

---

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“VENTAJAS DEL PLANEAMIENTO, PROGRAMACIÓN  
Y CONTROL DE UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN  
ENFOCADO AL CLIENTE”**



TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR

Bach. IRMA VICTORIA VELÁSQUEZ LÓPEZ - RAYGADA

ASESORA :

Ing. ENRIQUETA PEREYRA SALARDI

LIMA – PERÚ

2012

---

*DEDICATORIA*

A mi mama, Irma López – Raygada , que me enseñó a tener y mantener la fuerza para seguir adelante a pesar de las adversidades y que con fe y mucho esfuerzo se consigue lo que uno se propone, a mi papa, Carlos Velásquez, por el sacrificio en darme las herramientas necesarias para conseguir mis sueños, a mi esposo, N. Miguel Rodríguez , por darme el empuje y amor para alcázar mis logros y a Valentina Rodríguez Velásquez; mi hija que está creciendo dentro de mí llenándome de amor y contando los días para estar juntas.

---

## AGRADECIMIENTO

A la Ing. Enriqueta Pereyra, mi asesora de tesis y a Jorge Villanueva un buen amigo; los cuales me guiaron y apoyaron en el desarrollo de este trabajo.

---

# CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I: MARCO ECONÓMICO DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ .....</b>	<b>9</b>
1.1 SITUACIÓN ECONÓMICA .....	9
1.2 SECTOR CONSTRUCCIÓN .....	12
<b>CAPÍTULO II: ESTADO DEL ARTE DE LA CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
2. EL ESTADO DEL ARTE DE LA CONSTRUCCIÓN .....	15
2.1. LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS .....	16
2.2. LA PRODUCTIVIDAD .....	16
2.3. PRODUCTIVIDAD EN EL SECTOR GLOBAL INDUSTRIAL .....	19
2.3.1. EVOLUCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO .....	19
2.4. ESTADO ACTUAL DE LA CONSTRUCCIÓN Y SU ENTORNO .....	25
2.4.1. PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ: .....	25
2.4.2. PARADIGMAS .....	27
2.4.3. ESTÁNDARES, PROCEDIMIENTOS, CALIDAD Y SEGURIDAD EN CONSTRUCCIÓN .....	28
2.4.4. ORGANIZACIÓN Y CONCEPCIÓN DE ACTIVIDADES .....	29
2.4.5. ESTUDIO DE TRABAJO .....	30
<b>CAPÍTULO III: BASES TEÓRICAS PARA EL DESARROLLO DE UN PROYECTO. ....</b>	<b>32</b>
3. BASES TEÓRICAS PARA EL DESARROLLO DE UN PROYECTO .....	32
3.1. EL ENFOQUE MECANICISTA .....	32
3.1.1. MEDICIONES LOCALES .....	32
3.1.2. CAUSAS .....	32
3.2. TEORÍA DE SISTEMAS .....	33
3.2.1. DEFINICIÓN DE SISTEMAS .....	33
3.2.2. TIPOS DE SISTEMAS .....	34
3.2.3. CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA .....	40
3.3. TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC) .....	42
3.3.1. LA META DE UN ORGANIZACIÓN SEGÚN TOC .....	42

3.4. LEAN PRODUCTION: PRODUCCIÓN SIN PÉRDIDAS .....	47
3.4.1. LEAN CONSTRUCTION .....	55
3.5. RECURSOS HUMANOS: .....	60
3.5.1. MOTIVACIÓN .....	61
3.5.2. CARACTERÍSTICAS LABORALES PARA LOGRAR UNA MOTIVACIÓN INTERNA. ....	62
3.5.3. ESTADOS PSICOLÓGICOS CRÍTICOS .....	63
3.5.4. MOTIVACIÓN PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD .....	64
<b>CAPÍTULO IV: HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN Y PRODUCCIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS. ....</b>	<b>66</b>
4. HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN Y PRODUCCIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS. ....	66
4.1. FLUJO EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN .....	66
4.1.1. MEDICIONES .....	67
4.1.2. CADENA DE VALOR .....	70
4.1.3. LOGÍSTICA .....	70
4.2. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN .....	71
4.2.1. PLANEACIÓN .....	72
4.2.2. PROGRAMACIÓN .....	72
4.2.3 ORGANIZACIÓN .....	73
4.2.4. CONTROL .....	73
4.3. TEORÍA DE LAST PLANNER .....	74
4.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS .....	75
4.4.1. PLANIFICACIÓN GENERAL .....	77
4.4.2. CARACTERÍSTICAS DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO .....	81
4.4.3 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO (EDS ó WBS) .....	81
4.4.4. PLAN DE HITOS .....	83
4.4.5. CARTA BALANCE .....	83
4.4.6. CONTROL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS .....	86
4.4.7. PLAN DE PROYECTO .....	92
4.5. MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN .....	93
4.5.1. ANTECEDENTES .....	95
4.6. MÉTODOS GRÁFICOS .....	98
4.6.1. DIAGRAMA DE FLECHAS .....	98
<b>CAPÍTULO V: SITUACIÓN Y ESTADO DEL PROYECTO .....</b>	<b>108</b>
5. SITUACIÓN Y ESTADO DEL PROYECTO .....	108
5.1 GENERALIDADES .....	108

5.1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO .....	108
5.1.2. CUADRO DE ÁREAS .....	110
5.1.3. PLAZO DE EJECUCIÓN DE OBRA .....	111
5.1.4. COSTOS.....	113
5.2. DESARROLLO REAL DE LA OBRA “EDIFICIO RAYGADA” .....	116
5.2.1. FALTA DE INICIACIÓN Y PLANIFICACIÓN GENERAL : .....	116
5.2.2. FALTA DE ANÁLISIS WBS. ....	129
5.2.3. FALTA DE PLANIFICACIÓN DE PROCESOS: .....	132
5.2.4. FALTA CONTROL: .....	136
<b>CAPÍTULO VI: APLICACIÓN DE METODOLOGÍA .....</b>	<b>165</b>
6. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA.....	165
6.1 INICIACIÓN Y PLANIFICACIÓN GENERAL: .....	165
6.2. W.B.S (WORK BEARKDOWN STRUCTURE – ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DEL TRABAJO .....	172
6.4. CONTROL.....	186
6.4.1. PROPUESTA DE MEJORAS – ENCOFRADO VERTICAL : .....	190
6.4.2. MUROS DE ALBAÑILERÍA:.....	195
6.4.3. TARRAJEO DE MUROS INTERIORES: .....	196
6.4.4. CONCRETO DE OBRA .....	199
<b>CAPÍTULO VII: CONCLUSIÓN DE RESULTADOS Y PROCEDIMIENTO PROPUESTO. ....</b>	<b>201</b>
7. CONCLUSIÓN DE RESULTADOS .....	201
7.1. INICIACIÓN DE PLANIFICACIÓN GENERAL: .....	201
7.2. CONTROL DE OBRA.....	205
7.3. CONCLUSIONES FINALES .....	206
<b>PROCEDIMIENTO PARA EL PLANEAMIENTO, EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS ORGANIZADAS POR PROCESOS (PPEC) .....</b>	<b>207</b>
1. DENIFIR EL PROPÓSITO. ....	207
2. ALCANCE DENIFIR EL PROPÓSITO. ....	207
3. DESARROLLO DEL PROYECTO .....	207
4. DEFINICIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN: .....	208
5. DEFINICIÓN DE LA DIRECCIÓN DE PROCESOS: .....	210
6. CONTROL DE COSTOS Y PRODUCCIÓN .....	210
7.....	212
PASOS PARA MEJORA CONTINUA .....	212

---

<b>BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS:</b> .....	<b>213</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>214</b>
ANEXO I: ENCOFRADO DE COLUMNAS .....	214
ANEXO II: MUROS DE ALBAÑILERÍA.....	230
ANEXO III: TARRAJEO DE MUROS .....	246
ANEXO IV: COLOCACION DE CONCRETO .....	259

---

# INTRODUCCIÓN

El campo de la construcción es el sector de mayor importancia en el desarrollo de un país, de esta manera se mide el grado de crecimiento del mismo por ser fuentes de trabajo e incremento de los otros sectores.

A pesar de ser una gran fuente económica de un país no se llega a entender los motivos por los cuales y especialmente en latinoamericana no se genera el gran desarrollo esperado tal como en Europa, Asia o América del Norte.

La industria de la construcción presenta características únicas que analizadas no llegan a justificar el grado de desarrollo en la que se encuentra: condiciones climatológicas, trabajo bajo presión, poca capacitación y sobre todo planificación existente.

Es por esto que mejorar la planificación, programación y control de un proyecto es el objetivo de esta investigación demostrando que el principal problema de la construcción es no saber administrar los recursos los cuales deberán estar disponibles para cuando sean requeridos de lo contrario se genera atrasos no deseados, por esa razón es que aplicaremos las herramientas de planificación como las teorías de Lean Construction, Restricciones para contribuir con el aumento de la productividad del sector de la construcción.

---

# CAPÍTULO I:

## MARCO ECONÓMICO DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ

En este capítulo se desarrollará el crecimiento económico visto en los últimos años así como las proyecciones que posee.

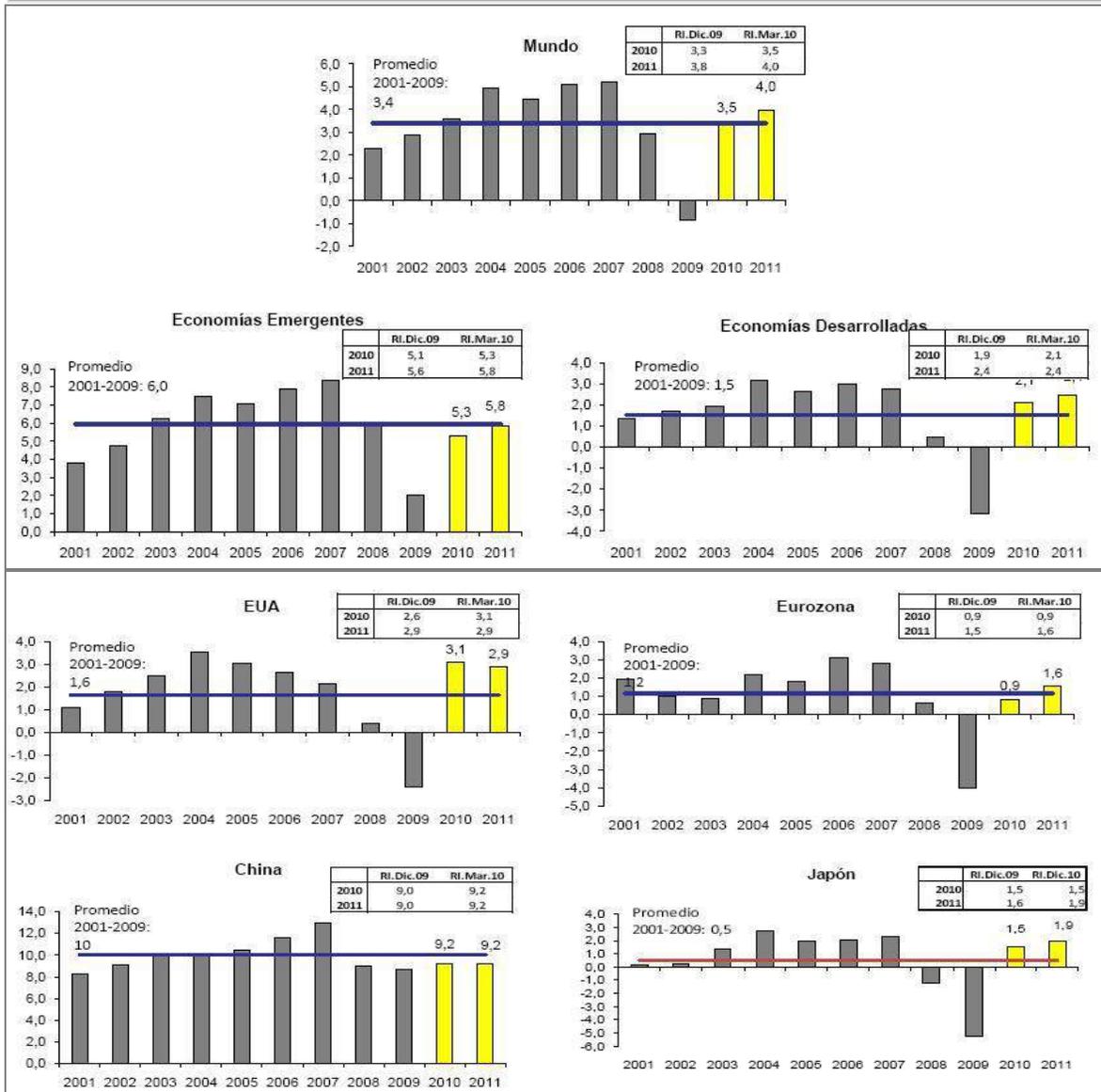
La crisis económica internacional (2008 – 2009) de la que el país está saliendo producida por la sobrevaloración de los inmuebles en Estados Unidos provocando que las empresas nacionales como internacionales no inviertan en nuevos proyectos de construcción debido a la demanda del mercado en bienes inmobiliarios.

De esta manera se analizará en entorno económico del Perú basándonos en indicadores económicos (Banco Central de Reserva)

### **1.1 SITUACIÓN ECONÓMICA**

El sector de económico a nivel mundial se ha visto afectado por la llamada “Crisis Económica” desde setiembre del 2008 hasta mediados del 2009 afectando la inversión en proyectos de diversos sectores y de mayor importancia en el de la construcción.

Figura 01 -01: Señales de Recuperación en diversas regiones del mundo.



Fuente: Banco Central de Reserva – Reporte de Inflación Marzo 2010.

Afortunadamente debido a las inyecciones económicas o planes de emergencia (Figura 01-01) teniendo como objetivo la inversión en infraestructura entre otros y de esta manera dinamizar el consumo interno de materiales, etc.

Actualmente el Perú es un país atractivo para las inversiones extranjeras, lo cual está generando un crecimiento económico sostenido en la población; esto se ve reflejado en el crecimiento del PBI<sup>1</sup>, en la siguiente gráfica se muestra la variación del PBI<sup>1</sup> en los últimos años del 2001 hasta la proyección al 2011 y qué porcentaje ocupa el sector construcción en el crecimiento per cápita del país.

Para este año el crecimiento del PBI (Figura 01-02) es de un 5.5 % y se espera que para el 2012 se mantenga o se incremente hasta un 5.7%.

**Figura 01 -02: Demanda Interna y PBI**

DEMANDA INTERNA Y PBI (Variaciones porcentuales reales)						
	2008	2009	2010*		2011*	
			RI Dic 09	RI Mar 10	RI Dic 09	RI Mar 10
<b>1. Demanda interna</b>	12,1	-2,9	6,2	6,8	6,1	6,3
a. Consumo privado	8,7	2,4	3,3	3,3	4,2	4,2
b. Consumo público	2,1	16,5	4,9	4,2	3,9	3,1
c. Inversión privada	25,8	-15,2	6,3	8,8	9,0	9,0
d. Inversión pública	42,8	25,9	22,0	19,8	9,8	6,0
e. Variación de existencias (% PBI)	1,0	-2,4	0,0	-0,9	0,5	0,1
<b>2. Exportaciones</b>	8,8	-2,5	5,5	5,5	5,7	5,7
<b>3. Importaciones</b>	19,8	-18,4	8,8	11,9	8,9	9,9
<b>4. Producto Bruto Interno</b>	9,8	0,9	5,5	5,5	5,5	5,5
<i>Memo:</i>						
<i>Gasto público</i>	13,4	19,8	11,2	9,9	6,3	4,2

RI: Reporte de Inflación

Fuente: Banco Central de Reserva – Reporte de Inflación Marzo 2011.

En el 2009 todos los sectores económicos redujeron su crecimiento con respecto al 2008 causa de la “Crisis Económica” uno de los que tuvo mayor caída fue el sector de la construcción y ya que dicho sector es uno de los que mayor influencia en el PBI global este mismo se vino abajo ( Figura 01-03).

<sup>1</sup> PBI: Producto Bruto interno, es el valor monetario total de la producción corriente de bienes y servicios de un país durante un periodo.

Figura 01 -03 : Proyectos de Inversión

<b>PRODUCTO BRUTO INTERNO</b>				
<b>(Variación porcentual)</b>				
	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010*</b>	<b>2011*</b>
Agricultura y ganadería	7.2	2.3	2.7	3.6
Pesca	6.3	-7.9	0.3	0.4
Minería e hidrocarburos	7.6	0.6	2.8	3.8
Manufactura	9.1	-7.2	6.5	5.3
Electricidad y agua	7.7	1.2	4.9	5.5
<b>Construcción</b>	<b>16.5</b>	<b>6.1</b>	<b>12.5</b>	<b>9.5</b>
Comercio	13.0	-0.4	5.1	5.2
Otros servicios	9.1	3.1	5.4	5.6
<b>PBI</b>	<b>9.8</b>	<b>0.9</b>	<b>5.5</b>	<b>5.5</b>
Primario	7.4	1.0	2.6	3.7
No primario	10.3	0.8	6.1	5.8

\* Proyección.

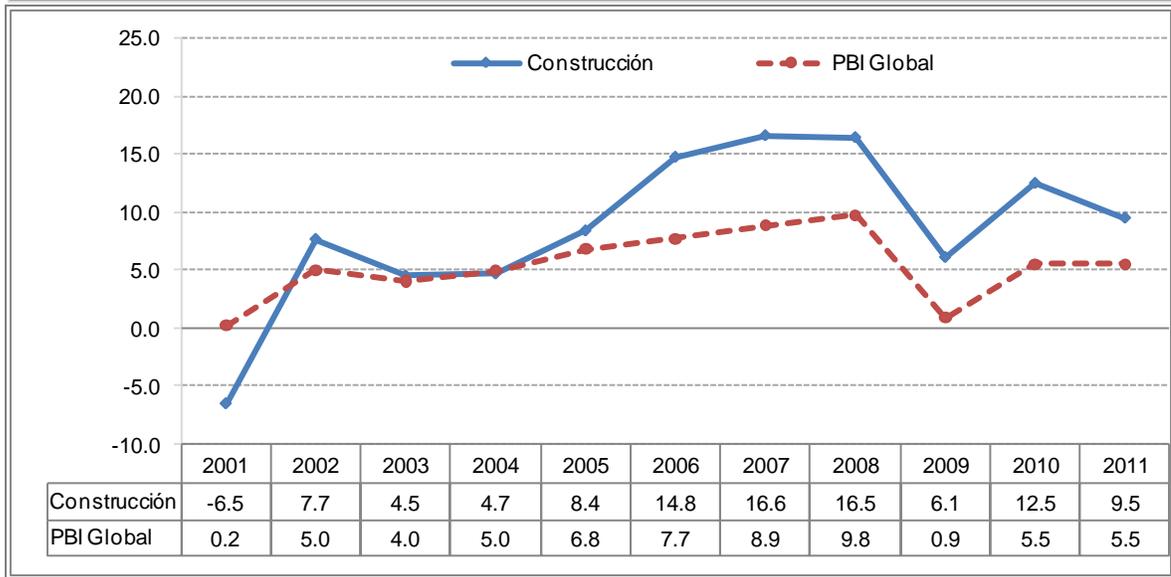
Fuente: Banco Central de Reserva – Reporte de Inflación Marzo 2010.

## 1.2 SECTOR CONSTRUCCIÓN

El sector de la construcción mantuvo un crecimiento sostenible en el periodo 2003 - 2008 debido a la inversión del sector público y privado (Figura 01-04) , motivado por una estabilidad política que se acentuó al final del 2002.

En el 2010 luego de la “Crisis Económica” el sector construcción creció en un 6.40 % influenciado al PBI global , tal como se indica en el siguiente cuadro.

Figura 01 - 04: Evolución del PBI 2001-2011



Fuente: Banco Central de Reserva

Es así que para los futuros años se espera un considerable aumento en el sector de la construcción ya que el país es un atractivo de inversión tanto para peruanos como para extranjeros, es así que hemos podido apreciar el arribo de empresas constructoras colombianas, chilenas, y españolas, quienes han entrado a competir por el mercado de la construcción, específicamente en el sector vivienda.

De esta manera se genera una alta competitividad en el mercado; es por eso que se requiere un máximo aprovechamiento de todos los recursos a manera de obtener mayor utilidad manteniendo costos apropiados. Teniendo claro que para lograr el objetivo se deben reducir los costos sin perjudicar la calidad para poder ser más competitivos, lo cual significa ser más productivos, de esta manera surge la “Gerencia de Proyectos en la Construcción”, la cual se desarrolló en Europa y en Estados Unidos alrededor de los años cincuenta, etapa posterior a la Segunda Guerra Mundial, cuando fue necesaria la reconstrucción de Europa.

Hoy en día los proyectos se hacen más complejos, estos se desarrollan a gran magnitud por lo que no basta con la intuición y experiencia de los ingenieros para administrar los mismos. Es en esta época cuando empieza a desarrollarse literatura referente a la Gerencia de Proyectos de Construcción.

---

En el Perú, tanto empresas constructoras como sus proveedores, poco se han interesado en la planificación y el control de sus proyectos; todavía algunos se limitan a la experiencia de los ingenieros, y desarrollan los proyectos sin ninguna planeación formal ni bajo controles sin ningún rigor.

Actualmente la administración de proyectos es un tema aprendido sólo en algunas carreras como Economía o Administración de Empresas, dejándolo de lado en el sector de la construcción a excepción de las empresas constructoras de gran envergadura dado que la inversión es mayor y las pérdidas generadas por una mala planificación pre-operativa implican gastos mayores.

En cambio en el caso de las pequeñas empresas constructoras no se está tomando en cuenta un análisis pre-operativo, lo cual reduce la productividad requerida para poder competir en el mercado. De esta manera, estamos en la necesidad de desarrollar nuevas maneras de crecimiento en el sector de la construcción.

Un proyecto de construcción involucra diferentes procesos, recursos humanos y materiales, por lo que es necesario contar con un plan de obra para establecer una buena comunicación en los diferentes procesos ya que cada uno puede tener diferentes objetivos y perspectivas, así como formas de hacer un determinado proceso; es de esta manera que se necesita contar con una herramienta que nos indique cómo, cuándo y en qué tiempo se desarrollará un proceso.

Cuando trabajamos por procesos nos focalizamos en la manera en que el proceso  $i$  afecta al proceso  $i+1$ ; ya sea por la calidad o la cantidad. Lo que muchas veces hemos dejado de lado es el hecho de considerar la influencia de la transmisión de la variabilidad entre los procesos; vale decir, la manera en que la variabilidad de producción del proceso  $i$  afecta al proceso  $i+1$ .

De esta manera el propósito de realizar la tesis es comparar las técnicas de programación, planificación y control de dos proyectos desarrollados, uno que presenta problemas durante su desarrollo y por lo tanto su utilidad final se vio afectada, y otro proyecto que sí desarrolló una adecuada planificación lo que la llevó a incrementar sus utilidades e iniciar un proceso de mejora continua.

---

## CAPÍTULO II:

# ESTADO DEL ARTE DE LA CONSTRUCCIÓN

En este capítulo se desarrollará el concepto de la productividad en la construcción tomando como base la evolución del sistema productivo y su enfoque en la actualidad al contar con los paradigmas existentes, estándares de calidad y procedimientos establecidos en la construcción.

## 2. EL ESTADO DEL ARTE DE LA CONSTRUCCIÓN

Hoy y siempre las organizaciones han realizado hasta lo imposible por minimizar costos, captar nuevos mercados y afrontar los problemas que se presentan día a día generados por la globalización, nuevos clientes, nuevas organizaciones y la competencia directa a causa de los ciclos de producción acortados.

Considerando esta situación en que las organizaciones cuentan con niveles potencialmente similares con respecto a los recursos físicos necesarios para enfrentar la competencia. ¿Cuál es el recurso diferenciador?

La diferencia entre un proyecto y un proyecto exitoso es utilizar al máximo los recursos disponibles sin aumentar los costos y disminuyendo los tiempos previstos

De esta manera podremos hacernos algunas preguntas:

- ¿Cuál es la orientación que tienen las empresas constructoras respecto al desarrollo?
- ¿Cuál es el factor más importante para lograr el desarrollo?
- ¿Cómo es el entorno de las empresas constructoras?

Estas preguntas nos ayudarán para saber el estado en que se encuentran la industria de la construcción.

---

## 2.1. LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS

Empresa se denomina al organismo social integrado por elementos humanos, técnicos y materiales cuyo objetivo natural y principal es la obtención de utilidades.

Las empresas constructoras tienen como finalidad la generación de utilidades mediante la ejecución de proyectos de construcción, pero debido a la gran demanda de la construcción en nuestro país diversas empresas han ingresado a este rubro, lo cual indica un aumento en la oferta, por lo que origina que los precios en las edificaciones sean cada vez menores.

Entonces si la utilidad es la diferencia entre la venta y el costo, y consideramos la venta una constante, la conclusión lógica sería que para obtener mayores utilidades tendríamos que disminuir los costos, lo cual nos generaría ser más productivos.

