2	
Ayudante		12	3		
Ayudante		12		3	
Ayudante			15		
Oficial			15		
Ayudante		13			
Ayudante			14	1	
Oficial			15	1	
Oficial			13	2	
Oficial		15			
Ayudante		14		1	
Ayudante		13		2	
Ayudante			15		
Ayudante		13	2		
Ayudante			13	2	
Ayudante				15	
Ayudante			13	2	
Ayudante		12	3		
Ayudante			15		
Ayudante		14	1		
Ayudante			13	2	
Ayudante		10	5		
Ayudante		5	5	5	
Ayudante			13	2	
Ayudante		15			
Oficial		15			
Oficial		13	2		

Oficial		11	4		
Oficial		7	7	1	
Ayudante			8	7	
Ayudante		6	6	3	
Ayudante			10	5	
Ayudante			11	4	
Ayudante			7	8	
Ayudante		15			
Ayudante		15			
Ayudante		15			
Oficial		14	1		
Ayudante		3	8	4	
Ayudante		12	3		
Ayudante		7	6	2	
Ayudante		11	4		
Oficial		8	5	2	
Oficial		5	5	5	
Oficial		7	3	5	
Ayudante		6	6	3	
Oficial		14	1		
Ayudante		10	5		
Ayudante		15			
Ayudante		7	7	1	
Ayudante		10	5		
Ayudante		6	6	3	
Ayudante			10	5	
Oficial			11	4	

Ayudante		11	5		
Ayudante			5	10	
Ayudante			13	2	
Ayudante			14	1	
Ayudante		15			
Ayudante			7	8	
Ayudante		15			
Ayudante		15			
Ayudante		5	10		

- Frisos

IDENTIFICACION		TIEMPOS			OBSERVACIONES
Obrero	piso/ zona	T.P.	T.C.	T.N.C.	
Ayudante		10	5		
Ayudante		15			
Ayudante		15			
Oficial		8	2	5	
Ayudante			10	5	
Ayudante		8	5	1	
Ayudante		6	2	7	
Ayudante			10	5	
Ayudante			15		
Ayudante		7	7	1	
Ayudante		6	9		
Ayudante		8	5	2	

Ayudante		9	5	1	
Ayudante			7	8	
Ayudante			11	4	
Oficial			9	6	
Ayudante		13	2		
Ayudante			5	10	
Ayudante		8	5	2	
Ayudante			7	8	
Ayudante			15		
Oficial		5	2	8	
Oficial		15			
Ayudante		10	5		
Ayudante		7	7	1	
Ayudante			15		
Oficial			15		
Ayudante		11	4		
Ayudante		10	3	2	
Ayudante		8	2	5	
Ayudante			11	4	
Ayudante		12	3		
Ayudante		10	5		
Oficial		11	4		
Ayudante		8	5	2	
Ayudante		10	5		
Ayudante		7	3	5	
Ayudante		6	6	3	
Ayudante		4	5	6	

Ayudante		14		1	
Ayudante		6	9		
Ayudante		5	2	8	
Ayudante		15			
Ayudante		14	1		
Oficial		15			
Oficial		11	2	2	
Oficial		13	2		
Ayudante		10	5		
Oficial			5	10	
Oficial		15			
Ayudante		15			
Ayudante			7	8	
Ayudante		6	5	4	
Oficial		15			
Ayudante		4	7	4	
Ayudante			3		
Ayudante		5	10		
Ayudante			15		
Ayudante		7	7	1	
Ayudante			8	7	
Ayudante			15		