## 2.2. LA PRODUCTIVIDAD

Para medir una operación, debemos tener un parámetro que nos permita evaluar nuestro trabajo. Este parámetro es la productividad, que viene a ser la razón del producto terminado a los insumos que utiliza.

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \text{CANTIDAD DE PRODUCTO} / \text{CANTIDAD DE INSUMOS}$$

Podemos observar que la productividad aumentará en la medida que el numerador de esta ecuación aumente para una misma cantidad de insumos que participan en la operación. De esta manera la productividad mide lo bien que se utilizan los recursos para generar un producto.

Sin embargo, y en términos generales, la productividad alta es inútil si lo que se produce es defectuoso o no satisface las necesidades del cliente. Es por ello que se debe incluir a la calidad en la medición de la productividad. De esta manera definiremos la productividad en los siguientes términos:

**PRODUCTIVIDAD = CANTIDAD DE PRODUCTO ACEPTABLES/ CANTIDAD DE INSUMOS**

De esta manera la Productividad llega a tener diferentes definiciones, en algunos casos se relaciona con los recursos utilizados y en otros con la ejecución de una labor, siendo cada una de estas definiciones la correcta, ya que la productividad tienen que ver con ambos factores.

El Departamento de Comercio de los Estados Unidos de América define como productividad a la relación entre el dinero obtenido y las horas hombre utilizadas, tomando en cuenta esta definición tenemos muchas alternativas que nos permitan disminuir el denominador y/o aumentar el número de la relación mencionada anteriormente, tales como (Figura 02-01):

- Conectar asignación de los equipos a las labores
- Uso eficiente de equipos , herramientas y materiales
- Mejoras en la gerencia de la producción
- Control de las circunstancias adversas

Figura 02 – 01: Factores que Afectan la Productividad

<b>Afectan la Productividad</b>	<b>Favorecen la Productividad</b>
Políticas no motivadas	Motivacion adecuada en la tarea
Condiciones adversas del sitio	
Diseño deficiente o atrasado	Buen manejo de la Of. Tecnica
Grupos de apoyo deficientes ( Ej. Compra de Materiales)	Buena gestion de apoyo
Administracion deficiente	Buena organización
Clima laboral adverso	Incentivos claros y justos
Mano de obra incapaz	Destreza de los trabajadores
Falta de procedimientos	Procedimientos apropiados
Comunicación lenta	Organización plana

Fuente: Elaboración Propia

---

Ahora aplicaremos la definición de productividad para ejecución de un proyecto de edificación:

- Cantidad de productos aceptables:

En este caso el producto sería el metro cuadrado construido de un proyecto incluyendo las partidas de estructuras, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias y arquitectura.

- Cantidad de insumos:

Enumeraremos los recursos normalmente utilizados en una operación de esta naturaleza:

- *Materiales:* Ejem. Estructuras (acero, concreto, agregado fino y grueso, encofrado, etc.)
- *Equipo:* maquinaria amarilla, equipo topográfico, regla, herramientas, etc.
- *Recursos humanos:* que son los operarios y/o peones destinados en cada partida y sub partida.

Ya que no podemos sumar algebraicamente los recursos antes mencionados, uniformizaremos cada uno de ellos a través de su costo horario, el cual expresaremos en unidades monetarias; en este caso utilizaremos el dólar (US\$).

De esta manera la unidad de la productividad estaría expresada de la siguiente manera:

$$\text{Productividad} = (\text{metros cuadrados}) / (\text{Dólar})$$

Esta unidad nos indicaría cuántos metros cuadrados somos capaces de construir y por cada dólar.

Si invertimos el orden del numerador y denominador de nuestra expresión de productividad, tendríamos lo siguiente:

$$\text{Productividad}^{-1} = (\text{Dólar}) / (\text{metros cuadrados})$$

Que nos indicaría cuánto nos cuesta cada metro cuadrado construido. Si utilizamos el parámetro productividad de esta manera, nuestro objetivo será reducir dicho parámetro.

---

## **2.3. PRODUCTIVIDAD EN EL SECTOR GLOBAL INDUSTRIAL.**

Si la productividad es la clave para convertir a las empresas en más competentes y habiendo visto que existen diversas formas para mejorar ¿Cuál es el camino correcto para mejorar la productividad?

Un importante estudio de la Comisión Nacional de Precios de los Estados Unidos<sup>2</sup> concluyó que la mejora en el índice de la productividad es directamente proporcional al grado de estandarización.

Este estudio también revela que el sector de la industria ha aumentado su productividad en 2.7% anual si nosotros comparamos este ratio con Japón encontramos que han tenido un incremento mayor al 5.0% anual demostrando que en Estados Unidos han tenido un problema en el incremento de la productividad. En el caso de la construcción el ratio es menor al 1.0 % anual.

En el caso de nuestro país, si analizamos el proceso constructivo que utilizamos veremos que el 45% del tiempo es “no productivo” en otras industrias no existe este tiempo, pero cabe mencionar que en la construcción es más difícil estandarizar los procesos, ya que cada proyecto es único, sin embargo esto no justifica el subdesarrollo de la productividad <sup>3</sup>

### **2.3.1. EVOLUCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO**

#### **2.3.1.1. Taylorismo y Fordismo**

Para poder organizar la industria artesanal la cual se basaba en las producciones que se realizan a mano con mucho cuidado y en pequeñas cantidades.

Por lo que la producción no era estandarizada, cada pieza era ligeramente diferente a la otra y no se proporcionaba la velocidad de trabajo necesaria que debido a la demanda se estaba solicitando.

---

<sup>2</sup> Productividad en la Construcción Cap. I pág. 2 - 7

<sup>3</sup> Productividad en la Construcción Cap. I pág. 2 - 7

---

Es por ese motivo que la industrialización en masa tuvo sus inicios con los llamados procesos de Taylorismo o Fordismo en nombre a las dos personas que desarrollaron estos métodos ( F.W Taylor y H. Ford) los cuales implementaron nuevas técnicas de producción que permitan la reducción de los costos junto con el aumento continuo de la producción.

**a) Taylorismo:**

Taylor buscaba lograr mayor eficiencia para aumentar la productividad y la eficiencia que para él era obtener mayor cantidad de productos en el menor tiempo. Según Taylor el gran derroche de la época era el trabajo humano a causa de los errores.

La supresión del ocio y de la vagancia sistemática “Tiempos Muertos” y de las diferentes razones por las cuales se trabaja lentamente harían que las proporciones del mercado interno y externo se ampliaría considerablemente y así se podría competir en condiciones muy satisfactorias es decir si se suprime esta actividad además de producir más en menos tiempo se obtendrá una ganancia mayor.

Los principios básicos del trabajo:

- Desarrollar una verdadera ciencia de la administración del trabajo.
- Separación de tareas mentales de dirección, planificación y ejecución.
- Estrecha y amistosa cooperación entre la dirección y el personal

El aporte de Taylor constituyó una apertura en los métodos de producción del pasado, cuando la producción se organizaba en función del tipo de artesanía y sus artesanos los cuales creaban, organizaban y realizaban las tareas manuales.

## b) Fordismo

En 1908 la empresa automotriz Ford sacó a la venta el modelo T de automóvil el cual fue un éxito en ventas teniendo pedidos de hasta varios meses de espera, Henry Ford había creado un automóvil para las masas pero que lamentablemente no podía darse abasto.

De esta manera se tuvo que reorganizar la producción para poder satisfacer la demanda, en aquella época los trabajadores desarrollaban su trabajo en mesas fijas logrando una producción de 25 modelos T al día lo cual no era suficiente por lo que Henry Ford y sus ingenieros idearon un método revolucionario llamado “La Cadena de Montaje Móvil” (Figura 02-02).

Figura 02 – 02: Cadena de Montaje Móvil - Ford



Fuente: Internet

En esta cadena de producción se establecen las ideas principales del Fordismo que los medios de trabajo requieran las piezas o partes estén fabricadas con precisión y uniformidad para que sean intercambiables, de esta manera se logran grandes ventajas eliminando a los ensambladores calificados que siempre habían constituido el grueso de toda fuerza laboral.

---

El proceso consiste en entregar las partes en cada lugar de trabajo indicando que cada ensamblador realice una sola tarea en cada automóvil para que una vez terminado el trabajador se desplace al siguiente automóvil y así sucesivamente.

Antes de surgir el concepto Ford el montador del taller artesanal habría realizado las operaciones de montaje y ensamblaje del vehículo en las que un hombre demoraba 12 1/2 horas en ensamblar un modelo T, sin embargo con la cadena de producción el tiempo se reducía a la mitad, ya que se tiene una sola tarea despreocupándose de solicitar piezas, herramientas, inspeccionar calidad y tampoco sabría lo que realiza el resto de trabajadores en los demás lugares.

Luego de un año con este sistema de producción el tiempo de ensamblaje era de 93 minutos en fabricar un automóvil.

Es así como Ford pudo reducir el costo de sus automóviles en cientos de dólares y esto a su vez le ayudó a conseguir sus dos objetivos principales:

Acercar el automóvil a las masas y crear más puestos de trabajo bien pagados para los obreros.

Pero existían dos factores de la ecuación que aún no se había considerado:

- La calidad se comprobaba al final del proceso, debido a que los errores no se descubrían hasta el final de la cadena de montaje porque los trabajadores no daban razón o recomendación alguna sobre las condiciones de trabajo por temor al despido.
- La producción en masa consumía al trabajador, el obrero solo tenía que realizar una única labor cuando la pieza pasaba por su puesto una y otra vez hora tras hora día tras día.

Figura 02 – 03: Película Tiempos Modernos de Charles Chaplin (1936)



Fuente: Wiki pedía - Internet

En la película “*Tiempos Modernos*” dirigida, escrita y protagonizada por Charles Chaplin (Figura 02-03) se constituye un retrato de las condiciones desesperadas de empleo que la clase obrera tuvo que soportar en la época de la Gran depresión, condiciones promovidas, en la visión dada por la película, por la eficiencia de la industrialización y la producción en cadena

**De esta manera tenemos:**

- Taylorismo como gerencia científica y estudio de los movimientos para optimizar la producción.
- Fordismo como la aplicación de la cadena de montaje, la línea de ensamblaje a la producción de mercancías.

---

### **2.3.1.2. Del Fordismo al Toyotismo:**

Para 1950 Ejji Toyoda analizó el sistema de producción Ford para que junto con sus ingenieros de sus compañías Toyota Motor Company, Taiichi Ohno se propusieran mejorar sus sistemas productivos.

Del análisis resolvieron que el sistema Ford no se podía aplicar en Japón ya que el mercado local era pequeño y la demanda muy amplia en cuanto a la gama de automóviles solicitados, así como que los obreros no estarían dispuestos a ser tratados como máquinas.

Es por esta razón que Ohno ideó una metodología para realizar diversas piezas con pocas maquinarias, desarrollando técnicas sencillas para reducir el cambio de las matrices de un día a tres minutos.

El realizar series más cortas que fabrican grandes lotes se pudo lograr por dos razones principales:

- Errores más detectables inmediatamente por lo que se disminuye piezas defectuosas.
- Disminuye el costo de trasportes, almacén y pérdidas.

De esta manera el sistema propuesto por Toyota mejoró varios de los inconvenientes en el sistema Ford en el cual se agruparon a los trabajadores por equipos con un líder en vez de un capataz asignándoles un conjunto de operaciones para que todos juntos hallen la mejor forma de trabajo o dé la mejor solución a cualquier problema existente, de esta manera los posibles errores se detectaban antes de la culminación del proceso.

---

## 2.4. ESTADO ACTUAL DE LA CONSTRUCCIÓN Y SU ENTORNO

### 2.4.1. PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ:

Como consecuencia del aumento de oferta en la construcción de nuestro país, las empresas se ven en la necesidad de reducir el precio de venta, por tal motivo se disminuye la utilidad si es que los costos no son controlados adecuadamente.

Actualmente estamos enfocados a disminuir los costos representados por la mano de obra, maquinarias, equipos y sub contratos. Muchos podrían pensar que para mejorar estos factores podrías cambiar los equipos por unos más modernos o al personal trabajador por uno más joven o con mayor experiencia, pero las mejoras a largo plazo no están *a priori* sino en lo que no se ve, por tal motivo se aplican técnicas o métodos de programación y control de obra.

Actualmente se están aplicando técnicas o métodos de programación tales como Teoría de Restricciones Lean Construction, lotes mínimos, Coaching, entre otros pero se están desarrollando en forma aislada para mejorar la producción, lamentablemente enfocar los métodos de forma aislada no permite enfocar la totalidad de la problemática.

En la etapa del control de obra las mediciones de productividad en campo es poco común, de esta manera hoy en día no se puede hablar que en la industria de la construcción existe un proceso de mejora continua, de esto nos damos cuenta cuando analizamos los procesos y lo primero que podemos notar es que carecemos de procesos estandarizados.

Muy pocas o ninguna empresa peruana de construcción cuenta con los procedimientos estandarizados, mientras que otras industrias podemos hablar de una mejora continua.

El Ingeniero Virgilio Ghio al dirigir unos estudios en el nivel de la productividad en obras de construcción en Lima, publicado en el 2001 en su libro “Productividad en obras de Construcción -

---

Diagnostico - Críticas y Propuestas” utilizando para el análisis 50 obras de construcción ejecutadas por constructoras formalmente constituidas encontrándose lo siguiente:<sup>4</sup>

- El trabajo productivo en obras de Lima es del 28%.
- El 27% de tiempo en el trabajo se invierte en transporte y viajes, es decir un porcentaje similar al tiempo productivo.

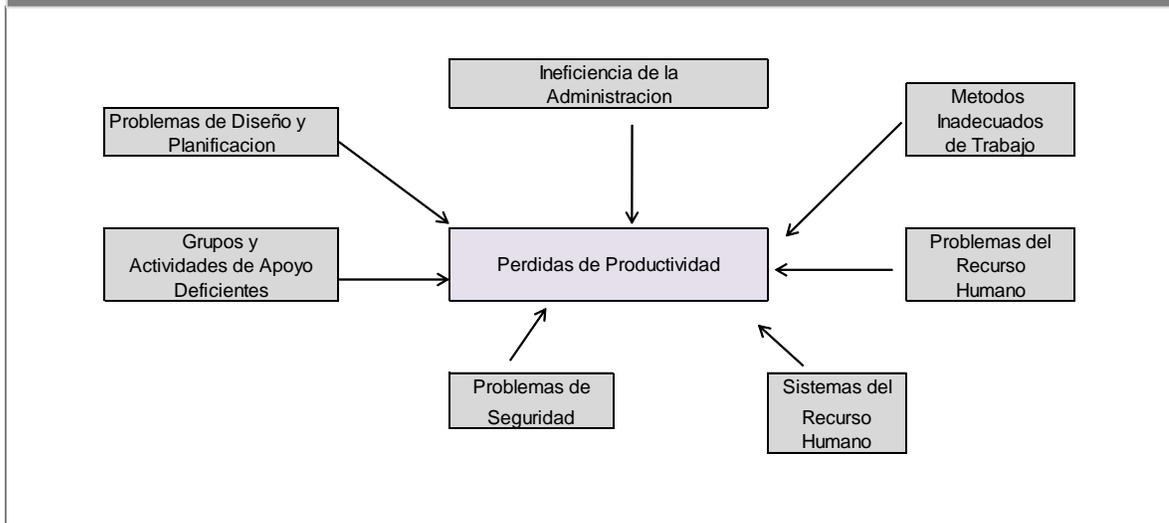
Causas – Figura 02-04:

- Cuadrillas sobredimensionadas
- Falta de adecuada supervisión
- Deficiencias en el flujo de materiales
- Vías de distribución obstaculizadas
- Actitud del trabajador
- Falta de coordinación entre cuadrillas
- Falta de control de calidad
- Deterioros de trabajos ya realizado
- Cambios en el diseño
- Falta de programación
- Falta de procedimientos estandarizados

---

<sup>4</sup> Productividad en obras de Construcción Capítulo 2

Figura 02 – 04: Causas de Perdidas en la Construcción



Fuente: Elaboración Propia.

## 2.4.2. PARADIGMAS

Tal como lo indicamos anteriormente la productividad está en función a dos aspectos : la producción y el costo , también indicamos que el costo está sujeto a mano de obra, equipos , materiales y subcontratos, consecuentemente esto significa que a mayor costo menor es la productividad esta idea es cierta y a la vez no.

Si analizamos las once causas (Figura 02-04) por las cuales se ve afectada la productividad en la construcción, solamente una hace referencia al factor humano las otras diez causas restantes nos indican que tenemos una deficiencia importante en el aprovechamiento de nuestros recursos principalmente por problemas de gestión. Es decir si podemos reducir la cantidad de horas - hombre que empleamos en los procesos constructivos pero sin hacer que trabajen más sino reduciendo los flujos, mejorando la comunicación y priorizando las responsabilidades de la dirección en la producción podremos mejorar la productividad.

También es común y muy lógico pensar que una empresa más grande y sólida debe tener mejores niveles de productividad, consideración equivocada ya que otra conclusión de estudio fue “El tipo de empresa no guarda relación con los niveles productivo de las obra”, otra conclusión interesante

---

sería que el tipo de administración en cada obra está relacionado con el profesional que maneja la obra y no así a la empresa para la que trabaja.<sup>5</sup>

### **2.4.3. ESTÁNDARES, PROCEDIMIENTOS, CALIDAD Y SEGURIDAD EN CONSTRUCCIÓN**

Del análisis realizado encontraremos que por lo menos cinco de las causas indicadas son una inadecuada implementación de estándares, así como la falta de control de calidad y la seguridad en obra.

La estandarización de procesos mediante el uso de procedimientos nos ayuda a obtener productos de calidad y con seguridad, por lo que es un tema que a las empresas constructoras en el Perú nos comienza a interesar ya que en otras industrias no es algo nuevo.

De esta manera muchas empresas busca una certificación considerándola así como una ventaja competitiva, otras empresas entienden lo que puede significar para su organización implementar adecuadamente un sistema de gestión que consecuentemente dará como resultado la certificación.

A continuación indicamos las certificaciones más importantes de la industria.

#### **ISO 9001:**

Certificado que se otorga a las empresas que cuentan con un sistema de gestión de calidad que garantiza buenas prácticas de construcción enfocadas a la mejora continua.

---

<sup>5</sup> Virgilio Guio, Productividad en Obra de Construcción, Cap.2 Pag.72

---

## **ISO 14000 y las OSHAS:**

Actualmente son importantes para la industria minera que en un futuro próximo será para la construcción ya que éstas se ocupan en la gestión del medio ambiente y en la gestión de seguridad y salud ocupacional respectivamente.

Si bien es cierto las empresas constructoras sin ninguna certificación pueden tener un sistema que les permita realizar una mejora continua en busca de mejorar la productividad, es poco probable que esta sea una realidad para nuestras empresas, por nuestra baja productividad.

### **2.4.4. ORGANIZACIÓN Y CONCEPCIÓN DE ACTIVIDADES**

Luego de describir el estado de la industria de la construcción la pregunta que nos hacemos es ¿Por qué nos es tan difícil identificar nuestras oportunidades de mejora? Existen dos posibles respuestas, primero que nos interesa la mejora y segundo no sabemos cómo mejorar.

La primera afirmación evidentemente no es correcta puesto que al culminar un proyecto se realizan balances para conocer el estado real de pérdidas y ganancias y lo segundo tampoco es cierto ya que cuando existe la posibilidad de culminar un proyecto en estado de pérdida el estado solo se revierte haciendo cambios en la etapa constructiva. Por lo tanto esto nos indica que el problema es conceptual, es decir controlamos y medimos pero no lo que debemos.

Al iniciar un proyecto uno de los primeros puntos en realizarse es el presupuesto el cual está orientado a realizar una evaluación económica pero en función a esta se desarrolla y cronograma y se controlan los costos. Este es el error conceptual del que hablábamos dentro del marco de la mejora continua se deben de medir y mejorar procesos, pero lo que se hace es medir y controlar actividades.

Esto que parece tan simple nos orienta a pensar que el presupuesto debe estar en función a los procesos y nos los procesos en función al presupuesto <sup>6</sup>

---

6 Rethinking Construction - Sir Jhon Egan – Charper 2 –pag 13

---

### **¿Por qué necesitamos herramientas para identificar pérdidas?**

Casi todas las “categorías de pérdidas” son invisibles dentro de los sistemas de control tradicional.

El principal objetivo de las herramientas es: mejorar los flujos, reducir las demoras e interrupciones, mejorar el almacenamiento de recursos, la coordinación y planificación en el lugar de construcción.

Las acciones basadas sobre la información provista por estas herramientas son dirigidas a eliminar “las restricciones de la organización”, por ej., reducir el tiempo de transporte para la provisión de materiales o modificar la distribución de las instalaciones. Estas acciones parciales buscan reducir o eliminar las actividades que no agregan valor.

### **2.4.5. ESTUDIO DE TRABAJO**

El estudio del trabajo es una herramienta que ayuda al logro de los siguientes objetivos:

- Aumentar la eficiencia de los métodos de trabajo y así aumentar la productividad.
- Obtener la máxima utilización de plantas y equipos, que han requerido altas inversiones de capital.
- Mejorar la utilización de los materiales, reduciendo las pérdidas en obra y mejorando los métodos de despacho y manipulación de los mismos.

Por ejemplo, a través de un estudio del trabajo, se puede:

- Determinar la eficiencia de la mano de obra, equipos y espacio disponible.
- Indicar posibles mejoramientos del método de trabajo.
- Determinar la eficiencia de las alternativas.
- Proveer información para el seguimiento y control.

---

La realización del estudio del trabajo incluye las siguientes etapas generales:

- Observar e identificar problemas.
- Registrar el método y los antecedentes actuales.
- Analizar los antecedentes actuales.
- Generar alternativas de mejoramiento.
- Seleccionar la mejor alternativa.
- Desarrollar un plan de acción e implantar el nuevo método o las modificaciones propuestas.
- Seguir y controlar lo implementado.

A partir de lo anteriormente expuesto en el Estado del Arte de la Construcción resulta evidente que existe un campo para realizar mejoras, desde el punto de vista económico y productivo en este tipo de operaciones.

Cabe mencionar que las mediciones que se realizan actualmente incluyen todos los errores mencionados anteriormente; esto hace que dichos errores sean considerados como parte natural de las partidas e incluidos dentro de sus costos, limitando la oportunidad de mejora.

De esta manera, y con una metodología de trabajo, podremos optimizar la operación conjunta.

Nos sirve para medir el porcentaje del tiempo que la mano de obra y los equipos ocupan ciertas categorías predeterminadas de actividades. Conociendo cómo es utilizado el tiempo de estos recursos, aparecerán los problemas que afectan la productividad, los que al ser eliminados, permitirán reducir los costos asociados a la mano de obra y los equipos

---

## CAPÍTULO III:

# BASES TEÓRICAS PARA EL DESARROLLO DE UN PROYECTO.

Una vez conocido el estado del arte de la construcción y el estado actual en el Perú, es necesaria una metodología de trabajo que nos permita optimizar los procesos. En este capítulo haremos una revisión del enfoque mecanicista para la medición, así como desarrollaremos las teorías que debe formar parte en la administración de un proyecto de construcción.

## 3. BASES TEÓRICAS PARA EL DESARROLLO DE UN PROYECTO.

### 3.1. EL ENFOQUE MECANICISTA

#### 3.1.1. MEDICIONES LOCALES

Con la finalidad de disminuir el costo de las operaciones en un proceso constructivo se realizan mediciones separadas en determinadas partidas, sin embargo también hemos podido observar que dichas mediciones no se han logrado plasmar en información que resulte útil para la organización, por tanto sólo se producen más pérdidas.

#### 3.1.2. CAUSAS

Para alcanzar mejoras debemos tener en cuenta el Objetivo Global (menor costo por metro cuadrado construido) y que éste determinará las acciones de todos los componentes en la ejecución del proyecto.

---

Cuando realizamos mediciones por separado de cada una de las operaciones componentes, buscamos realizar mejoras locales, es decir, mejoras aisladas las cuales no necesariamente mejorarán el trabajo del conjunto.

## **3.2. TEORÍA DE SISTEMAS**

Es importante conocer que el éxito de un proyecto consiste en disminuir el costo por metro cuadrado. Para esto analizará al proyecto como un Sistema.

### **3.2.1. DEFINICIÓN DE SISTEMAS**

Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizados y relacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo

La Teoría General de Sistemas representa la base para integrar y entender el conocimiento de una gran variedad de campos especializados. Esto ha sido útil para ayudar a desarrollar el conocimiento y para entender los detalles de temas específicos pero limitados. Sin embargo en cierto momento debe haber un periodo de síntesis e integración, de tal manera que los elementos analíticos y de obtención de datos se unifiquen en teorías más amplias y multidimensionales. La teoría de sistemas ofrece este esquema en muchos campos, tales como el físico, biológico y social.

Ya que varias disciplinas están teniendo preocupación por tratar sus temas de estudio como un todo, una entidad propia frente al enfoque mecanicista sobre partes separadas, se está difundiendo la perspectiva de sistemas.

Así mismo el concepto de holística está influenciado en diversas ciencias ya que la posición de que todo los sistemas están compuestos de sub-sistemas interrelacionados (representar al total como la suma de sus partes individuales).Este punto de vista holístico es básico para el enfoque de sistemas. En la teoría tradicional de organización, así como en muchas de las ciencias, los sub sistemas han sido estudiados separadamente, con la intención de reunir después las partes de un

---

todo. El enfoque de sistemas precisa que eso no es posible y que el punto de partida debe ser con el sistema total.

Con esta explicación podemos que el enfoque de sistemas se ha convertido en el esquema operativo para muchas ciencias.

### **3.2.2. TIPOS DE SISTEMAS**

Los sistemas pueden clasificarse de dos formas:

#### **a) Por su constitución**

Nos referimos a este tipo de sistema por la forma en que han sido estructurados. Los sistemas por su constitución pueden clasificarse como físicos o abstractos.

- Sistemas Físicos

Estos sistemas se refieren a equipos, máquinas, etc. Un ejemplo claro se puede observar en el hardware de las computadoras.

- Sistemas Abstractos

Estos sistemas se refieren a conceptos, planes, hipótesis e ideas. Muchas veces solo existen en el pensamiento de las personas. Un ejemplo de ello se ve en el software instalado en las memorias de las computadoras.

#### **b) Por su naturaleza**

Nos referimos a este tipo de sistema por la forma en que han sido conceptualizados. Los sistemas por su naturaleza pueden clasificarse como cerrados o abiertos.

---

- Sistemas Cerrados

Son aquellos sistemas que no se ven afectados por el medio que los rodea. Son herméticos a cualquier cambio en el medio. Aplicamos este concepto a aquellos sistemas cuyo comportamiento está determinado, donde los procesos componentes alternan de una manera rígida, produciendo finalmente un producto invariable. Un ejemplo de esto pueden ser las máquinas ideales.

- Sistemas Abiertos

Este sistema presenta intercambio con el ambiente circundante, a través de entradas y salidas. Intercambian energía y materia. Ésta es una característica de los seres vivos.

Las organizaciones tradicionales utilizan un enfoque de sistema cerrado, sin embargo la globalización que vivimos en estos tiempos nos lleva hacia un enfoque de sistema abierto ya que no podrían sobrevivir sin tener un intercambio de materia o energía.

El sistema abierto, no sería posible sin un proceso continuo de flujo de entrada, transformación y un flujo de salida. En un sistema biológico o social se puede hablar de un proceso continuo de reciclamiento.

El sistema debe recibir una entrada suficiente de recursos para mantener sus operaciones y también para exportar al medio ambiente los recursos transformados, en cantidades suficientes para continuar el ciclo. Todo sistema que sobrevive debe ofrecer algún producto aceptable, generalmente a un sistema colateral.

Un ejemplo claro es una organización social la cual posee entradas en forma de personal, materiales y equipamiento, dinero, e información: todo este conjunto se transforma en productos, servicios y recompensas para los miembros de la organización, lo suficientemente grandes para que sigan participando. Para las empresas, el dinero y el mercado representan un mecanismo para reciclar los recursos entre la compañía y su medio ambiente.

---

### **3.2.2.1. CONCEPTOS CLAVES DE LA TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS<sup>7</sup>**

#### **a) Sub sistemas o componentes**

Un sistema, por definición, está compuesto de partes o elementos interrelacionados lo cual se aplica a todos los sistemas (mecánicos, biológicos y sociales)

#### **b) Holismo, Sinergia, Organicismo**

Como lo indicamos el sistema en sí es explicado como una totalidad. Holística es lo contrario a elementalísimo, que considera al total como la suma de sus partes individuales.

#### **c) Punto de Vista de Sistemas Abiertos**

Los sistemas pueden ser considerados de dos maneras: abiertos o cerrados. Los sistemas abiertos intercambian información, energía o materia con su medio ambiente de manera contraria a los sistemas cerrados.

#### **d) Modelo de Entrada – Transformación – Salida**

El sistema abierto puede ser considerado como un modelo de transformación. En una relación dinámica con su medio ambiente, recibe varias entradas, las transforma de alguna manera y exporta sus productos.

#### **e) Límites del Sistema**

Esta es una característica que define a los tipos de sistemas: Los límites que los separan de los ambientes. El sistema relativamente cerrado tiene límites rígidos e impenetrables, mientras que el sistema abierto tiene límites permeables. Los límites se definen con relativa facilidad entre los sistemas biológicos y físicos, pero son difíciles de delinear en los sistemas sociales, tales como las organizaciones.

---

<sup>7</sup> Fuente: Fremont Cast (1988). Administración en la Organizaciones. Mc Graw Hill.

---

## f) Entropía

Entropía: Es una medida del orden (o desorden) de un sistema o los grados de libertad de la misma. La entropía se mide en términos relativos, es decir, hablaremos de una entropía inicial ( $E_i$ ), una entropía final ( $E_f$ ) y una Diferencia de Entropía ( $\Delta E = E_f - E_i$ ). Desde el punto de vista físico, la entropía es una medida del desorden de las moléculas de un gas, y que nos permite dar cuentas del equilibrio termodinámico. Desde el punto de vista estadístico, la entropía está dada como el número de estados en los cuales un sistema puede estar.

Los sistemas físicos están sujetos a la fuerza de entropía que va en aumento hasta que finalmente todo el sistema se desmorona. La tendencia hacia una máxima entropía es un movimiento hacia el desorden, la completa falta de transformación de recursos y la muerte. En un sistema cerrado, el cambio en la entropía siempre debe ser positivo; sin embargo en los sistemas abiertos, la entropía puede ser contenida e inclusive puede ser transformada en entropía negativa – un proceso de una organización más completa y capacidad para transformar los recursos – debido a que el sistema obtiene recursos de su medio ambiente.

## g) Estado estable, Equilibrio Dinámico y Homeostasis

Es el equilibrio dinámico entre las partes del sistema. Los sistemas tienen una tendencia a adaptarse con el fin de alcanzar un equilibrio interno frente a los cambios externos del entorno. Un sistema podría llegar a un estado en que se mantiene en equilibrio dinámico por medio de flujo continuo de materias, energía o información.

## h) Retroalimentación

Para obtener que un sistema se mantenga estable se requiere de retroalimentación. De manera que la materia o energía (información, productos) entran al sistema, éste se retroalimenta. La retroalimentación puede ser positiva o negativa. La retroalimentación negativa es una entrada informativa que indica que el sistema se está desviando de un curso prescrito y debe reajustarse hacia un nuevo estado estable.

---

### **i) Jerarquía**

Las relaciones jerárquicas entre sistemas es un concepto básico en el pensamiento de sistemas. Un sistema está integrado por subsistemas de menor orden y es también parte de un suprasistema. Por tanto, existe una jerarquía en los componentes del sistema.

### **j) Elaboración Interna**

Los sistemas cerrados avanzan hacia la entropía y la desorganización. En contraste, los sistemas abiertos dan la impresión de avanzar en dirección de una mayor diferenciación, mayor desarrollo y un nivel de organización más alto.

### **k) Equifinalidad de los Sistemas Abiertos**

En los sistemas mecánicos hay una relación directa de causa y efecto entre las condiciones iniciales y el estado final. Los sistemas sociales y biológicos operan de manera diferente.

La equifinalidad sugiere que ciertos resultados podrán ser alcanzados con diferentes condiciones iniciales y por medios divergentes. Este punto de vista indica que las organizaciones sociales pueden lograr sus objetivos con entradas diversas y con actividades internas y variadas (procesos de conversión).

Aunque todos estos conceptos tienen su importancia, varios de ellos son particularmente importantes en el estudio de una organización.

El concepto de límites nos ayuda a entender la diferencia que existe entre los sistemas abiertos y cerrados. Como ya lo hemos indicado un sistema cerrado tiene límites rígidos e impenetrables, mientras que un sistema abierto tiene límites permeables entre sí y un suprasistema más amplio.

Los límites fijan el ámbito de las actividades de la organización. En un sistema físico, mecánico o biológico los límites pueden identificarse. En una organización social, estos límites no son fácilmente definibles y están determinados primordialmente por las funciones y actividades de la organización.

---

La tendencia hacia una creciente complicación ha sido señalada como una característica básica de la vida, en contraposición a la naturaleza inanimada.

Ludwig Von Bertalanffy

Todo este proceso se aplica en la mayoría de sistemas sociales, ya que entre ellos existe la tendencia de elaborar actividades y alcanzar niveles más altos de diferenciación y organización. Un ejemplo claro es el aumento de departamentos y actividades especializadas en las complejas organizaciones empresariales así como el aumento en la variedad de curso y materias nuevas en las universidades.

La equifinalidad es una característica importante en los sistemas sociales, ya que el concepto nos indica que los resultados finales se pueden lograr con condiciones iniciales diferentes, es así como el sistema social no está limitado por la simple relación causa y efecto de los sistemas cerrados.

### **1) Equipotencialidad**

La equipotencialidad nos indica que partiendo de una situación o estado inicial podemos obtener resultados diferentes, por tanto no es posible realizar proyecciones respecto del resultado o estado final. Se puede decir que con las mismas variables podemos obtener diferentes resultados, los cuales dependerán de cómo se desarrollen los procesos.

Es muy importante reconocer que el creciente cuerpo de conocimiento y aplicaciones del enfoque de sistemas a las organizaciones complejas es solamente una parte de la enorme tendencia en muchas de las ciencias físicas y sociales, y que este campo es parte de una difundida corriente de pensamiento. Además, entender que la Teoría General de Sistemas permite una creciente comunidad de intereses y entendimiento con disciplinas muy diversas.

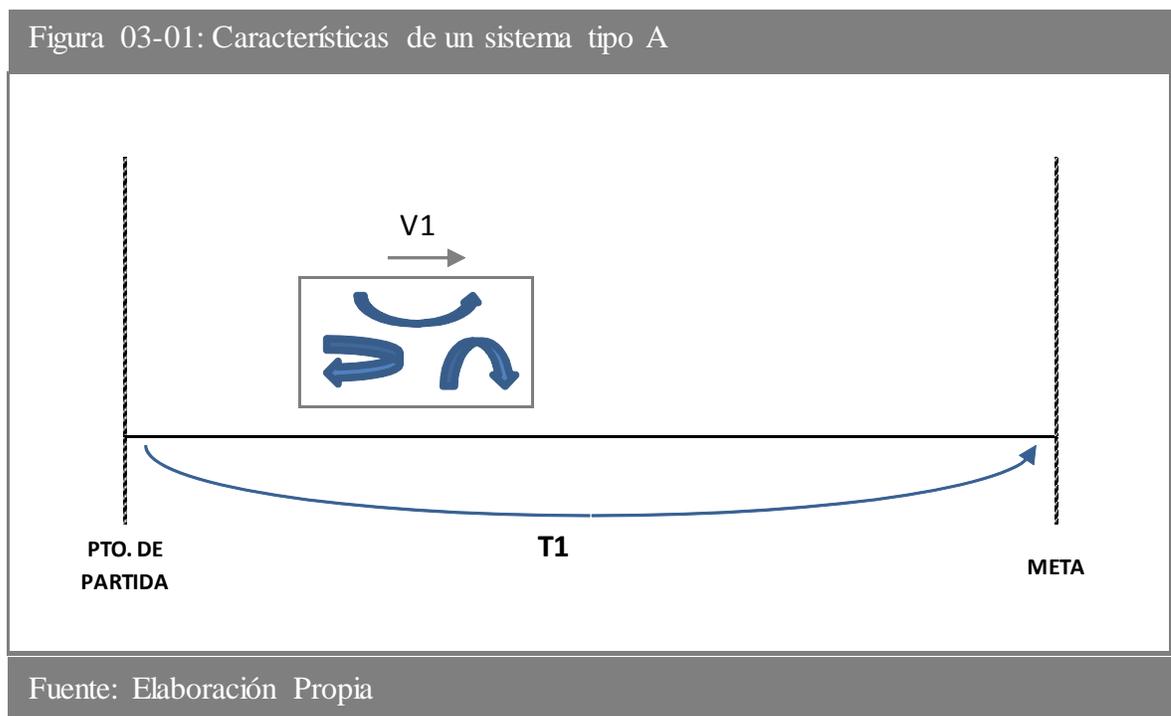
### 3.2.3. CARACTERÍSTICAS DE UN SISTEMA

#### Objetivo Común:

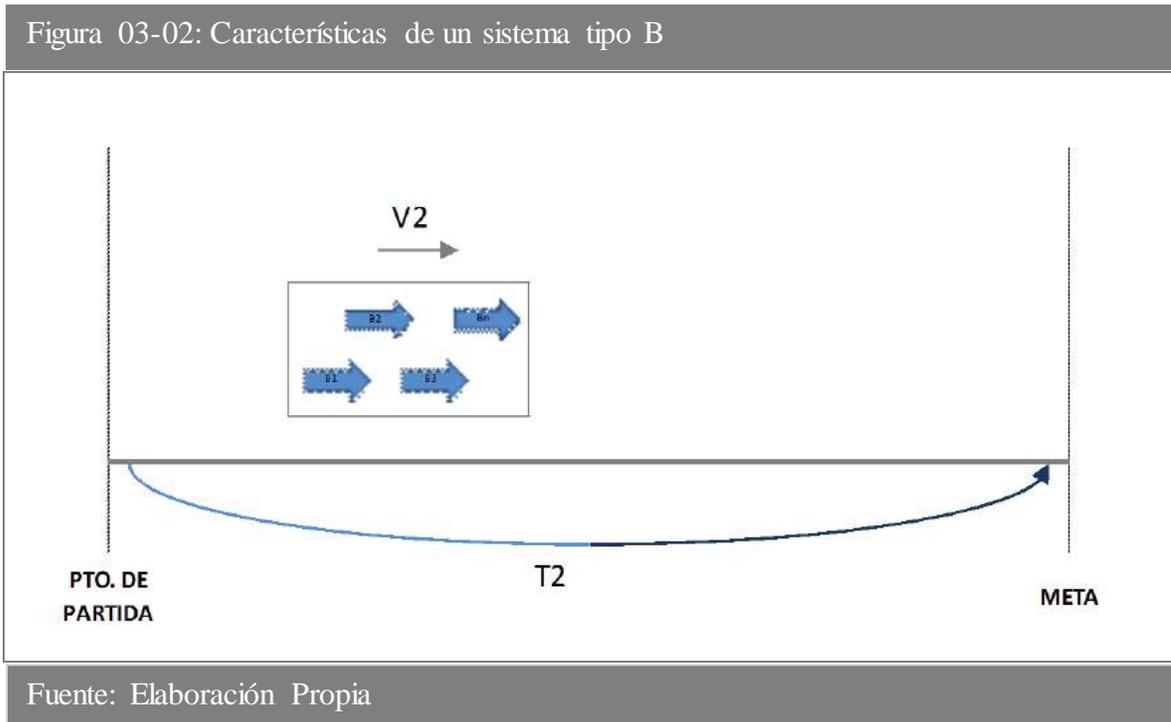
Un sistema tendrá que tener sus objetivos claros y de la misma manera con las acciones que están subordinadas al objetivo final.

A través de la figura 03-01 y 03-02 se podrán representar dos sistemas “A” y “B” cada cual con componentes  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  y  $B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$ , con velocidades  $V_1$  y  $V_2$  y tiempos requeridos para alcanzar el objetivo  $T_1$  y  $T_2$  respectivamente.

#### Sistema “A”:



**Sistema “B”:**



Luego de analizar los gráficos mostrados observamos que ambos sistemas poseen un mismo punto de partida y la misma meta global.

El Sistema “A” posee diversos componentes con objetivos locales que no están subordinados a la meta global y el Sistema “B” tiene componentes con objetivos locales que si están subordinados a la meta global

En consecuencia:

$$V2 >>>>> V1$$

De esta manera podemos indicar que una mejora local en un proceso no necesariamente contribuye a una mejora global, sin embargo una mejora global si incrementará la performance del conjunto.

---

### **3.3. TEORÍA DE LAS RESTRICCIONES (TOC)**

A finales de la década de los setenta, Goldratt crea un nuevo Sistema de Programación de la Producción: (Tecnología de Producción Optimizada (OPT: Optimized Production Technology) Enfoque basado en equilibrar el flujo de producción y en la gestión en base a los recursos cuellos de botella.

Nace la Teoría de las Restricciones (TOC: Theory of Constraints). Debido al éxito en el Subsistema Productivo, amplía sus estudios a todos los subsistemas de la organización, ya sea industrial o de servicios. La teoría de restricciones o TOC se encarga de descubrir las limitaciones del sistema y hacer girar todo el proceso de gestión en base a ellas, para lo cual no existe elementos independientes, sino que todos están íntimamente relacionados como si cada etapa del proceso constructivo fuera un eslabón de una cadena que está ligado a etapas posteriores.

El sistema de producción cotidiano sería el de optimizar los procesos productivos aumentando la eficiencia de las actividades en forma focalizada siendo contraproducente porque sobrecarga algunas actividades del sistema aumentando el inventario en las actividades que no se encuentran sobrecargadas.

La propuesta de la teoría de restricciones es identificar las capacidades de toda la cadena productiva ya que la restricción de la cadena no es la suma de las restricciones de cada eslabón sino la del eslabón más débil porque siendo la más débil llegará a romperse perjudicaría a toda la cadena.

#### **3.3.1. LA META DE UN ORGANIZACIÓN SEGÚN TOC**

Goldratt hace hincapié que la única meta de una organización con fines de lucro es ganar dinero. “Será productivo a la empresa todo aquello que contribuya a conseguir el mencionado objetivo” todo lo contrario se considera una restricción.

Restricción no es sinónimo de recurso escaso, sino que es lo que impide alcanzar el máximo empeño en relación con la meta de la organización, es aplicada para responder lógicamente y sistemáticamente estas 3 preguntas:

- 
- ¿Qué cambiar?
  - ¿Hacia qué cambiar?
  - ¿Cómo causar el cambio?
  - ¿Cómo asegurar la mejora continua?

Existen 2 tipos de restricciones:

Físicas: Mercado, manufactura y la disponibilidad de materia prima

Políticas: Eficiencia, productividad y margen de producto.

El análisis del grado de acercamiento de una empresa a su meta debe de estar basado en el estudio de una serie de variables financieras a las que denomina parámetros de gestión:

- Beneficio neto, medida absoluta del dinero ganado durante un determinado periodo de tiempo.
- Rentabilidad, medida relativa que complementa a la anterior en el sentido de medir la productividad del dinero invertido.
- Liquidez

Se cuestiona al costo como puente para enlazar los parámetros de gestión con las decisiones operativas.

- Considera que existen dificultades para controlar las operaciones a partir del rendimiento por costes.
- Esto hace que los directivos tomen decisiones por intuición

Propone tres parámetros llamados de explotación que no siendo de gestión ni tampoco de costo ayudan a establecer una serie de procedimientos operativos para dirigir las operaciones:

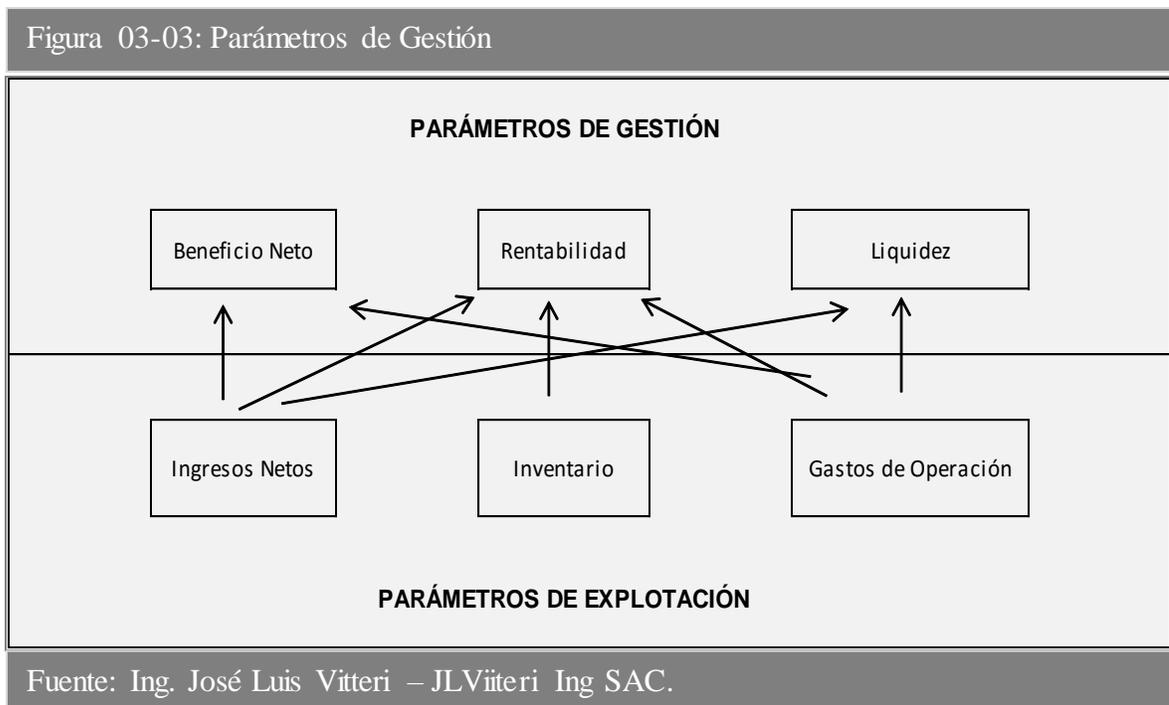
**a) Ingreso neto** (Throughput): dinero generado a través de las ventas. Todo el dinero que entra en el sistema, sin incluir otra entrada de dinero que no esté derivada de la actividad productiva

Sustraer lo que no pueda considerarse como generado por la empresa: materia prima, Subcontrataciones, Transporte.

**b) Inventario**, todo el dinero que el sistema invierte en adquirir bienes que luego pretende vender. Conjunto de dinero que es retenido en el sistema.

**c) Gastos de operación**, todo el dinero que gasta el sistema para convertir el inventario en ingresos netos. Todo el dinero que sale del sistema.

Cualquier organización que pretenda desarrollar un proceso de mejora continua debe de situar como primer elemento de referencia los ingresos netos, ya que su incremento no está limitado por nada. En segundo lugar coloca a los inventarios y en tercero a los gastos operativos, tal como se explica en la *figura 03-03*.



Punto de partida en la identificación de las características de las organizaciones:

---

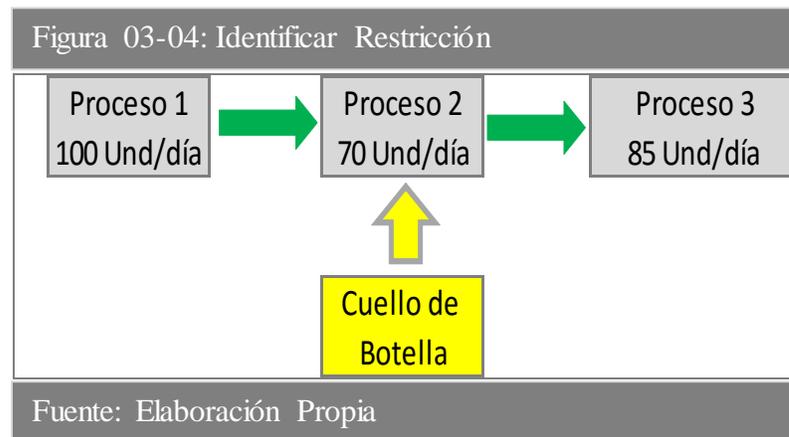
## Estructura jerárquica piramidal

Los problemas surgen cuando cualquier mando intermedio intenta buscar el óptimo local para su parcela de poder, el cual no tiene que coincidir con el óptimo global de la organización.

Todo sistema que quiera lograr un proceso de mejora continua en la búsqueda de sus metas globales debe:

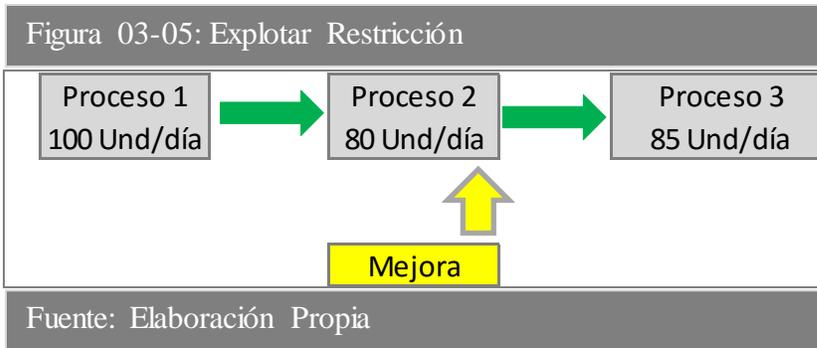
a) Identificar las restricciones del sistema o empresa.

- Recursos, que por su escasa disponibilidad, limitan el rendimiento global del sistema, *Figura 03-04.*

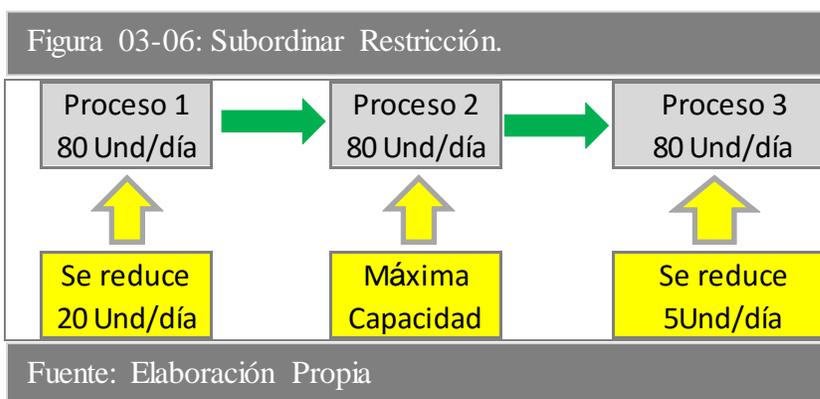


b) Decidir como explotar las restricciones, *Figura 03-05.*

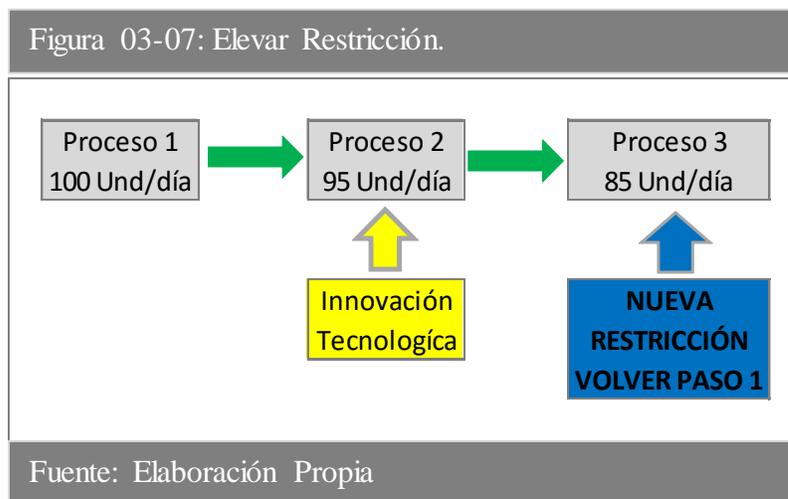
- Obtener el máximo rendimiento de la maquinaria
- Eliminar tiempos improductivos.



c) Subordinar todo a las decisiones adoptadas en el paso anterior, *Figura 03-06*.



d) Elevar la restricción (programa de mejoramiento del nivel de actividad de la restricción) Si en los pasos previos se ha roto una restricción, volver al primer paso, *Figura 03-07*.



---

### 3.4. LEAN PRODUCTION: PRODUCCIÓN SIN PÉRDIDAS

Su fundador el Ingeniero Ohno consideraba las diferencias con el método estadounidense al indicar que en la rama automotriz norteamericana se utiliza un método de reducción de costos al producir automóviles en cantidades constantemente crecientes y en una variedad restringida de modelos, mientras que en Toyota se fabrica a un buen precio pequeños volúmenes de muchos modelos diferentes. En esa vertiente el reto para los japoneses fue lograr ganancias de productividad que no usaran los recursos de las economías de escala.

De esta manera el aporte principal de Toyota fue haber generado un sistema, una forma de organización del trabajo para lograr producir a bajos costos y volúmenes limitados de productos bien diferenciados reduciendo el tiempo perdido o los llamados desperdicios.

“Lo que hacemos es permanecer de ojo en la línea de tiempo, desde que el cliente coloca el pedido hasta recibir el dinero. Y vamos reduciendo esa línea por medio de la eliminación de los desperdicios que no agregan valor”

Taiichi Ohno (1912 – 1990)

“Padre” del Sistema de Producción Toyota”

La filosofía Lean es un conjunto de principios, conceptos y técnicas que permiten crear un eficiente sistema a fin de reducir el tiempo entre la colocación del pedido y la entrega del producto o servicio, a través de la eliminación del desperdicio, permitiendo el flujo continuo del producto o servicio.

El concepto Lean Production es esencialmente una filosofía que se enfoca en crear actividades de **valor agregado** eliminando a las que **no generan valor** para el cliente, la identificación y eliminación sistemáticamente del desperdicio y la mejora continua en ambientes de fabricación para aumentar la productividad, tal como se indica en la *Figura 03-08*.

El enfoque principal son las actividades de valor agregado para el cliente, mientras que la eliminación de los desperdicios y la mejora continua son consecuencias de esto.

**Figura 03-08: Conceptos Lean**

DESCRIPCIÓN	PRODUCCIÓN TRADICIONAL	NUEVA FILOSOFÍA
Conceptualización de la Producción	La producción consiste de conversiones ( actividades) todas las actividades añaden valor al producto	La producción consiste de conversiones y flujo, hay actividades que agregan valor al producto
Enfoque del Control	Dirigido hacia el costo de las actividades	Dirigido hacia el costo , tiempo y valor de los flujos
Enfoque del Mejoramiento	Incremento de la eficiencia por medios de la adopción de nuevas tecnologías	Eliminación de actividades que no agregan valor , mejoramiento continuo de la eficiencia de actividades que agregan valor y adopción de nueva tecnología

Fuente: Elaboración Propia

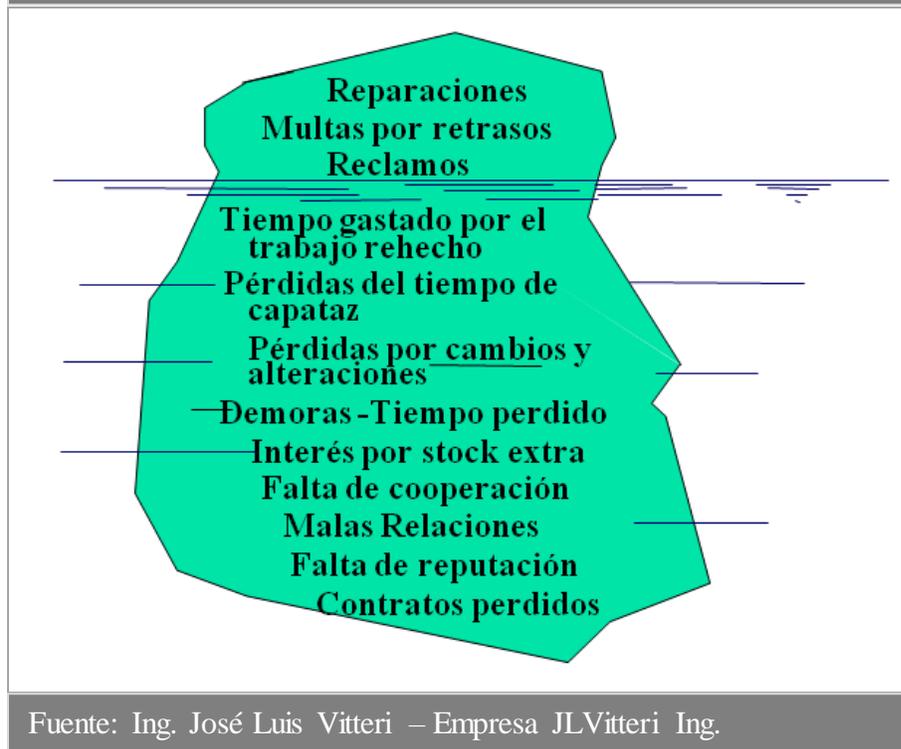
### Definiciones de Pérdida

Toda actividad que generando un costo y un tiempo no agrega ningún valor

### Definición Amplia de Pérdida

Todo lo que sea diferente a la cantidad mínima de materiales, máquinas y mano de obra necesaria para agregar valor a un producto, *Figura 03-09*.

Figura 03-09: Costos Causados por Perdas

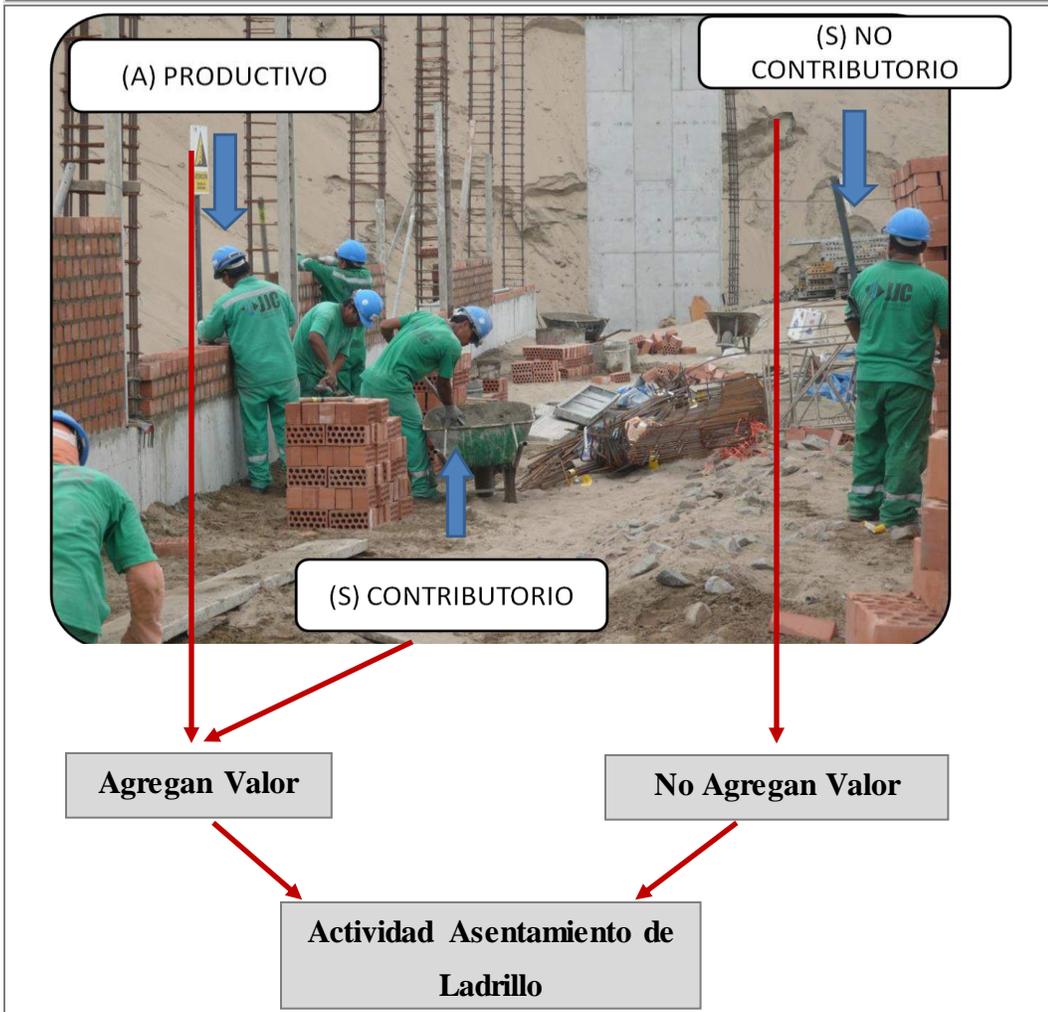


El concepto de desperdicios es cualquier cosa que no sea lo *mínimo absolutamente necesario* de equipos, materiales, piezas, espacio y esfuerzo, para crear valor para el cliente.

“Lean” = Eliminando el desperdicio.

En la *Figura 03-10* se muestra como una misma actividad puede generar o no valor a la actividad, así mismo en la *Figura 03-11* podemos apreciar los estándares de tiempos en Lima respecto a las obras en otros países.

Figura 03-10: Ejemplo de Actividades que agregan o no agregan valor.

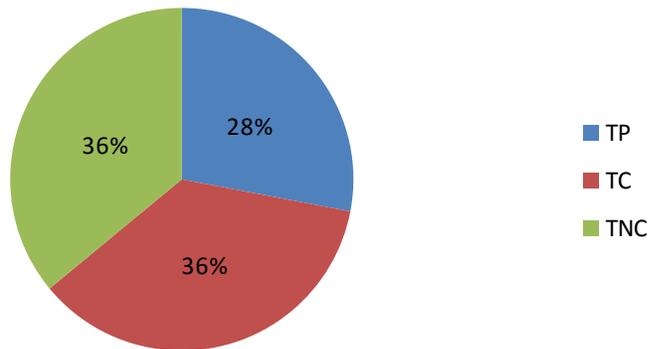


Fuente: Trabajos empresa JLVitteri

Figura 03-11: Estándares de Tiempos

Descripción	TP	TC	TNC
Estandar Mundial	60%	25%	15%
Perú -Lima	28%	36%	36%
Chile- Santiago	47%	47%	25%

Resultados generales de la ocupación de tiempo en 50 obras en Lima



Fuente: Benchmark

De acuerdo a los estudios realizados con Benchmark se indicó que para poder optimizar los trabajos los porcentajes de tiempos serían:

- TP: 60%
- TC: 25%
- TNC: 15 %

Supongamos que se necesita el mismo número de HH en el trabajo productivo para una actividad que consume actualmente 100,000 HH mensuales  $(TP + TC + TNC) = 100,000$

---

TP: 47% = 47,000

TC: 28% = 28,000

TNC: 25%=25,000

**Luego de optimizar la productividad:**

TP: 60% = 47,000

TC: 25%= 19,583

TNC: 15%=11,750

**Total HH: 78,333**

Reducción de 100,000 - 78,333 = 21,667 HH

Reducción del costo = 21,667 HH x 6 US\$/HH

**= 130,000US\$/mes**

Algunas características de esta técnica son:

- Es una medición para el análisis cuantitativo en términos de tiempo de las actividades de los recursos
- Los resultados permiten realizar una inferencia estadística de las actividades de los recursos.

Las principales ventajas de este método son:

- Simple de llevar a cabo.
- Económico.

- 
- Fácil de comprender.
  - Estadísticamente confiable.
  - Entrega información útil y actualizada.

Además permite lograr la identificación de problemas y actuar sobre las causas.

Las etapas básicas que conforman parte de un plan de muestreo del trabajo son las siguientes:

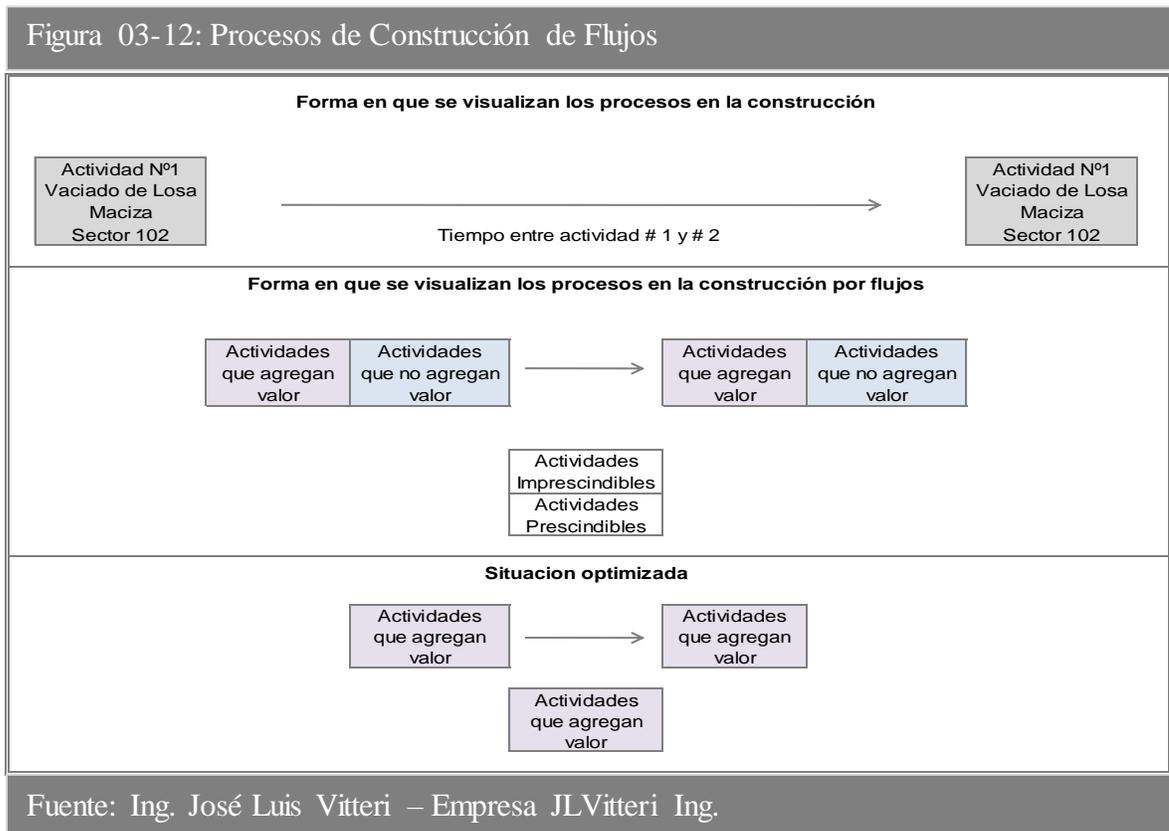
- Definición del objetivo.
- Proceso de toma de datos.
- Análisis de los datos.
- Correlación
- Verificación

Cabe resaltar que al indicar reducir al máximo cualquier elemento que no utilice lo mínimo absolutamente necesario de recursos, tiempo, espacio y esfuerzos para agregar valor al producto. Pero ¿Por qué hablamos de reducir al máximo las actividades que no agregan valor y no de eliminarlas completamente? La explicación de esto la da la teoría de flujos.

La teoría de flujos considera la producción como un flujo de materiales y/o información desde las materias primas hasta el producto final, *Figura 03-12*. A su vez, la cadena de producción está compuesta de conversiones y flujos.

## La Nueva Filosofía de Producción

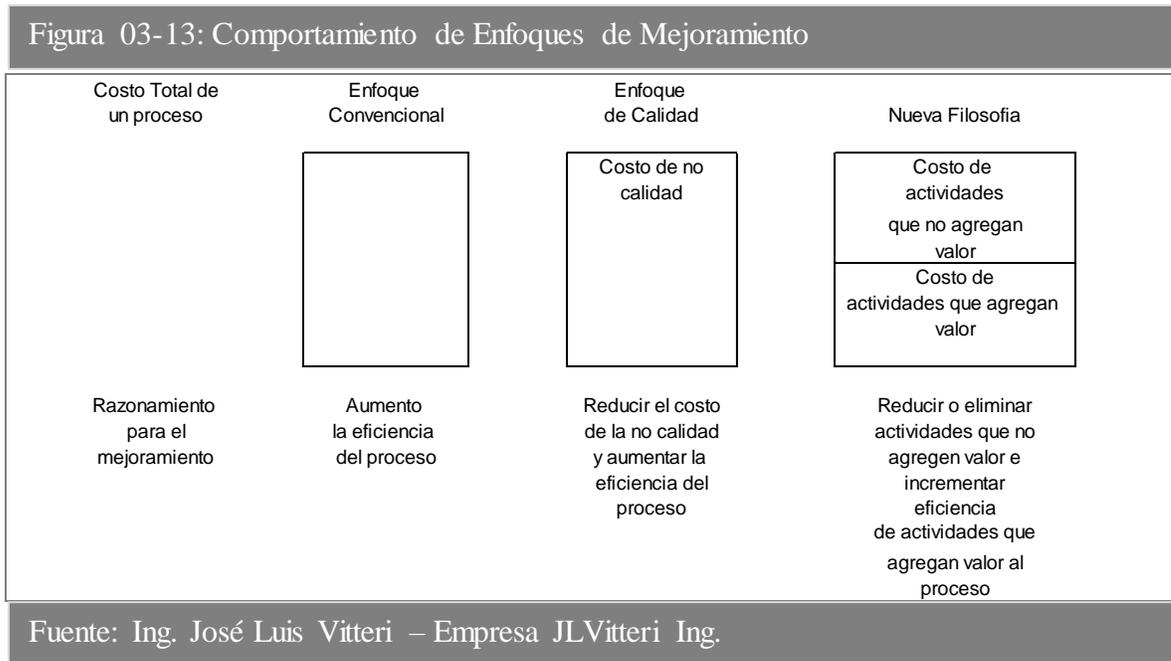
- Las actividades de producción son concebidas como flujos de materiales e información.
- Los flujos son controlados con el objetivo de obtener una mínima variabilidad y tiempo de ciclo
- Los flujos son mejorados periódicamente con respecto a su eficiencia mediante la implementación de nuevas tecnologías.
- Los flujos son mejorados continuamente con respecto a las pérdidas y al valor, intentando eliminar o reducir aquellas actividades que no agregan valor.



## Enfoque de Mejoramiento:

El proceso de un comportamiento de mejora se esquematiza de acuerdo a la

Figura 03-13.



### 3.4.1. LEAN CONSTRUCTION.

No hay mayor signo de locura que repetir lo mismo una y otra vez esperando resultados distintos”

Albert Einstein

La producción en un proyecto de construcción es considerado como un flujo de materias primas para la obtención de bienes y no solo como una transformación de recursos.

Ya que cada proyecto de construcción es único en su especie por lo que se realizan en diferentes ambientes y condiciones es por eso que para desarrollar el Lean Production se generan dificultades.

Sin embargo, esta nueva filosofía nos enseña a realizar trabajos en equipo sobre los trabajos individuales porque se basa en resultados de un acto administrativo tal como es la planificación, es por eso que mejorar y poder medir el funcionamiento del sistema planificador es esencial para modificar y rediseñar el sistema completo.

Principios Básicos de Lean Construcción:

- Reducción o eliminación de las actividades que no agregan valor:

Para lograr la mejora del sistema se tendrá que identificar las actividades que no general valor para luego poder trabajar en su reducción.

En la *Figura 03-14* observamos que los trabajadores que no general valor al proceso son los que se encuentran esperando o conversando.

Figura 03-14: Identificación de Trabajos No Contributorios



Fuente: Ing. José Luis Vitteri – Empresa JLVitteri Ing.

- 
- **Incremento del valor del producto:** El concepto de agregar valor al producto se refiere a la satisfacción de los requerimientos del cliente.
  - **Reducción de la variabilidad:** La variabilidad no satisface el ciclo del sistema por lo que genera interrupciones en el flujo de trabajo con intervalos de tiempo prolongados.

Tal como se observa en la *Figura 03-15* las posibles modificaciones en obra son impredecibles por lo que se deberá tener una holgura de tiempo para poder realizar los trabajos sin que interfiera en el avance de la obra.

Figura 03-15: Reducción de Variabilidad



Fuente: Elaboración Propia

- **Reducción del tiempo de ciclo:** El tiempo de ciclo es la suma de los tiempos de flujo y conversión. Es por eso que si reducimos las actividades que no agregan valor presentes en una línea de producción estaremos directamente reduciendo el tiempo de ciclo de la producción.

En la *Figura 03-16* apreciamos que la habilitación del ladrillo al último nivel se realiza pasando el ladrillo piso por piso con 6 obreros en cada nivel, de esta manera podemos apreciar que se desperdicia la mano de obra y el tiempo utilizado en el traslado de materiales.

Figura 03-16: Reducción de Tiempo de ciclo



Fuente: Elaboración Propia

- **Simplificación de procesos:** Consiste en optimizar y reducir el número de etapas de los procesos a realizarse.

Antes de colocar el concreto en los elementos verticales y horizontales se realiza la limpieza del óxido con una escobilla metálica; para simplificar el proceso se podría utilizar un transformador de óxido (*Figura 03-17*) el cual evitaría la pérdida de tiempo del personal obrero raspando el óxido.

Figura 03-17: Simplificación de Procesos



Fuente: Elaboración Propia

- **Balance de mejoramientos de flujo con mejoramiento de conversión:** El mejorar los flujos o procesos implica mayor tiempo ya que son etapas más complejas, sin embargo, el mejorar la conversión implica menor tiempo ya que consiste mucho en la actualización de la tecnología.
- **Benchmarking:** Consiste en comparar continuamente los procesos constructivos de otras empresas para poder optimizar y mejorar constantemente los procesos.
- **Mejoramiento continuo del proceso:** Concientizar al personal trabajador de sobre la mejora continua indicándoles y haciéndoles sentir que sus observaciones y/o sugerencias son importantes para la mejora continua. En la Figura 03-18 se muestran las charlas permanentes de capacitación que se deben de realizar.

Figura 03-18: Mejoramiento Continuo.



Fuente: Elaboración Propia

### **3.5. RECURSOS HUMANOS:**

“Históricamente, en lugar de organizar, los líderes han controlado; han administrado la represión, en vez de la expresión, y han desentendido a sus seguidores en vez de hacerlos evolucionar.”

(Warren Bennis/Burt Nanus)

---

### 3.5.1. MOTIVACIÓN

Fuerza interna que dirige y sostiene el comportamiento hacia el logro de un objetivo. Determina el continuar o cesar de una actividad.

#### a) Motivación Extrínseca

Las recompensas son factores externos. Las personas con motivación extrínseca hacen su trabajo para ganar recompensa o evitar un castigo. La mayoría de la gente está extrínsecamente motivada. Nuestra sociedad (en distintas esferas de actividad) pone mucho énfasis y presión en obtener recompensas y un desempeño eficiente.

#### b) Motivación Intrínseca

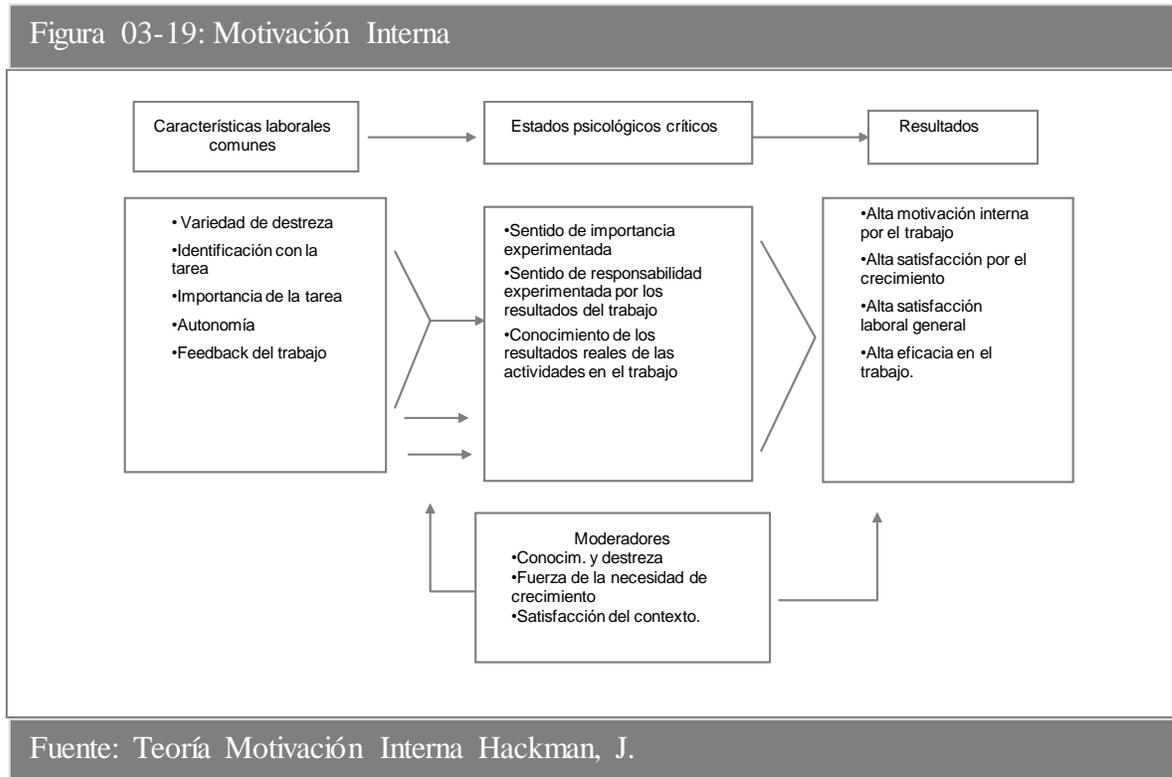
**Origen:** Dentro de uno mismo.

Las actividades son la propia recompensa. La gente se siente motivada porque le agrada la actividad que está desempeñando.

**c) Motivación por Logro:** Una de las motivaciones que el personal obrero necesita son el estimar los logros a metas que el trabajador pueda conseguir.

- Ver las dificultades como retos y no como obstáculos. Considera que las dificultades hacen que su trabajo sea más interesante.
- En este sentido está siempre en búsqueda de retos. No se conforma fácilmente.
- Es capaz de focalizar su atención en una tarea hasta lograr los objetivos propuestos.
- Tiene una alta tolerancia a la frustración.
- Es perseverante.
- Está siempre en búsqueda de un crecimiento personal y profesional.
- Cree en su capacidad.
- No le importa tanto el reconocimiento externo, sino sentirse él mismo satisfecho con su trabajo.

## Esquema de Motivación Interna – Figura 03-19



### 3.5.2. CARACTERÍSTICAS LABORALES PARA LOGRAR UNA MOTIVACIÓN INTERNA.

#### a) Variedad de Destrezas

Trabajo que permita al individuo realizar una variedad de tareas y utilizar diferentes destrezas y habilidades.

#### b) Identidad de la Tarea

Conocimiento de los resultados tangibles de un proyecto en el cual se ha participado.

---

**c) Importancia de la Tarea**

Percepción de que el trabajo implica un aporte significativo dentro de y fuera de la organización.

**d) Autonomía**

Posibilidad que se le da al individuo para programar sus actividades, analizar y determinar los procedimientos adecuados para realizar su trabajo.

**e) Feedback**

Información clara y directa que el individuo recibe acerca de la eficiencia y eficacia con la que está realizando su trabajo.

### **3.5.3. ESTADOS PSICOLÓGICOS CRÍTICOS**

**a) Sentimiento de importancia y valoración**

El individuo debe percibir su trabajo como valioso e importante, porque es parte indispensable de un todo.

**b) Sentimiento de responsabilidad**

El individuo debe sentir que es personalmente responsable de los resultados de su esfuerzo.

**c) Conocimiento de los resultados**

Debe ser capaz de determinar, mediante una medición comparada, si los resultados de su trabajo son satisfactorios o no.

**d) Moderadores**

Existen tres atributos que pueden afectar el logro de los resultados:

- 
- Conocimiento y destreza del individuo.
  - Deseo de superación del individuo.
  - Grado de satisfacción del individuo con: sueldos, compañeros, supervisión, etc.

La aptitud y la actitud de los trabajadores juegan un papel muy importante. Se busca el equilibrio.

### **3.5.4. MOTIVACIÓN PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD**

De acuerdo a lo indicado por Kreitner (1996) las causas de un rendimiento deficiente son:

- Falta de capacidad del individuo (aptitud).
- Otras características individuales (actitud).
- Falta de apoyo/orientación.
- Entrenamiento deficiente.
- Falta de objetivos que orientan el esfuerzo.
- Características del puesto (autonomía y responsabilidad).
- Características del ambiente de trabajo (trabajo en equipo y conflicto).
- Características de la organización (sistema de la compensación y estructura de la organización).
- Características del ambiente externo (tecnología, factores económicos y recursos para realizar el trabajo).

Según Peter M. Senge la calidad no es un buen deseo, es una necesidad para sobrevivir en el negocio, así mismo para que los trabajadores mejoren su desempeño se deberá tomar en cuenta:

- Nada puede comenzar sin el compromiso de los líderes de producción locales, alentar el diálogo, fomentar la visión personal y crear visiones compartidas.

- 
- Si los trabajadores pueden encontrar nuevos enfoques para mejorar los resultados, les entregarán tiempo y energía.
  - La autoridad jerárquica es inadecuada para el cambio.
  - Un valor solo es un valor, si se elige voluntariamente.

Y de acuerdo a lo indicado por William Glasser en su libro Control Theory Manager:

- “La calidad no puede ser alcanzada cuando existe coerción o antagonismo entre los trabajadores y los gerentes.
- Nada destruye más la calidad que pedir a los trabajadores hagan cosas contrarias a sus creencias o rehusarse a escuchar sus ideas de cómo hacer las cosas mejor.
- La calidad es el producto del mejor esfuerzo de los trabajadores y los dirigentes.
- Para un trabajador la calidad de su trabajo será siempre el producto de una auto-evaluación y mejora continua.
- Un trabajo de calidad genera sentimientos positivos y es un poderoso incentivo para los trabajadores en el deseo de volver a experimentar el mismo sentimiento.”

---

# CAPÍTULO IV:

## HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN Y PRODUCCIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS.

Luego de tener claro los conceptos teóricos analizaremos las etapas y procesos que un proyecto de edificación requiere, en este capítulo conoceremos las herramientas necesarias para la administración y producción en obra considerando las principales técnicas de planificación, organización y control

### **4. HERRAMIENTAS DE ADMINISTRACIÓN Y PRODUCCIÓN DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS.**

#### **4.1. FLUJO EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN**

La producción debe ser vista como un conjunto de procesos compuestos por una serie de flujos. Entonces, daremos una mirada inicial a los proyectos de construcción basados en flujos, enfocados en su valor y pérdidas asociadas.

El modelo de proceso de producción según los principios de Lean Production se basa en la consideración de los flujos de un proceso (actividades que no agregan valor), como las actividades de conversión (actividades que agregan valor) permitiendo enfatizar el análisis mediante la minimización y/o eliminación de las actividades de flujo, puesto que constituyen la mayor parte de los pasos en los procesos de producción en la construcción.

Para realizar el estudio de una cadena de producción, lo primero es definir el problema y seleccionar las áreas o aspectos que ofrecen mayores posibilidades de mejora. Esto requiere una observación de los diferentes procesos y procedimientos que componen la cadena de producción.

---

Los diagramas de recorrido junto con los diagramas de proceso pueden ser de mucha utilidad en el diseño de la instalación de faenas y en la distribución de las áreas de trabajo o layout de un proyecto de construcción.

#### **4.1.1. MEDICIONES**

La toma de datos y su análisis se requiere por dos motivos: para conducir el mejoramiento interno de la organización, y para comparar la información obtenida con los indicadores escogidos. Para las organizaciones el primer motivo es el principal, mientras que para el cliente final el segundo pasa a ser mucho más importante.

Los indicadores más importantes enfocados en los flujos, según la visión de Lean Production, deben ser:

##### **a) Pérdidas:**

Tales como la cantidad de defectos, adaptaciones, el número de errores de diseño u omisiones, la cantidad de órdenes de cambio, gastos en seguridad, el exceso de materiales y el porcentaje de tiempo que no agrega valor al ciclo total.

##### **b) Valor:**

El valor se define como el grado de satisfacción del cliente final, o sea que todos sus requerimientos sean cumplidos sin inconvenientes. El valor debe ser medido por un proceso de medición post venta o post construcción.

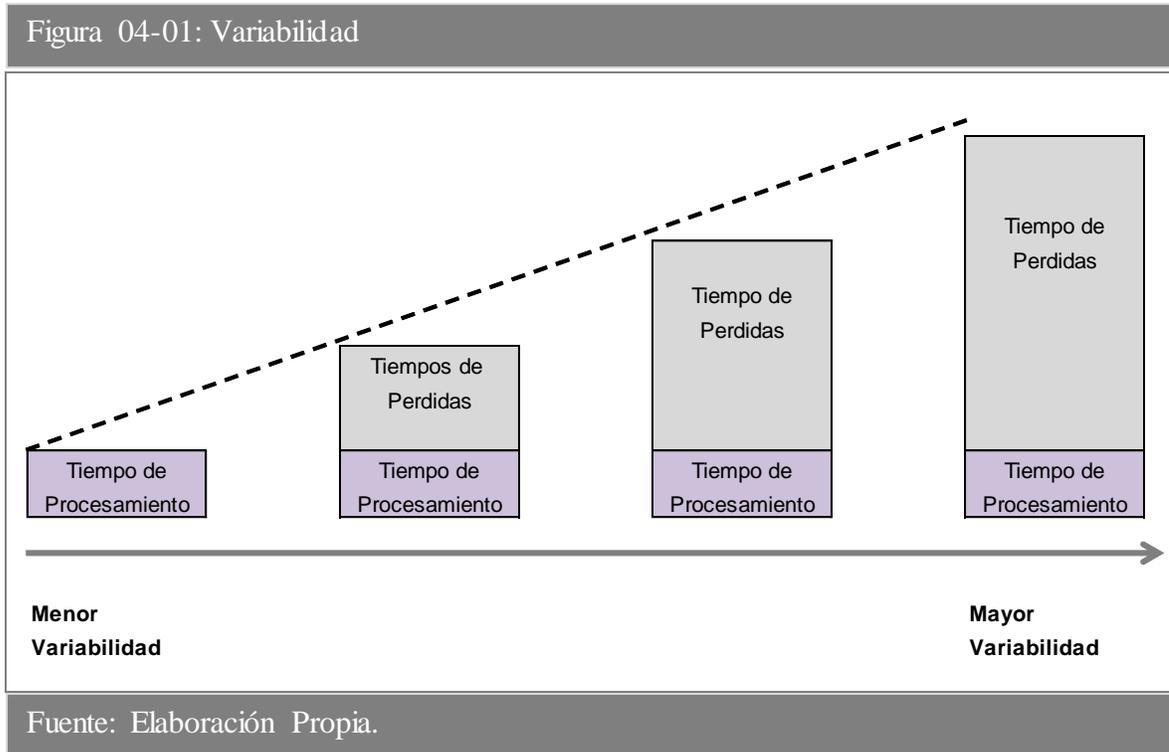
##### **c) Tiempo de Ciclos:**

Los tiempos del ciclo principal y de sus subprocesos son uno de los indicadores más poderosos.

##### **d) Variabilidad:**

La variabilidad es todo lo que aleja nuestro sistema de producción de un comportamiento regular y predecible.

El tiempo de ciclo o de ejecución de los procesos constructivos puede ser progresivamente comprimido eliminando las actividades que no agregan valor al reducir la variabilidad (Koskela 1992), *Figura 04-01*.



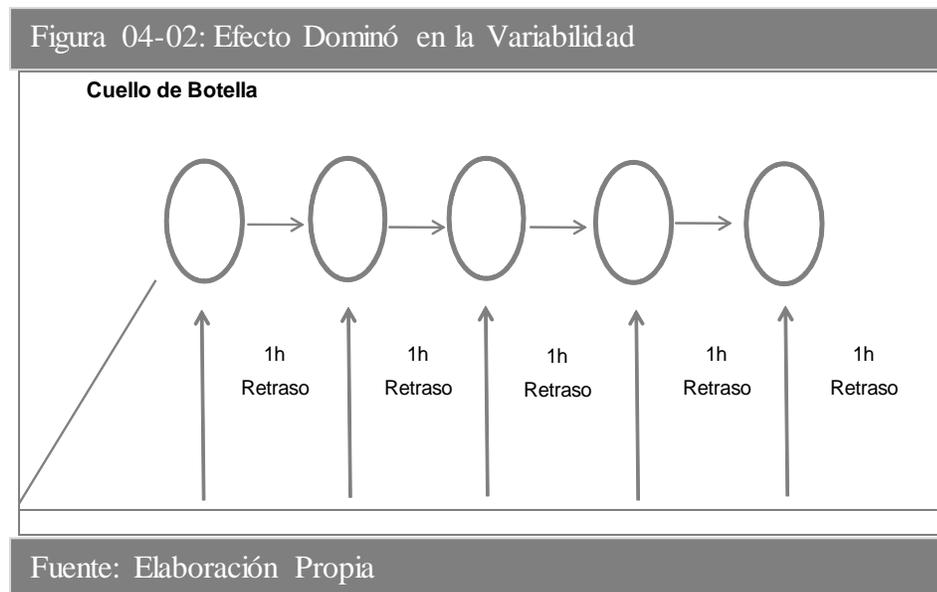
Las fuentes de variabilidad más comunes son:

- Cambios de ingeniería.
- Cambios del cliente.
- Diferentes tipos de productos en el proyecto.
- Disponibilidad de mano de obra.
- Fallas mecánicas.
- Falta de materiales.
- Retrabajos.
- Ritmo de trabajo del operador.
- Trabajos defectuosos.

- Transporte de materiales.
- Falta de Información.

Esta desviación de lo planificado representa lo que se ha pasado a denominar "variabilidad". Ausencia de variabilidad significa producción confiable.

La variabilidad de un proceso afecta la producción de los demás procesos constructivos. Esto debido a que el efecto se transfiere a los demás procesos en un *efecto de dominó* (Figura 04-02) y va aumentando mientras más cerca estemos a los últimos procesos, que son usualmente los que le agregan más valor al producto final desde el punto de vista del cliente.



En la filosofía de Lean Production, como marco conceptual, clasificaremos los indicadores de desempeño en dos categorías: Por resultados, por procesos y por variables. Estos indicadores deben cumplir los siguientes requisitos:

- Especificidad: Deben estar relacionados con aspectos, etapas y resultados claves del proyecto o del proceso.
- Simplicidad: Deben ser de fácil aplicación, comprensión y medición.
- Bajo costo: El costo de la medición debe ser significativamente menor que el potencial ahorro.
- Representatividad: Debe dar información veraz y confiable del proceso evaluado.

---

### **4.1.2. CADENA DE VALOR**

Definiremos en un principio las actividades que agregan y no agregan valor:

#### **a) Actividad que agregan valor:**

La actividad que convierte un material y/o la información hacia los requerimientos del cliente. En suma, son las actividades que el cliente reconoce en un estado de pagos del proyecto como ejecutadas.

#### **b) Actividades que no agregan valor (pérdidas)**

Aquellas que produciendo un costo, ya sea directo o indirecto, no agregan valor ni avance a un proyecto.

Se define a la dirección de la cadena de valor como la manera de controlar, manejar y de dirigir una secuencia de actividades que una empresa realiza para crear productos o servicios que aumenten beneficio, disminuyan tiempo y costo, y mejoren la calidad para la empresa y generan beneficio para el cliente. Usar el término de dirección de la cadena de valor, implica que el valor tiene que ser agregado en todos los puntos del proceso.

### **4.1.3. LOGÍSTICA**

El proceso de producción se entiende no solamente como secuencia de las actividades de la conversión sino también como un proceso del flujo de materiales y de información y como proceso de generación de valor para el cliente.

De este concepto, se deduce que en un proceso de producción, la ventaja competitiva no puede venir solamente de mejorar la eficacia de las actividades de conversión, sino también reducir los tiempos de espera, del almacenaje, de movimientos improductivos e inspecciones. Todas estas actividades son inherentes a un proceso logístico.

El concepto de dirección basada en la logística está definido como "el proceso de planificación, implementación, control de la ejecución eficiente de los flujos, el almacenamiento y

---

aprovisionamiento de materiales, y de la administración eficiente de la información relacionada desde el punto de origen del flujo hasta el punto de ejecución con el fin de satisfacer los requisitos del cliente".

En términos de la producción, 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 de los programas de trabajo
- Movimiento de la maquinaria
- Dirección de los flujos de producción
- Dirección de los flujos de información relacionada con los flujos en el proceso de ejecución.

## 4.2. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

El manual *Guide to the Project Management Body of Knowledge* (conocido como PMBOK) define un **proyecto** como “un esfuerzo temporal para la creación de un producto o servicio único”.

<sup>8</sup>

La administración en la construcción consiste en administrar en forma efectiva al personal, material, dinero y equipos, así como elaborar una calendarización completa para terminar el proyecto en tiempo y costo.

---

<sup>8</sup> Guide to the Project Management Body of Knowledge © 1996 Project Management Institute, Four Campus Boulevard, Newton Square, PA 19073-3299 USA

---

El administrador del proyecto deberá elaborar principalmente un plan en el cual basarse para organizar el proyecto. En general la administración del proyecto está basada en 4 funciones básicas:

- Planeación
- Programación
- Organización
- Control

#### **4.2.1. PLANEACIÓN**

Consiste en elaborar una especie de estrategia general para la realización del proyecto. Se construye a base de actividades generales de la obra, con la finalidad de estimar los tiempos de realización de cada una, así como las posibles limitaciones o imprevistos que pudieran surgir. Este plan servirá de guía para el desarrollo general del proyecto. En ciertas circunstancias, se recomienda planear lo planeado. Existen tres tipos de planeación en función de sus objetivos:

- Largo plazo
- Mediano plazo
- Corto plazo

#### **4.2.2. PROGRAMACIÓN**

Es la elaboración de un plan más detallado, en la que se integran las diferentes actividades específicas del proyecto. Estas actividades se ordenan de manera sistemática, y se le asigna una duración y una fecha de inicio y de terminación. También se establecen relaciones entre las diferentes actividades, y las posibles restricciones existentes entre unas y otras. Así como sucede en la planeación, se tienen tres tipos de programación.

---

### **4.2.3 ORGANIZACIÓN**

Basado en la programación, se trata de organizar todos los recursos requeridos para cada proceso o actividad. Estos recursos pueden ser materiales, herramientas, mano de obra o equipo. Consiste también en la selección de personal adecuado para la realización de trabajos específicos, así como la asignación de trabajos a los diferentes trabajadores, de acuerdo a los requerimientos de la programación de obra.

### **4.2.4. CONTROL**

Es tal vez una de las más difíciles partes de la administración de proyectos. Consiste en elaborar un sistema de control que le permita al administrador medir, reportar y prevenir posibles variaciones en el tiempo o costo de la obra. Debido a esto, se dice que la planeación es un proceso continuo, ya que conforme se mantiene el control de la obra, es probable que en ocasiones se requiera hacer modificaciones en la programación para poder cumplir con lo establecido en el plan general. Se trata de estar al tanto de la situación de la obra, sus avances y posibles anomalías, para poder resolver problemas a tiempo.

La administración de proyectos en la construcción varía dependiendo de la persona encargada de realizar la administración. Si se trata del cliente, éste realizará una planeación general, cuya escala de tiempo sea en meses o semanas que le permita estimar el costo total de la obra, así como los diferentes flujos de efectivo que se requieran.

Por otro lado los encargados del diseño del proyecto se preocupan por planear el proceso de diseño, necesitan establecer la secuencia de actividades a realizar, como lo son investigaciones, estudios del terreno, cálculos, elaboración de planos, aprobación de los mismos, preparación de documentos de especificaciones técnicas y de instalaciones, entre otras múltiples actividades que deben de ser planeadas para evitar pérdida de tiempo o retrasos, así como posibles omisiones.

En última instancia está el contratista, quién elaborará una planeación detallada, donde la escala de tiempo utilizada sea diaria, pudiendo ser mayor o menor según se requiera para poder organizar sus recursos, y controlar en forma efectiva todo el desarrollo de la obra

---

### 4.3. TEORÍA DE LAST PLANNER

“Si tuviera 8 horas para cortar un árbol, emplearía 7 horas en afilar el hacha.”

(Abraham Lincoln)

La aplicación de los conceptos de la Lean Production en la construcción (denominada Lean Construction) se han concretizado a través de la teoría del Last Planner (el Último Planificador).

Es por eso que el sistema de Last Planner es el método por el cual se incorporan para que el proceso pueda ser exitoso a algunos elementos que anteriormente no eran considerados como la mano de obra.

Se define como último planificador a la persona o grupo de personas cuya función es la asignación de trabajo directo a los trabajadores. El nombre de último planificador proviene del hecho que éste no da instrucciones a ningún otro nivel de planificación posterior, sino que a aquellos que van directamente a terreno, a las operaciones de construcción. Adicionalmente, la función del último planificador es lograr que lo que queremos hacer coincida con lo que podemos hacer, y finalmente ambas se conviertan en lo que vamos a hacer.

Con la aplicación de la Teoría de Restricciones se espera que cada persona encargada de llevar a cabo la tarea programada directamente en el campo, es decir el último planificador, o dicho de otro modo, el responsable de cada proceso, tenga en cuenta las restricciones que le podrían impedir cumplir con su objetivo y evitar afectar la cadena de producción.

Al reportar el status de su proceso, el último planificador puede atacar las causas de no-cumplimiento más fácilmente y reconocerlas para que luego no se repitan

Glenn Ballard, propone el sistema del Último Planificador, basado en los principios del Lean Construction, que apunta fundamentalmente a aumentar la fiabilidad de la planificación y con eso a mejorar los desempeños. Este incremento de la confiabilidad se realiza tomando acciones principalmente en dos niveles: planificación intermedia (Planificación Lookahead) y planificación semanal.

---

De acuerdo al análisis realizado por Glenn Ballard los proyectos en general invierten mucho dinero y tiempo en elaborar una planificación previa y un presupuesto adecuado, tomando en cuenta que cada paso analizado se desarrollará de dicha manera en obra, pero si no se tiene un adecuado control en campo y si no se prevé las posibles variabilidades que puedan existir no nos será de ayuda los trabajos pre- constructivos.

En la planificación previa no se prevé las variabilidades in situ lo cual genera atrasos por lo que no resulta un adecuado flujo de trabajo.

Al implementar el sistema del último planificador se deberá de indicar semana a semana los trabajos que se puedan realizar y posteriormente los que se harán, es así como el responsable de cada proceso analizado tendrá una meta a realizarse por lo que la productividad se incrementa y las restricciones se liberan.

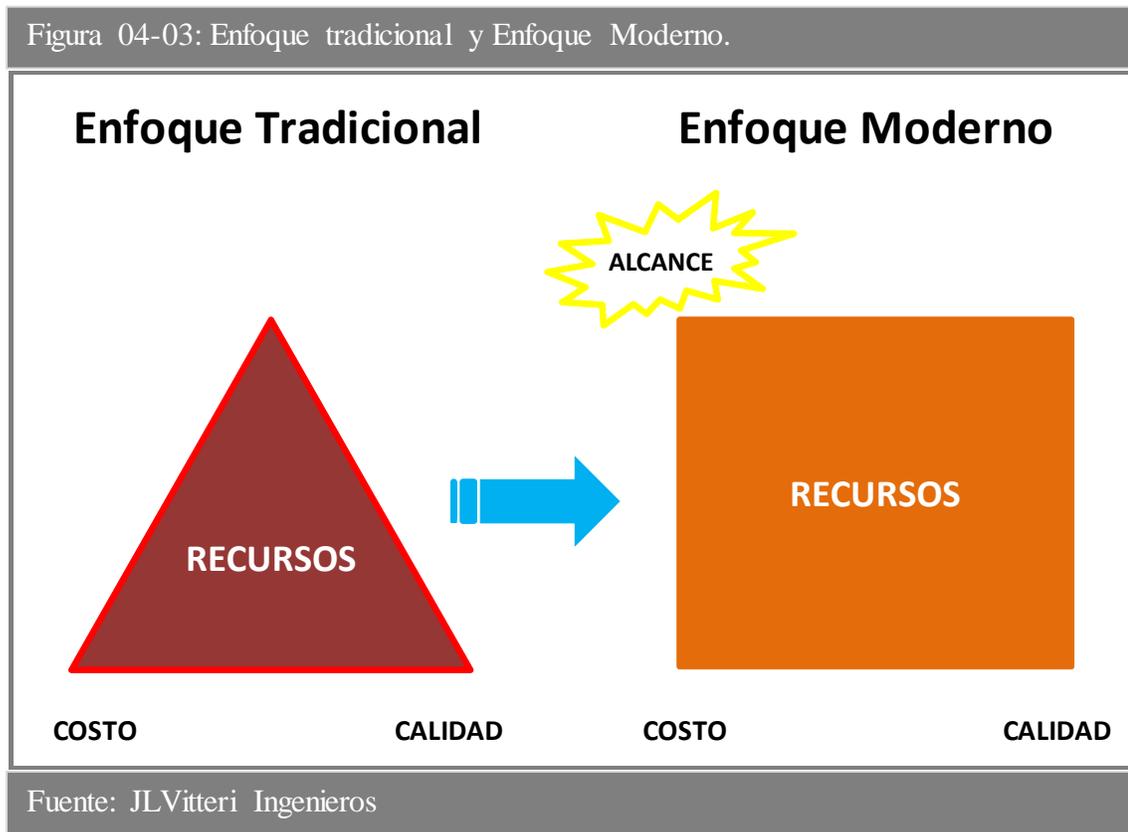
#### **4.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS**

Para conseguir ser un buen administrador de proyectos es necesario completar los proyectos a tiempo, no salirse del presupuesto y asegurarse de que los clientes queden satisfechos con el trabajo. Esto parece sencillo, pero ¿cuántos proyectos existen que fueron finalizados fuera de fecha de plazo o que su coste superó lo presupuestado o que no cubrieron las necesidades de sus clientes? Ejemplos sobran.

Cuando el ingeniero George Stephenson, creador de la primera locomotora a vapor construyó la vía férrea de Liverpool a Manchester (Inglaterra) en la década de 1820, su costo superó en un 45% el presupuesto y se sufrieron años en demoras. ¿Será acaso que seguimos en la era de Stephenson?

El trabajo de un proyecto puede ser visualizado de muchas formas, aunque la idea básica es que cada proyecto posee algún elemento de tiempo, algún componente financiero y requiere una cantidad de trabajo a realizar.

Existe un enfoque moderno, que dista ligeramente del anterior tal y como se muestra en la *Figura 04-03*.



Para poder cumplir con los tiempos y costos establecidos inicialmente en un proyecto de construcción es necesario elaborar un plan el cual establezca una planificación y un control del mismo.

Es importante determinar en este plan los eventos relevantes, así como las posibles restricciones y limitaciones que pudieran presentarse durante el desarrollo del proyecto puesto que si se les tiene perfectamente identificado, el gerente de proyectos podrá tomar las decisiones a tiempo y solucionar en forma óptima los problemas que se susciten. Además de identificar los procesos constructivos de difícil ejecución.

Después de tener elaborada la planeación de la obra se procede a realizar la programación de la misma. Puede entenderse como programación a la elaboración de una red o diagrama en el que se esquematicen todas las actividades en las que se divide el proyecto, especificando el tipo de

---

relación entre una y otra, así como su duración. Con esta programación se tiene un tiempo estimado de terminación del proyecto <sup>9</sup>

El control de una obra consiste en medir el avance de ésta, registrarlo y compararlo continuamente con lo estimado en la programación del proyecto. Este es un proceso continuo y le permite al gerente de proyectos prever los posibles cambios en cuanto a la magnitud de la obra, posibles problemas y por ende cambios en su costo y tiempo de terminación.<sup>10</sup>

Puede darse el caso de que se requiere en forma extraordinaria hacer un proceso constructivo que no se tenía contemplado, de esta manera, con ayuda de la programación del proyecto, puede elaborarse una nueva programación, minimizando el retraso de la obra así como los costos extras que pudieran generarse. Y también, con esto programar un nuevo flujo de efectivo.

#### **4.4.1. PLANIFICACIÓN GENERAL**

El gerente de proyectos debe elaborar un plan de trabajo escrito en el que se identifique el trabajo que necesita hacerse, quién va a hacerlo, cuándo debe hacerse, cómo debe hacerse, y bajo qué costos.

Además de esto, es necesario también conocer las condiciones de las vías de comunicación, si es que existen, las condiciones climáticas, los posibles centros de obtención de materiales, la mejor forma de obtener la mano de obra, los medios de transporte presentes en el lugar, entre otros factores, es decir, los recursos y factores externos del proyecto.

Existen 3 tipos de planificación:

---

<sup>9</sup> Garold D. Oberlender (1993), Project Management for Engineering and Construction, editorial McGrawHill, USA

<sup>10</sup> Ahuja, (1983), Project Management – Techniques in Planning and Controlling Construction Projects, a Wiley Series edition

---

- **Largo plazo o Planificación Maestra :**

Durante esta etapa se deberá trabajar con información que represente el verdadero desempeño de los trabajadores de la empresa, definiendo lo que debemos hacer en el proyecto en esta etapa se tomará en cuenta un amortiguador de tiempo.

- **Mediano plazo:**

Estas actividades son las que deberán hacerse en un futuro cercano pudiendo controlar el flujo de trabajo coordinación del diseño, proveedores, recursos humanos, información y requisitos de diseño.

- **Corto plazo o Planificación Semanal:**

Se determinarán los procesos de avance semana a semana, en esta etapa se determinarán los trabajos que tienen libertad de restricción, de esta manera se crea un inventario de tareas que sabemos serán ejecutadas.

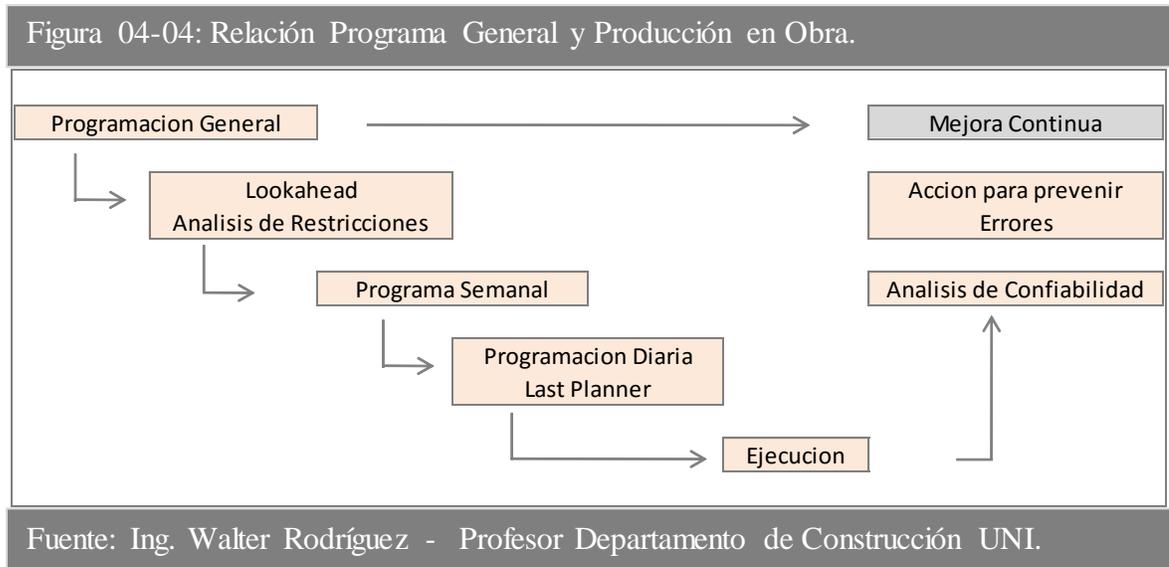
El inventario de trabajo ejecutable puede poseer actividades con restricciones liberadas de la semana en curso, de la semana futura que se desea planificar y actividades con dos o más semanas futuras.

Luego de identificar el inventario de trabajo ejecutable se podrá crear un Plan de Trabajo Semanal agrupan las actividades semana a semana.

La filosofía de la gestión de proyectos tradicional define la planificación semanal como el desarrollo de actividades y programas para ejecutar los trabajos que deben ser realizados,

Es necesario medir el desempeño de cada plan de trabajo semanal para estimar su calidad, esta medición es el primer paso para aprender de las fallas e implementar mejoras, se realiza a través del Porcentaje de Actividades Completadas (PAC), de esta manera compara lo que será hecho según el plan de trabajo semanal con lo que realmente fue hecho, reflejando así la fiabilidad del sistema de planificación.

De esta manera indicamos en la *Figura 04-04* el esquema del programa general en relación a la ejecución de la obra

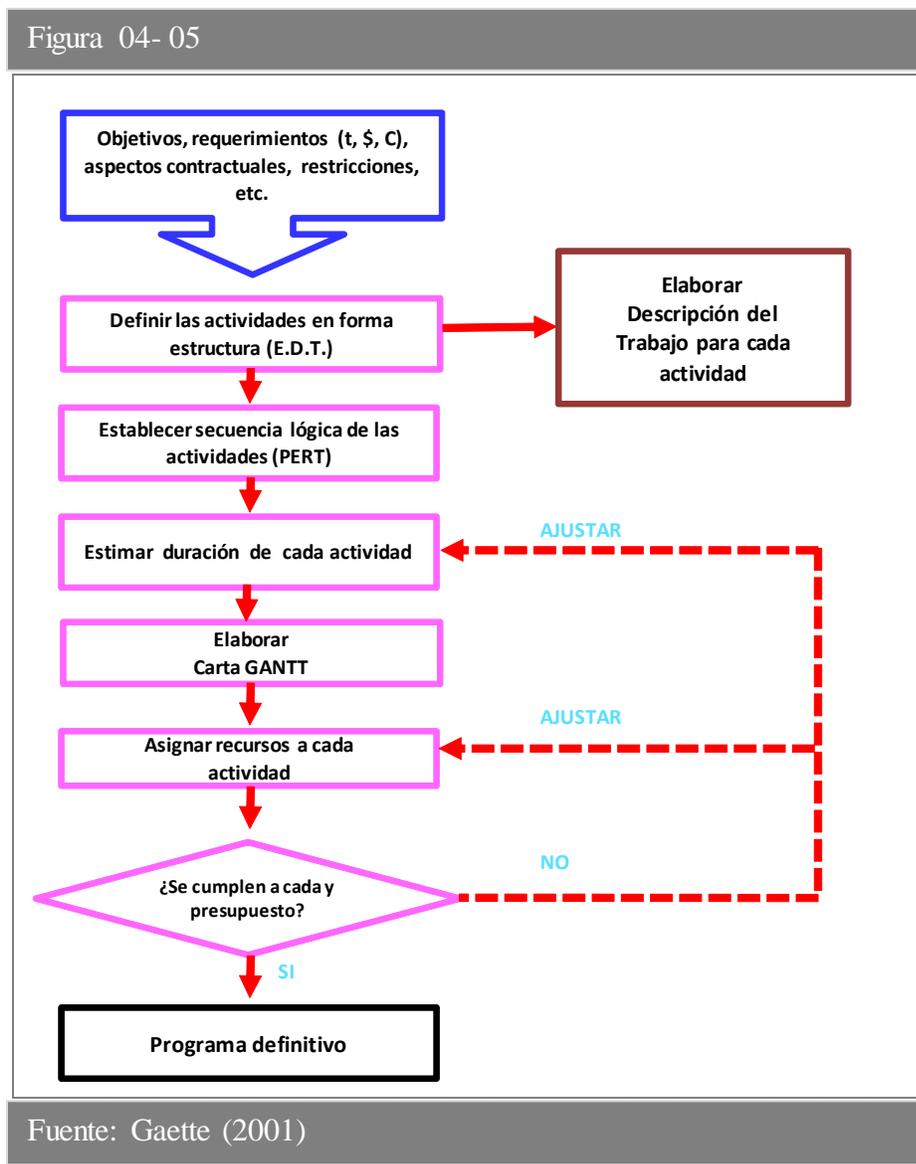


De esta manera nos preguntamos:

- **¿QUÉ?:** Se establecen los objetivos.
- **¿PARA QUÉ?:** Justificación del proyecto.
- **¿CÓMO?:** Se listan las actividades y sus relaciones.
- **¿CON QUÉ?:** Se identifican los recursos.
- **¿DÓNDE?:** Ubicación física.
- **¿CUÁNDO?:** Definir programa (depende de “cómo”, “con qué” y “dónde”).
- **¿A QUÉ COSTO?:** Depende de “cómo”, “con qué” y “cuándo”.
- **¿QUIÉN?:** Se asignan responsabilidades.

## SECUENCIA GENERAL DE LA PLANIFICACIÓN

En la *Figura 04-05* se muestra la secuencia lógica en la planificación de un proyecto.



---

#### 4.4.2. CARACTERÍSTICAS DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO

El *ciclo de vida del proyecto* sirve para definir el **comienzo** y el **final** de un proyecto.

La definición de *ciclo de vida del proyecto* determinará también qué acciones de transición se incluirán al final del proyecto y cuáles no. De esta manera, la determinación del *ciclo de vida del proyecto* puede ser usado para enlazar el proyecto a operaciones sucesivas de la organización ejecutora.

#### 4.4.3 ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO (EDS ó WBS)

“La mejor forma de comerse un dinosaurio es a pedacitos”

(Refrán Popular)

Una Estructura de Desglose del Trabajo (EDS) o Work Breakdown Structure (WBS) es un proceso de pensamiento mediante el cual se pretende organizar el proyecto así como dividirlo en elementos de trabajo que representan las unidades singulares o asignadas por la organización.

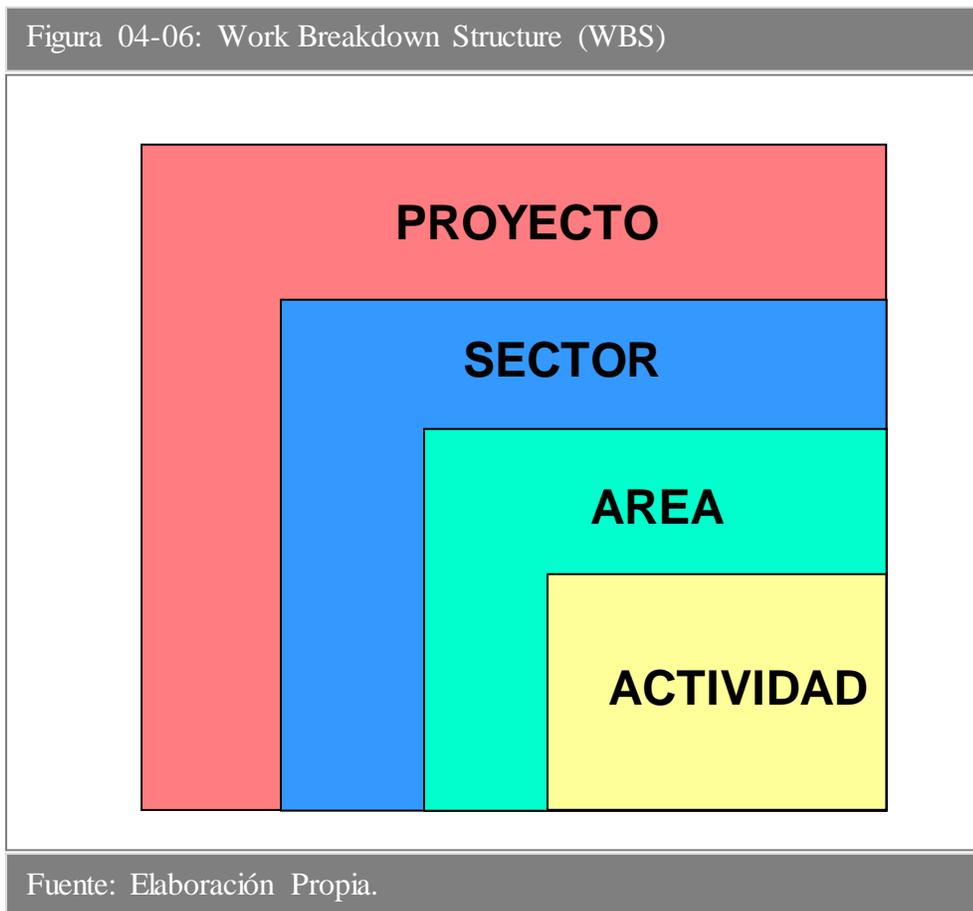
El WBS es también una representación gráfica de los elementos del proyecto nivel por nivel e incluyen todos los entregables.

Dicha división puede subdividirse primero en tareas que puedan asignarse a alguna unidad orgánica o individuos, seguidamente se dividen en áreas de trabajo lo cual constituirá paquetes de trabajo, tales actividades a su vez, pueden ser subdivididas hasta lograr el desglose necesario. El nivel de desglose requerido por el proyecto estará determinado por la complejidad y tamaño del proyecto.

Es similar al organigrama tradicional de una empresa, donde se tiene un Director, Subdirectores, Jefes de Departamento, Jefes de oficinas, entre otros. Para lograr establecer el WBS del proyecto, se deben organizar las ideas alrededor de lo que se pretende hacer en el proyecto.

El Procedimiento a seguir es el siguiente, tal como se esquematiza en la *Figura 04-06*:

- a) Definir la lista de actividades del proyecto.
- b) Elaborar una matriz donde las filas son las actividades del proyecto y las columnas son los elementos de algunos de los niveles del WBS.
- c) Los procesos del proyecto estarán definidos por cada una de las intersecciones de esta matriz o por agrupamientos de varias de estas intersecciones. Los criterios para el agrupamiento son:
  - Se pueden definir procedimientos que sean válidos en todas las intersecciones agrupadas.
  - Se puede establecer una unidad de cuantificación de la producción del proceso y un metrado válido para el agrupamiento, cuyo volumen se desarrolle a lo largo de toda la vida del proceso.

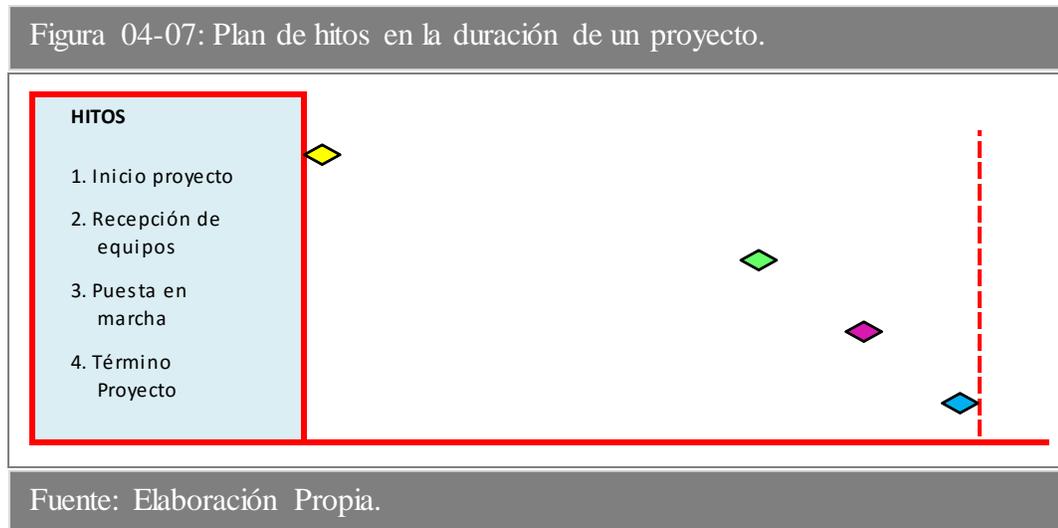


Finalmente lo que se buscará para cada área o sector del proyecto, dependiendo del caso, es que los procesos formen cadenas de producción naturales y lógicas.

#### 4.4.4. PLAN DE HITOS

En este punto se deberá establecer fechas en las cuales deberá culminar una fase o etapa del proyecto, *Figura 04-07*.

Puede decirse que constituyen objetivos intermedios del proyecto, por lo que facilitan el sistema de control, así mismo este punto se retomara en la etapa de control en obra.



#### 4.4.5. CARTA BALANCE

Las cartas de balance o carta de equilibrio de cuadrilla permiten 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 cada cuadrilla. También con la utilización de esta herramienta se consigue importante información para un análisis de rendimientos.

Dado que la realidad nacional del trabajo de construcción en terreno, causa muy poco tiempo para revisar los procedimientos y metodologías usadas y para disponer óptimamente del personal, los administradores de obra prefieren enfrentar las faenas utilizando soluciones similares del de sus obras anteriores, muchas veces actuando principalmente por costumbre.

---

Se justifica que este método sobre la base de que normalmente se especifican técnicas de materialización usuales y conocidas, que van ajustando a las condiciones particulares a medidas que se ponen en práctica. Sin embargo, el hecho de que los profesionales de terreno enfrenten las obras y de esta forma y que muchas veces “descansen” en el conocimiento práctico del maestro de obra o capataz, fomenta la resistencia de este personal frente a los cambios e innovaciones para mejorar la eficiencia en el terreno.

La carta de balance es un gráfico de barras verticales que tienen una ordenada de tiempo y una abscisa de la que se indican los recursos (hombre, máquina, etc.) que participan en la actividad que se estudia asignándole una barra vertical en cada recurso.

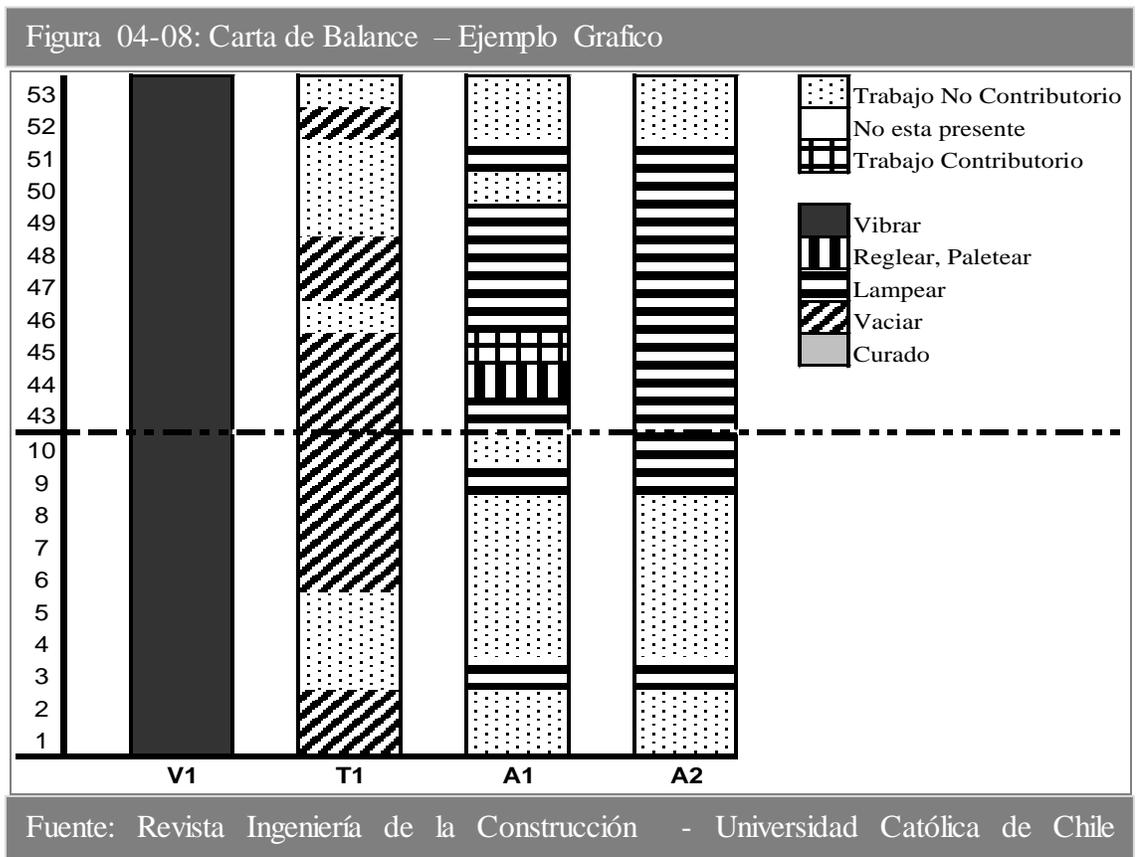
Tal barra se subdivide en el tiempo según la secuencia de actividades en que participa el respectivo recurso, incluyéndose los lapsos improductivos y de trabajo inefectivo. Dado que cada elemento de la cuadrilla es graficado en el mismo periodo de tiempo, la relación de estos se puede observar mediante una comparación de líneas horizontales de referencia, pudiendo descubrirse patrones comunes que indican 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 trabajen más duro sino que en forma más inteligente. Las vías para mejorar la eficiencia del grupo de trabajo de materialización las actividades de interés (en tanto se haya escogido el método constructivo) son la reasignación de tareas entre los miembros y/o la modificación de tamaño de grupo que conforma la cuadrilla.

Una consideración que se debe tener presente es la de enfocar preferentemente el estudio a una reducción de los tiempo improductivos y aumentar los niveles de actividad real y de rendimiento.

Para ello se propone que en general se respete las siguientes secuencias:

- Revisar el proceso constructivo seleccionado y buscar otro método que permita cuestionar comparativamente su conveniencia
- Cuantificar previamente un grado de utilización eficiente de los recursos de mano de obra, maquinaria y equipos para el proceso seleccionado.
- Analizar con más detalles el diagrama de procesos de los recursos, en especial de actividades que se desarrollan en espacios extremos.
- Muestrear la operación y determinar las condiciones reales de trabajo de los recursos. Conviene realizar no menos de tres muestreos y en días distintos.
- Procesar la información, construir y discutir resultados. Determinar mejoras necesarias y describir en una carta de balance, *Figura 04-08*, ideal el procedimiento mejorado propuesto.



---

La frecuencia de aconsejada de muestreo es de un minuto, con no menos de treinta observaciones (30 minutos) en total, o las que sean necesarias para observar los ciclos completos.

El análisis de operaciones mediante Cartas de Balance, junto a cartas de procesos y diagramas de flujo de los principales recursos, forma un paquete de estudio de real efectividad para el aumento de la productividad de las faenas y en particular de operaciones específicas.

#### **4.4.6. CONTROL DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS**

Las etapas de seguimiento y control forman parte de la administración de cualquier proceso productivo y, por lo tanto, también de la construcción. Los objetivos del seguimiento y del control son básicamente los siguientes:

- Verificar que la ejecución de los trabajos se esté realizando de acuerdo a la planificado y especificado.
- Tomar correctivas que permitan superar las deficiencias o ajustar la planificación a condiciones actuales diferentes a las supuestas iniciales.
- Aumentar la productividad y la calidad: Sistemas de Seguimiento y Control.
  - Formal:
    - Informes de Costos
    - Informes de Avances
  - Informal
    - Recorrido de obra
    - Reuniones

Preguntas:

¿Cómo va?, ¿Cómo resulta?, ¿Cómo lo están haciendo?, etc.

---

La falta de comunicación en el trabajo para poder contar con la información requerida en el momento oportuno. Lamentablemente los procesos de comunicación son considerablemente afectados tanto por el emisor como el receptor, los que generalmente filtran la información, es por ello que se han creado o adaptado herramientas particulares de obtención de información, tales como:

**A) Informes de Control:**

Consiste en comparar a través de los informes lo real con lo originalmente planificado y presupuestado.

**b) Control de métodos y procedimientos**

Al buscar formas más apropiadas de evaluar la efectividad de la administración de una obra, y dado que los costos, parámetros relevantes de una obra, representan utilización de recursos.

A nivel operacional la mano de obra, es el recurso más importante en la construcción, ya que es el que normalmente fija el ritmo de trabajo.

***b.1) Cuestionarios:***

Los cuestionarios se usan para un análisis primario de la situación. Su propósito básico es ayudar en la definición de las áreas problema, indicando sus características y límites.

Los cuestionarios permiten detectar en forma bastante precisa, aspectos tales como la existencia de elementos desmotivadores, aspectos del trabajo que afectan el desempeño de los trabajadores y fallas en administración de la obra.

**b.2) Encuesta de interrupciones y demoras:**

Estas encuestas son para identificar con precisión las fuentes más frecuentes de interrupciones y las incidencias de cada una de ellas en términos de recursos desperdiciados.

Se centran en aspectos externos de la gestión de la obra, que afectan el trabajo de capataz y su cuadrilla, y suponen que el capataz es capaz de identificar y estimar con una exactitud apropiada, las pérdidas de tiempo debido a detenciones.

Para que sean efectivas estas encuestas tal como se indica en la Figura 04-09 y 04-10; se requiere confianza e interés de parte de los capataces y supervisores. Por otro lado la administración de la obra debe demostrar la importancia que se le brinda a esta herramienta, a través de un uso real y acciones concretas de mejoramiento dirigidas a resolver los problemas detectados.

Figura 04-09: Encuesta sobre determinaciones y demoras a nivel capataz.

Cuadrilla			N° de Obreros
Fecha (día)			Actividad
PROBLEMAS QUE PRODUCE INTERRUPCIONES EN EL TRABAJO		HORAS- HOMBRE PERDIDAS	
		N° DE HORAS X N° DE OBREROS = H.H PERDIDAS	
1. Esperando por material interno			
2. Esperando por material externo			
3. Esperando por herramientas no disponible			
4. Esperando por equipos			
5. Modificaciones / Rehacer trabajo ( error de diseño)			
6. Modificaciones / Rehacer trabajo ( error de prefabricación)			
7. Modificaciones / Rehacer trabajo ( error de construcción)			
8. Traslados a otras áreas de trabajo			
9. Esperando por información			
10. Interferencia por otras cuadrillas			
11. Otros			

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 04-10: Resultado por Categoría

Categoría	TOTAL DE HH PERDIDAS	% DE TOTAL DE HH PERDIDAS
Esperando por material interno	144	31.7
Esperando por material externo	15	3.3
Esperando por herramientas	27	5.9
Esperando por equipos	12	2.6
Modificación / Rehacer trabajos	227	50
Traslado a otras áreas de trabajo	46	10.1
Esperando por Instrucciones	88	19.4
Otras causas	39	8.6

Fuente: Elaboración Propia.

---

### **b.3) Muestreo de Trabajo:**

Sirve para medir el porcentaje de tiempo de mano de obra y los equipos ocupan en ciertas categorías predeterminadas de actividades. Conociendo como es utilizado el tiempo de estos recursos, aparecerán los problemas que afectan la productividad, los que al ser eliminados, permitirán reducir los costos asociados a la mano de obra y a los equipos.

El propósito de un plan de muestreo de trabajo está siendo utilizado por el personal y los equipos.

#### **b.3.1) Selección de categorías de trabajo:**

Hay dos interrogantes que es necesario contestar cuidadosamente una vez que se han seleccionado las categorías de trabajo que se usarán en un plan de muestreo:

- ¿Ayudan las categorías elegidas, al cumplimiento de los objetivos del plan de muestreo?
- ¿Entregan estas categorías la información necesaria para que la dirección de la obra tome las acciones más adecuadas?

Por ejemplo, una operación de albañilería, el transporte de los ladrillos hasta el lugar de la faena puede ser considerado como parte del trabajo directo de dicha operación. Sin embargo, si el objetivo de un estudio de la operación es determinar el tiempo utilizado por el personal en actividades de apoyo, será necesario establecer categorías más detalladas, separando el transporte de los ladrillos con la colocación de los mismos.

Un resumen de las principales categorías de trabajo utilizadas en estudios realizados hasta la fecha son las siguiente las cuales ya se explicaron en los capítulos anteriores (Figura 04-11)

- Trabajos productivos
- Trabajos contributivos
- Trabajos no contributivos

Figura 04 - 11: Formulario de muestreo general.

Obra					Fecha
Hora					Muestreador
Nº personas	Piso/ Sec	TP	TC	TNC	Observaciones

Fuente: Elaboración Propia.

### b.3.2) Proceso de toma de datos.

En los estudios de muestreo del trabajo se acostumbra usar dos métodos para la observación y posterior registro de las actividades de los recursos en estudio:

1. Recorrido de la obra de los sectores que se desea muestrear
2. Observación desde una posición determinada, fija.

En ambos casos, la idea es que en instantes predeterminados aleatoriamente, el observador registre las actividades de la mano de obra y/o equipos que tiene a la vista. Es importante que al registrar lo observado el observador lo haga de acuerdo a lo que se aprecie en forma instantánea al mirar.

### c) Técnicas de Observación:

- Estudio de tiempo por cronómetro
- Fotografías en intervalos de tiempo
- Videos y películas en general

---

**d) Validación estadística:**

Para determinar el grado de confianza requerido para la muestra y el rango de error correspondiente, de acuerdo al número total de observaciones. Dado que los resultados obtenidos se expresan en términos de porcentajes (proporciones), el método de estimación por proporción es el más apropiado.

**Formulas:**

*Máxima confiabilidad: p*

$$p = 1 \times X_i$$

Error aceptado en cada sentido: I (60%  $\pm$  5% I=5%)

$$I = K_{\alpha/2} \sqrt{p(1-p)}$$

$K_{\alpha/2}$  = valor de variabilidad normal estándar para un nivel de confianza

✓

a = nivel de confianza

n = número de ensayos

**Ejemplo:**

Se han observado 100 personas en varios recorridos por la obra, obteniendo que el 40% de los casos está trabajando; si requiero un nivel de confianza de 95%, ¿cuál sería el error esperado de la proporción obtenida? y ¿Cuántas observaciones adicionales será necesario hacer?

$$p = 0.40$$

---

$$I = K0.025 \ 0.41-0.4100 = \pm 9.6\%$$

$$n = 1.962 \times 0.4 \times 0.60.052 = 369 \text{ observaciones, es decir 269 observaciones más.}$$

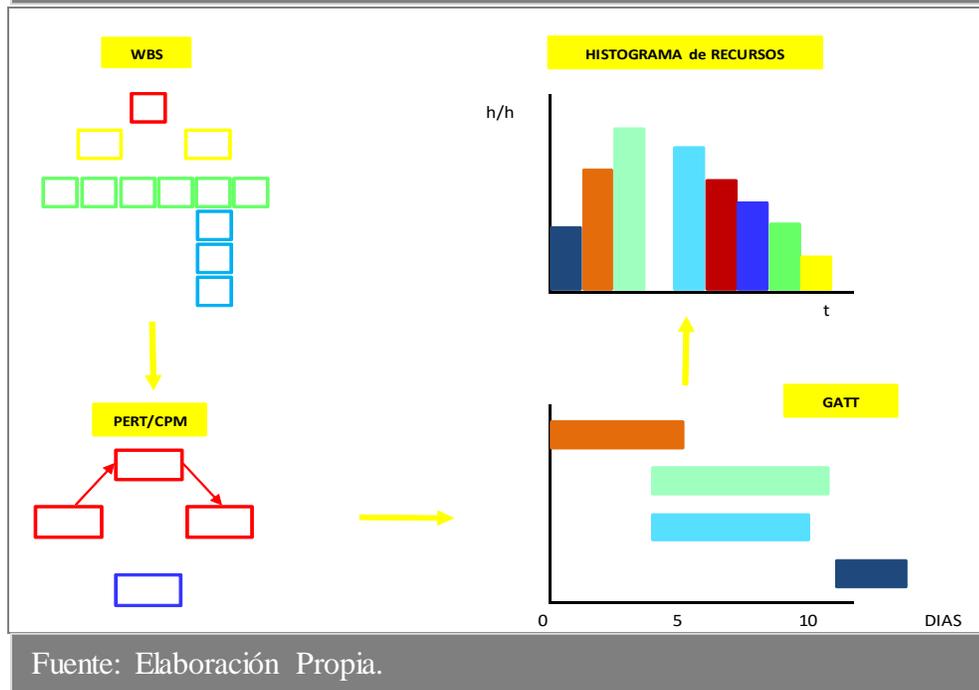
Por razones estadísticas se recomienda que, en general, en cualquier programa de muestreo se realice no menos de 384 observaciones, ya que de esta forma se obtiene una confiabilidad de 95% y un error de  $\pm 5\%$ .

#### **4.4.7. PLAN DE PROYECTO**

La estructura típica del Proyecto debe incluir lo indicado en la Figura 04-12:

- Planificación General.
- Estructura de Desglose del Trabajo (EDT/WBS) y descripción del trabajo a realizar.
- Programación del proyecto (PERT/CPM, diagrama de Gantt, histograma de recursos).
- Presupuesto y Flujo de Caja. (curva S).
- Control del Proyecto.
- Administración de Riesgos.

Figura 04 - 12: Secuencia general de la planificación



## 4.5. MÉTODOS DE PROGRAMACIÓN

Los proyectos en gran escala por una sola vez han existido desde tiempos antiguos; este hecho lo atestigua la construcción de las pirámides de Egipto y los acueductos de Roma. Pero sólo desde hace poco se han analizado por parte de los investigadores operacionales los problemas gerenciales asociados con dichos proyectos.

La programación de obras permite la aplicación de un modelo matemático-lógico, el cual determina el uso económico de los recursos disponibles. Entre estos modelos se encuentran los métodos del Camino o Ruta Crítica, de los cuales se destacan:

- **PERT ( Program Evaluation and Review Technique)**
- **CPM (Critical Path Method)**

---

El CPM es idéntico al PERT en concepto y metodología. La diferencia principal entre ellos es simplemente el método por medio del cual se realizan estimados de tiempo para las actividades del proyecto. Con CPM, los tiempos de las actividades son determinados.

Con PERT, los tiempos de las actividades son probabilísticos. El PERT/CPM fue diseñado para proporcionar diversos elementos útiles de información para los administradores del proyecto.

Primero, el PERT/CPM expone la "ruta crítica" de un proyecto. Estas son las actividades que limitan la duración del proyecto. En otras palabras, para lograr que el proyecto se realice rápidamente, las actividades de la ruta crítica deben realizarse pronto. Por otra parte, si una actividad de la ruta crítica se atrasa, el proyecto como un todo se demora en la misma cantidad. Las actividades que no están en la ruta crítica tienen una cierta cantidad de holgura; esto es, pueden empezarse más tarde, y permitir que el proyecto como un todo se mantenga en programa. El PERT/CPM identifica estas actividades y la cantidad de tiempo disponible para retardos.

El PERT/CPM también considera los recursos necesarios para completar las actividades. En muchos proyectos, las limitaciones en mano de obra y equipos hacen que la programación sea difícil. El PERT/CPM identifica los instantes del proyecto en que estas restricciones causarán problemas y de acuerdo a la flexibilidad permitida por los tiempos de holgura de las actividades no críticas, permite que el gerente manipule ciertas actividades para aliviar estos problemas.

Finalmente, el PERT/CPM proporciona una herramienta para controlar y monitorear el progreso del proyecto. Cada actividad tiene su propio papel en éste y su importancia en la terminación del proyecto se manifiesta inmediatamente para el director del mismo. Las actividades de la ruta crítica, permiten por consiguiente, recibir la mayor parte de la atención, debido a que la terminación del proyecto, depende fuertemente de ellas. Las actividades no críticas se manipularán y remplazarán en respuesta a la disponibilidad de recursos.

---

### **4.5.1. ANTECEDENTES**

Dos son los orígenes del método del camino crítico: el método PERT (Program Evaluation and Review Technique) desarrollado por la Armada de los Estados Unidos de América, en 1957, para controlar los tiempos de ejecución de las diversas actividades integrantes de los proyectos espaciales, por la necesidad de terminar cada una de ellas dentro de los intervalos de tiempo disponibles. Fue utilizado originalmente por el control de tiempos del proyecto Polaris y actualmente se utiliza en todo el programa espacial.

El método CPM (Crítical Path Method), el segundo origen del método actual, fue desarrollado también en 1957 en los Estados Unidos de América, por un centro de investigación de operaciones para la firma Dupont y Remington Rand, buscando el control y la optimización de los costos de operación mediante la planeación adecuada de las actividades componentes del proyecto.

Ambos métodos aportaron los elementos administrativos necesarios para formar el método del camino crítico actual, utilizando el control de los tiempos de ejecución y los costos de operación, para buscar que el proyecto total sea ejecutado en el menor tiempo y al menor costo posible.

#### **a) Diferencias entre PERT y CPM**

Como se indicó antes, la principal diferencia entre PERT y CPM es la manera en que se realizan los estimados de tiempo. PERT supone que el tiempo para realizar cada una de las actividades es una variable aleatoria descrita por una distribución de probabilidad y CPM por otra parte, infiere que los tiempos de las actividades se conocen en forma determinada y pueden variar cambiando el nivel de recursos utilizados.

---

La fórmula de la distribución ( $t_e$ ) es el tiempo requerido para completar la actividad bajo condiciones normales. Los tiempos optimistas y pesimistas proporcionan una medida de la incertidumbre inherente en la actividad, incluyendo desperfectos en el equipo, disponibilidad de mano de obra, retardo en los materiales y otros factores. Para elaborar la red se toma el valor (o tiempo) esperado en esta distribución. Esta se expresa en la siguiente fórmula y tal como se indica en la Figura 04- 13:

$$t_e = \frac{t_a + 4t_m + t_b}{6}$$

$t_a$  = Se define como el tiempo optimista al menor tiempo que puede durar una actividad.

$t_m$  = Es el tiempo medio o más probable que podría durar una actividad .(Este corresponde al tiempo CPM, asumiendo que los cálculos son exactos).

$t_b$  = Éste es el tiempo pesimista, o el mayor tiempo que puede durar una actividad.

$t_e$  = Corresponde al tiempo esperado para una actividad.

Cuya variabilidad está dada por: <sup>2</sup>

$$\sigma^2 = \left[ \frac{t_b - t_a}{6} \right]^2$$

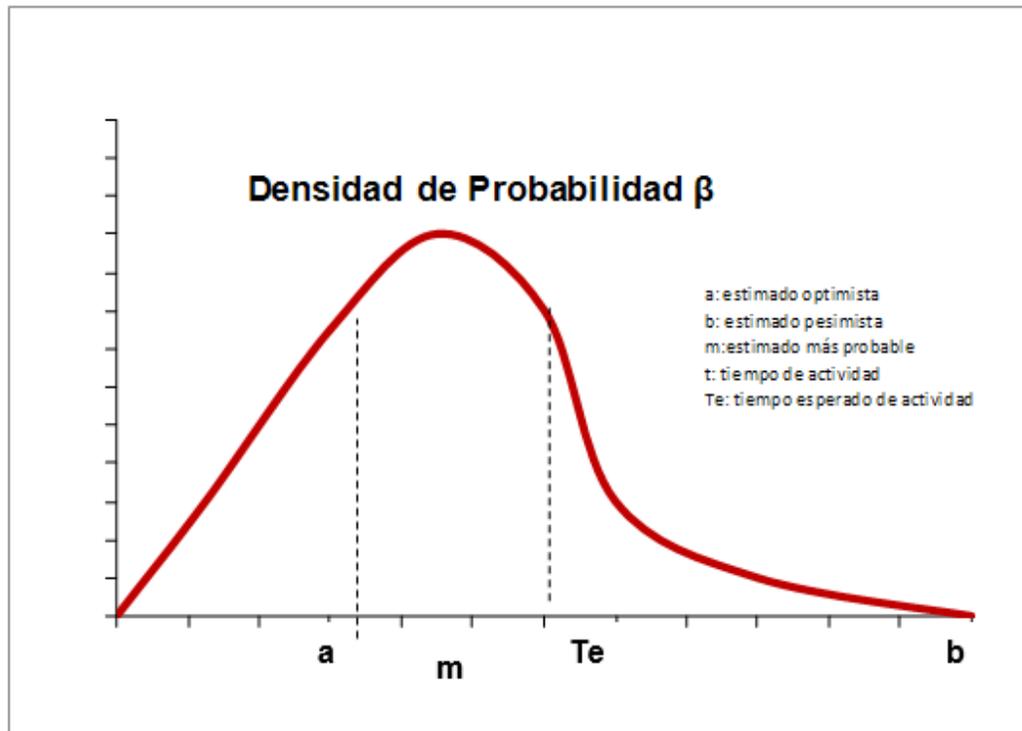
y una desviación estándar:

$$\sigma = \frac{t_b - t_a}{6}$$

Esta técnica nos permite calcular la probabilidad de que se concluya el proyecto en el tiempo estimado por el cliente, es decir si el cliente estimó que se puede concluir el proyecto “X” en un

total de seis semanas, el contratista podrá calcular la probabilidad de que ese proyecto en efecto se termine en el periodo de seis semanas.

Figura 04 - 13: Distribución Beta supuesta para los tiempos en PERT.



Fuente: Elaboración Propia

En CPM solamente se requiere un estimado de tiempo. Todos los cálculos se hacen con la suposición de que los tiempos de actividad se conocen. A medida que el proyecto avanza, estos estimados se utilizan para controlar y monitorear el progreso. Si ocurre algún retardo en el proyecto, se hacen esfuerzos por lograr que el proyecto quede de nuevo en programa cambiando la asignación de recursos.

---

## **b) Ruta crítica**

El método del camino crítico es un proceso administrativo de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse dentro de un tiempo crítico y al costo óptimo.

El campo de acción de este método es muy amplio, dada su gran flexibilidad y adaptabilidad a cualquier proyecto grande o pequeño. Para obtener los mejores resultados debe aplicarse a los proyectos que posean las siguientes características:

- Que el proyecto sea único, no repetitivo, en algunas partes o en su totalidad.
- Que se deba ejecutar todo el proyecto o parte de él, en un tiempo mínimo, sin variaciones, es decir, en tiempo crítico.
- Que se desee el costo de operación más bajo posible dentro de un tiempo disponible.

Dentro del ámbito aplicación, el método se ha estado usando para la planeación y control de diversas actividades, tales como construcción de presas, apertura de caminos, pavimentación, construcción de casas y edificios, reparación de barcos, investigación de mercados, movimientos de colonización, estudios económicos regionales, auditorías, planeación de carreras universitarias, distribución de tiempos de salas de operaciones,

ampliaciones de fábrica, planeación de itinerarios para cobranzas, planes de venta, censos de población, etc.

## **4.6. MÉTODOS GRÁFICOS**

### **4.6.1. DIAGRAMA DE FLECHAS**

La representación visual de los métodos de la Ruta Crítica es el diagrama de flechas, este consiste en la ilustración gráfica del conjunto de operaciones de un proyecto y sus interrelaciones. La red está formada por flechas (actividades) y nodos (eventos)

- 
- Evento: un punto en el tiempo, utilizado para separar una actividad de las que preceden y de las que siguen.
  - Actividad: ítem de trabajo identificado para el proyecto que se programa. Cada actividad es precedida por un evento y seguida de un evento.

Este método consiste en elaborar una red o diagrama, en el que se muestran todas las actividades pertenecientes a la elaboración de un proyecto. Dicha red muestra una secuencia lógica en la que debe realizarse dicho proyecto, y se especifica la interdependencia entre una actividad y otra. En este tipo de red las actividades se representan mediante flechas, mientras que la unión entre una actividad y otra se representa con la ayuda de nodos.

Las actividades implican tiempo y por lo general consumen recursos. Los eventos no conocen ni tiempo ni recursos, sino sirven como puntos de referencia del proyecto y representan los puntos lógicos de conexión para las diversas actividades.

Antes de elaborar una red es necesario establecer una secuencia general o *ruta crítica* para la realización del proyecto, una vez conocida la secuencia, se procede a dividir el proyecto en distintas actividades o tareas.

Por último se estima una duración para cada actividad o tarea. Para estimar la duración de cada una de las actividades se puede recurrir al personal de campo, así como a los registros que se tengan de proyectos anteriores. En mucho influye la experiencia que tenga el gerente de proyectos a la hora de asignar las duraciones de cada actividad. Además de información procedente del departamento de costos y estimaciones.



---

### a. Cálculos básicos de la programación

Una vez elaborada la red se puede determinar la fecha esperada de terminación para el proyecto y el programa de actividades. La *duración* del proyecto se determina por medio de la *ruta crítica*, el cual es el camino más largo de la red.

Si se demora cualquier actividad sobre la *ruta crítica* se demora la terminación del proyecto.

#### Revisión hacia adelante

- **TPI** (Tiempo Próximo de Inicio): es el tiempo más próximo posible en el cual una actividad puede comenzar.
- **TPT** (Tiempo más Próximo de Término): es el tiempo de iniciación de una actividad más el tiempo que se requiera para completar la actividad (duración,  $d$ )

$$TPT = TPI + d$$

Si concurren en un *evento* dos o más flechas, se toma la **mayor** como representativa.

#### Revisión hacia atrás

- **TLI** (Tiempo Lejano de Iniciación): corresponde al tiempo más lejano en el cual una actividad puede iniciar sin demorar la fecha de terminación del proyecto.
- **TLT** (Tiempo más Lejano de Término): es el tiempo más lejano de la terminación.

$$TLT = TLI - d$$

Cuando de un *evento* parte de varias cadenas de actividades o flechas, se tomará la **menor** como representativa.

Se debe cumplir con la siguiente condición:

$$\text{Tiempo de inicio} + \text{Duración} = \text{Tiempo de Terminación}$$

Si un *nodo* tiene una actividad que sale de él, el TLT será igual al menor valor de los TLI para todas las actividades que salen del *nodo*.

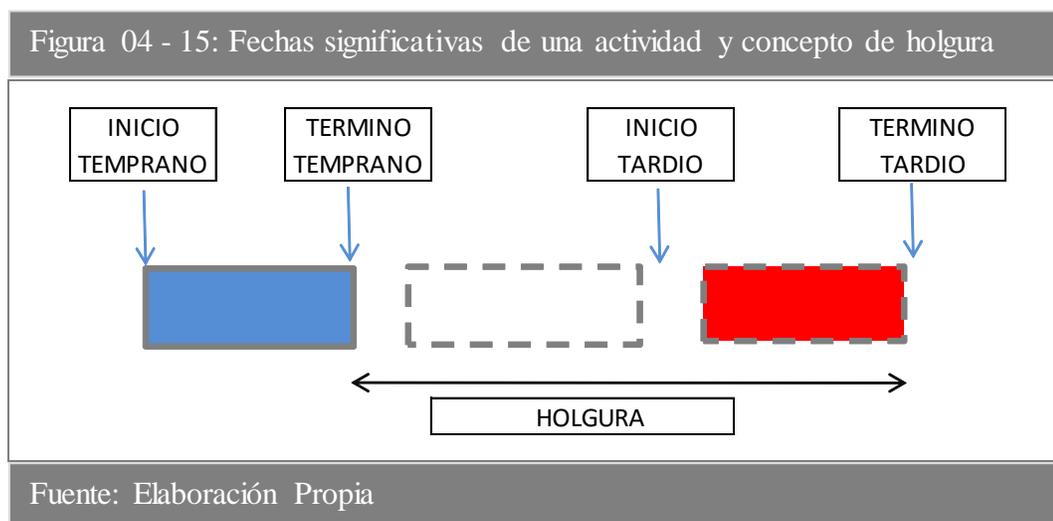
- **Holguras:**

Son la longitud de tiempo en la cual puede demorarse una actividad sin ocasionar atraso en la terminación del proyecto. Se calcula con la diferencia entre sus tiempos más lejanos de iniciación y más próximos de iniciación o entre su tiempo más lejano de terminación y el tiempo más próximo de terminación, tal como se indica en la Figura 04-15.

- **Ruta crítica:**

Se caracteriza a esta cadena porque las fechas de inicio más próximas y más tardías son idénticas, así como las fechas de terminación más próximas y tardías (idénticas).

Es el conjunto de actividades ordenadas tal que cualquier variación impactará de forma directa en la duración final del proyecto.



---

### **a. Diagramas de Barras:**

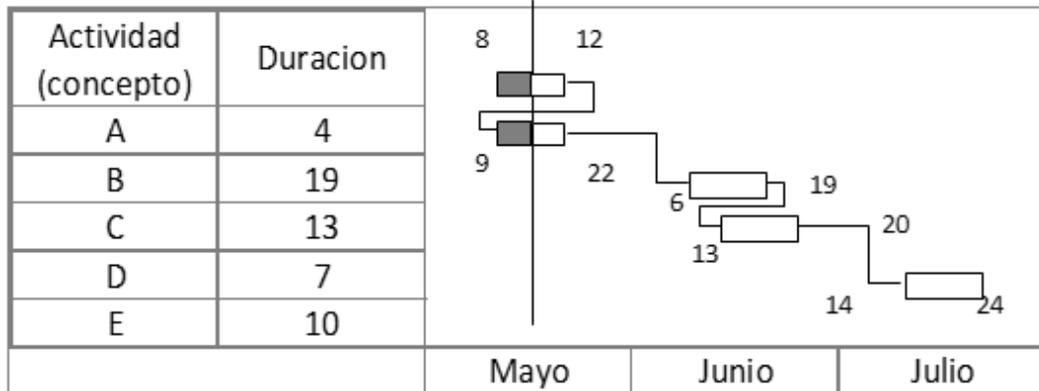
Los cronogramas de barras o “gráficos de Gantt” fueron concebidos por el ingeniero norteamericano Henry L. Gantt, uno de los precursores de la ingeniería industrial contemporánea de Taylor. Gantt procuro resolver el problema de la programación de actividades, es decir, su distribución conforme a un calendario, de manera tal que se pudiese visualizar el periodo de duración de cada actividad, sus fechas de iniciación y terminación e igualmente el tiempo total requerido para la ejecución de un trabajo. El instrumento que desarrolló permite también que se siga el curso de cada actividad, al proporcionar información del porcentaje ejecutado de cada una de ellas, así como el grado de adelanto o atraso con respecto al plazo previsto. Este gráfico consiste simplemente en un sistema de coordenadas en donde se indica:

En el eje Horizontal: un calendario, o escala de tiempo definido en términos de la unidad más adecuada al trabajo que se va a ejecutar: hora, día, semana, mes, etc. En el eje Vertical: Las actividades que constituyen el trabajo a ejecutar. A cada actividad se hace corresponder una línea horizontal cuya longitud es proporcional a su duración.

De esta manera el diagrama de barras funciona como un modelo de planeación y de control al mismo tiempo. En la elaboración de un diagrama de barras se coloca en la columna uno el nombre de la actividad, en la siguiente columna se coloca la duración de cada actividad, normalmente en días, y a continuación se dibujan los diagramas de barras dentro de una escala de tiempo.

Un ejemplo básico de este tipo de diagrama se muestra a continuación en la Figura 04-16.

Figura 04 - 16: Diagrama de barras



Fuente: Elaboración Propia

Las partes sombreadas de las barras representan el progreso del proyecto a la mitad del mes de mayo.

Esto se logra utilizando más de una barra para cada actividad, en la que una represente la duración estimada, y en otra se grafique el avance real de dicha actividad. Esto se hace con la finalidad de controlar la obra, sin embargo, es una herramienta muy simple, y no permite detectar a detalle la rapidez o retraso general en la obra, y sobre todo, no deja ver si una actividad está atrasada, qué efecto tendrá en la duración total del proyecto.

### Principales características:

- Muestra las actividades de proyecto bajo la forma de barras proporcionales al tiempo.
- Su eje horizontal corresponde al tiempo, mientras que el vertical a las actividades.
- Son simples de preparar y fáciles de comprender.
- Se puede incluir en ella los hitos del proyecto y cualquier otra actividad adicional.
- Se basa en la secuencia lógica establecida en la red PERT/CPM.
- Por sí sola, es una herramienta insuficiente para la planificación y control ya que no necesariamente muestra la secuencia lógica de las actividades.

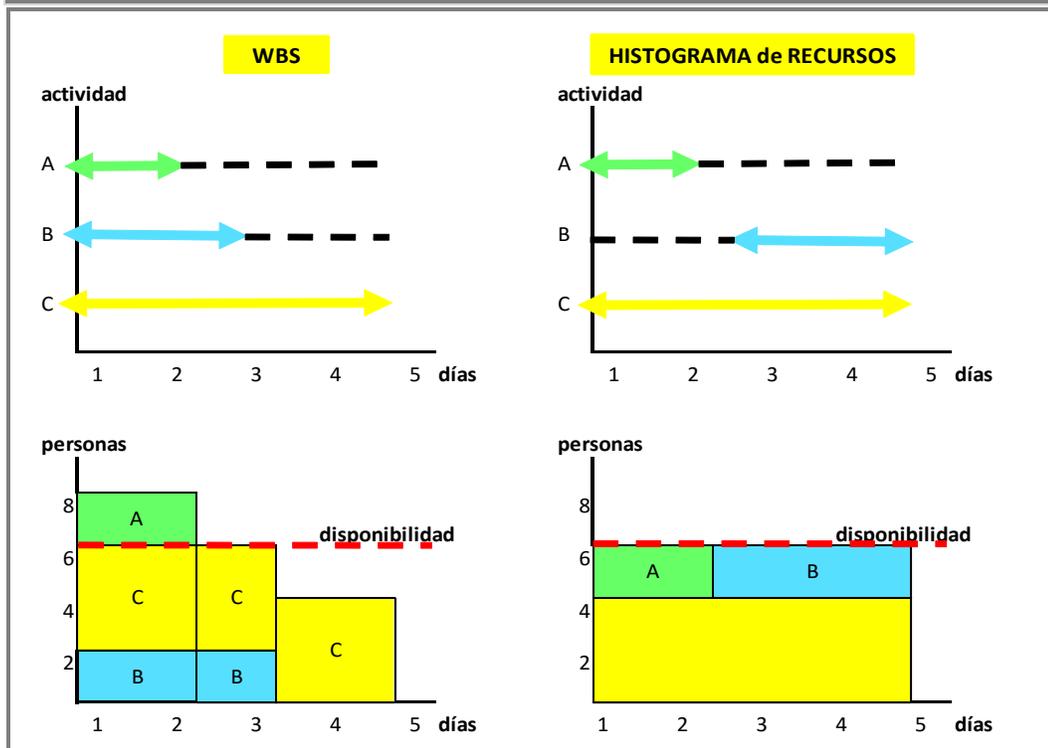
## b. Diagrama de Recursos

El *diagrama de recursos* muestra los requerimientos de recursos en términos de horas/hombre (h/h), cantidad u otro parámetro en forma general por medio de barras verticales sobre el eje horizontal de tiempos. Se emplean para optimizar la asignación de recursos, para no exceder los disponibles. Este proceso se conoce como nivelación de recursos.

Para nivelar los recursos, se desplazan las actividades con holgura (no críticas) en forma exploratoria (tanteo) y se observa el comportamiento del histograma. Un criterio alternativo es optimizar la asignación de recursos priorizando las actividades. Con base en el histograma se identifican los recursos críticos, los que trabajarán sobreasignados o se encuentran bajo presión.

Para construir el diagrama de recursos, basta dibujar con ayuda de una escala temporal el correspondiente diagrama de Gantt iniciando por la secuencia de actividades críticas

Figura 04 - 17: Nivelación de recursos.



Fuente: Elaboración Propia

---

De la Figura 04-17, el diagrama de Gantt simplificado en la parte superior y debajo el histograma de recursos. Suponiendo una disponibilidad de 6 personas y una actividad B no crítica, hacemos uso de la holgura para **nivelar** los recursos.

### c. Curva de Producción Acumulada o Curva “S”

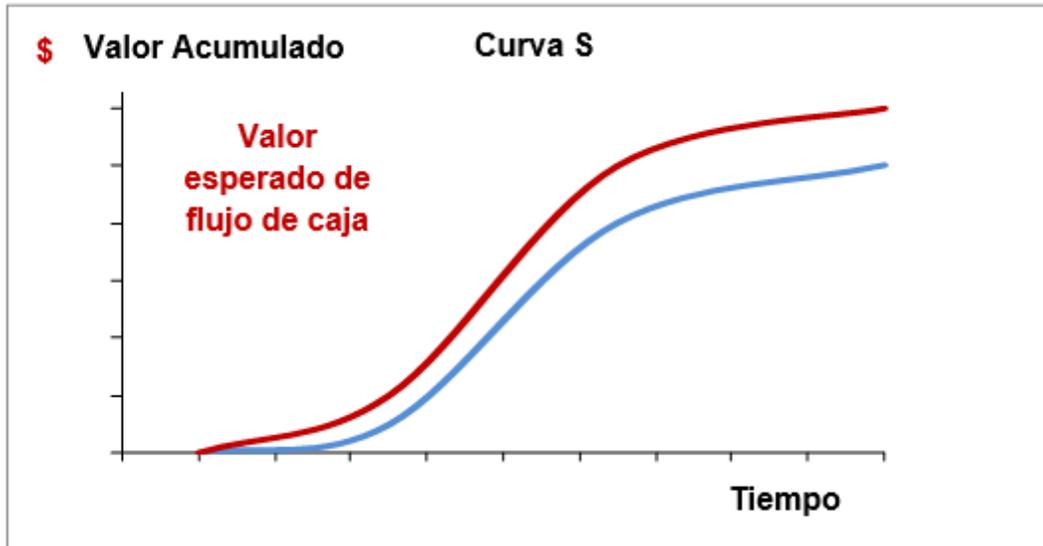
De acuerdo al PMBOK es una “muestra gráfica de acumulados de costos, horas hombre, u otras cantidades, graficadas contra tiempo. El nombre se deriva de forma de S de la curva (más achatada al comienzo y final, y más empinada en el centro) producida en un proyecto que comienza lentamente, se acelera, y luego decae”.

Esta curva representa el avance acumulado del proyecto a través del tiempo. Esta curva relaciona unidades de producción en el eje “y”, contra unidades de tiempo en el eje “x”, por lo tanto la pendiente de la curva representa el número de unidades producidas en un incremento de tiempo, esto es la tasa de producción.

Debido a que al inicio del proyecto el avance es lento por los procesos de instalación de las condiciones de trabajo, el acoplamiento de los trabajadores, así como el almacenamiento de los materiales necesarios, por lo que se tiene una tasa de producción baja. A la mitad del proyecto se tiene un avance más rápido, pero nuevamente al final del proyecto se vuelve lento el proceso de construcción. Esto nos lleva a tener una forma de “s” alargada, como se muestra en la Figura 04-18.

Muchos proyectos en especial los grandes, pueden tener múltiples línea de base de costos para medir distintos aspectos del desempeño de los costos. Por ejemplo, un plan de gastos o flujo de caja proyectado es una línea de base para la medición de desembolsos

Figura 04 - 18: Esquemmatización de una Curva "S"



Fuente: Elaboración Propia.

---

# CAPÍTULO V:

## SITUACIÓN Y ESTADO DEL PROYECTO

En el desarrollo de este capítulo se realizará la descripción técnica y económica del proyecto, así como al análisis detallado en cada proceso, lo determinará las faltas y errores causados por una inadecuada planificación, organización y control del proyecto.

### 5. SITUACIÓN Y ESTADO DEL PROYECTO

#### 5.1 GENERALIDADES

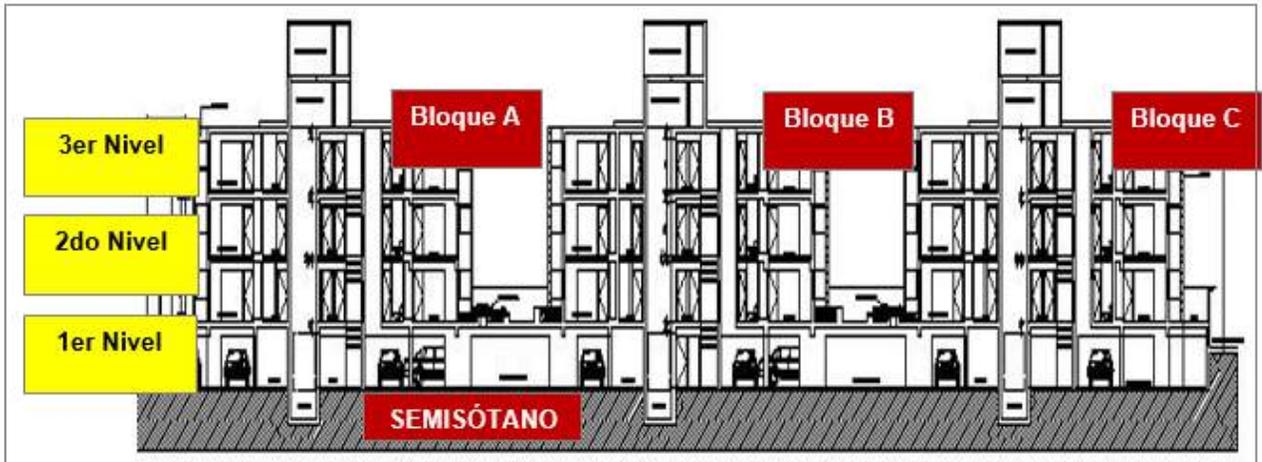
Se tomó como estudio un Edificio multifamiliar (Edificio Raygada) de 3 niveles y 1 sótano ubicado en La Molina.

Lo que se tratará de mostrar es un mejoramiento sustancial a la programación proyectada al inicio de la obra, con la aplicación y cuestionamiento a algunos supuestos y convencionalismos respecto al manejo de los ratios “tradicionalmente” usados en obra.

##### 5.1.1. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

El proyecto en ejecución, el cual llamaremos “*Edificio Raygada*” de ahora en adelante contempla un edificio residencial, el cual está constituido por tres bloques de tres niveles y un semisótano, tal como se muestra en la figura 05-01.

Figura 05-01 :Edificio Raygada.



Fuente: Elaboración Propia.

a) Arquitectura

El edificio posee treinta y seis (36) departamentos, setenta y seis (76) estacionamientos y treinta y seis (36) depósitos. Los departamentos están dotados de sala – comedor, cocina, lavandería, tres servicios higiénicos, dos y tres dormitorios, sala de estar, además de cuarto y baño de servicio, tal como se muestra en la figura 05-02:

Figura 05-02: Distribución Arquitectónica

EDIFICIO				
Descripción	Modula A	Modula B	Modula C	Estac.
	Departamentos -Flats			
Semi Sotano				60
1er Nivel	4	4	4	
2do Nivel	4	4	4	
3er Nivel	4	4	4	
<b>Subtotal</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>60</b>
<b>Total</b>	<b>36</b>			

Fuente: Elaboración Propia.

---

b) Estructuras

La edificación está constituida por un sistema estructural sismo resistente, dual con placas y pórticos de concreto armado.

La cimentación está compuesta por zapatas aisladas, zapatas combinadas y cimientos corridos.

El terreno tiene una capacidad admisible de hasta 1.4 Kg/cm<sup>2</sup> de acuerdo a lo indicado en el estudio de mecánica de suelos.

c) Instalaciones Eléctricas

Para la administración de energía eléctrica se ha previsto circuitos independientes para iluminación, tomacorrientes y salidas de fuerza (Ascensor, calentadores eléctricos y/o cocinas eléctricas) además de contar con un sistema conformado por pozos a tierra.

d) Instalaciones Sanitarias

Para el abastecimiento de agua se ha considerado un sistema conformado por dos (02) cisternas de uso doméstico de 43.30m<sup>3</sup> y una cisterna de agua contra incendio de 49.30 m<sup>3</sup> Se ha previsto instalaciones de agua fría y caliente embutidas en la estructura.

### **5.1.2. CUADRO DE ÁREAS**

El proyecto se encuentra construido sobre un área de terreno de 2,804.00 m<sup>2</sup> y un área construida es de 7,785.78 m<sup>2</sup>, tal como podemos mostrar en la Figura 05-03 :

Figura 05-03: Cuadro de Áreas

Área del Terreno (m2)	2,804.00
Área Libe (m2)	1,123.26
Área Ocupada (m2)	1,681.34

Áreas	Totales
Semisótano	2,728.89
1ª Nivel	1,681.34
2ª Nivel	1,681.34
3ª Nivel	1,694.21
<b>Total (m2)</b>	<b>7,785.78</b>

Fuente: Elaboración Propia.

El Costo de Construcción para este proyecto por metro cuadrado construido, en base a los costos iniciales, es de S/. 1,101.82 /m2. (Diciembre del 2008) –Figura 05-04.

Figura 05-04: Costo por m2

<b>Costo de Construcción</b>	<b>S/. 8,586,416.11</b>
Área construida m2	7,785.78
<b>Costo de S//m2</b>	<b>S/. 1,102.83</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### 5.1.3. PLAZO DE EJECUCIÓN DE OBRA

Las actividades de construcción se iniciaron el 03 de Diciembre de 2008 con trabajos relativos a Obras Preliminares y se planteó como meta de entrega 182 días calendario o 6 meses (culminación mes de Mayo del 2009).

El cronograma estimado del proyecto posee una programación general determinada por metas generales, en las cuales se plasma el inicio de obra, procesos principales y la secuencia en la que estos van desarrollándose.

A continuación indicamos el planeamiento inicial de obra.

## Planeamiento Inicial:

DESCRIPCIÓN	CRONOGRAMA DE OBRA																							
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>																								
Obras Preliminares	■	■																						
<b>SEMI SÓTANO</b>																								
<b>Estructuras</b>																								
Excavación masiva y localizada		■	■	■																				
Cimentación, columnas y placas			■	■	■	■	■	■																
Losa de techo					■	■	■	■	■															
<b>Arquitectura</b>																								
Tarrajes											■	■	■	■										
Pintura																		■	■	■	■			
Carpintería de madera																					■	■	■	
<b>BLOQUE "A"</b>																								
<b>Estructuras</b>																								
Columnas y placas																								
Losa de techo				■	■	■	■	■	■															
Albañilería (bloques de concreto)					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
Revoques y enlucidos						■	■	■	■	■	■	■	■	■										
Contrapisos																								
Muros decorativos																								
Tarrajeo exterior																								
<b>Arquitectura</b>																								
Cerámicos												■	■	■	■	■	■							
Pisos																								
Pintura interior																								
Vidrios																								
Carpintería de madera																								
Aparatos y accesorios sanitarios																								
Accesorios eléctricos																								
Pintura exterior																								
<b>BLOQUE "B"</b>																								
<b>Estructuras</b>																								
Columnas y placas																								
Losa de techo																								
Albañilería (bloques de concreto)																								
Revoques y enlucidos																								
Contrapisos																								
Muros decorativos																								
Tarrajeo exterior																								
<b>Arquitectura</b>																								
Cerámicos																								
Pisos																								
Pintura interior																								
Vidrios																								
Carpintería de madera																								
Aparatos y accesorios sanitarios																								
Accesorios eléctricos																								
Pintura exterior																								
<b>BLOQUE "C"</b>																								
<b>Estructuras</b>																								
Columnas y placas																								
Losa de techo																								
Albañilería (bloques de concreto)																								
Revoques y enlucidos																								
Contrapisos																								
Muros decorativos																								
Tarrajeo exterior																								
<b>Arquitectura</b>																								
Cerámicos																								
Pisos																								
Pintura interior																								
Vidrios																								
Carpintería de madera																								
Aparatos y accesorios sanitarios																								
Accesorios eléctricos																								
Pintura exterior																								
<b>AREAS EXTERIORES</b>																								
<b>Estructuras</b>																								
Obras exteriores																								
Cerco perimétrico																								
Tarrajes																								
<b>Arquitectura</b>																								
Obras exteriores																								
Pintura																								

---

El plazo real de la obra fue de **04 meses** más de los planificados haciendo un total de **10 meses**, por lo que para el desarrollo de esta trabajo el planeamiento inicial fue modificado incluyendo un planeamiento, programación, control del proyecto y así evitar o prever diversos retrasos durante la ejecución en obra, los cuales se explicarán más adelante.

#### **5.1.4. COSTOS**

Tal como lo hemos indicado en los capítulos anteriores el negocio de la construcción viene tomando fuerza y captando mayores inversionistas formándose empresas promotoras (financieras del proyecto) las cuales subcontratan a empresas Constructoras para la ejecución del mismo.

Los costos de un proyecto inmobiliario están conformados por:

a) Terreno:

Es el valor asignado al suelo donde se ejecutará físicamente el proyecto inmobiliario.

b) Costo de Construcción:

Es el costo de ejecutar físicamente la edificación. Aquí se incluyen los gastos generales y la utilidad del constructor.

c) Costos Indirectos:

Son aquellos que no intervienen directamente en la construcción, sin embargo se cargan al proyecto. Por ejemplo: gastos de desarrollo de proyecto, gastos municipales y registrales, gastos de publicidad y ventas, gastos administrativos.

d) Gastos Financieros:

Son aquellos gastos incurridos por el financiamiento del proyecto, puede ser por financiamiento directo o por medio de una entidad bancaria.

De todos los costos anteriormente mencionados centraremos el estudio en el costo de construcción, por ser el costo de mayor incidencia.

## Desarrollo Económico:

Al iniciarse la construcción del Edificio “Raygada” se estimaron el costo de la construcción (Figura 05-05), los cuales deberían satisfacer una utilidad de S/ 686,913.00 bajo un presupuesto base el cual se desarrolló bajo un contrato a *suma alzada* :

Figura 05-05: Costos de Obra	
Descripción	Presupuesto Base
<b>Obras Provisionales</b>	<b>S/. 352,563.00</b>
Instalaciones Provisionales	S/. 291,599.00
Obras Preliminares	S/. 60,964.00
<b>Edificios</b>	<b>S/. 8,172,553.00</b>
Movimiento de Tierras	S/. 214,677.00
Estructuras	S/. 2,983,153.00
Arquitectura	S/. 3,948,822.00
Instalaciones	S/. 944,834.00
Equipamiento	S/. 81,067.00
<b>Total Costo Directo</b>	<b>S/. 8,525,116.00</b>
Fuente: Elaboración Propia.	

Como ya tenemos conocimiento se debió realizar un determinado planeamiento, programación y control de obra y así poder tener la posibilidad de incrementar las ganancias.

A continuación mostramos los costos finales en los que se desarrolló el Edificio Raygada, el porcentaje de utilidad estimado disminuyó en un 67.60%.

Descripción	Presupuesto Base	Presupuesto Planeado	Costo Real	Variación
<b>Obras Provisionales</b>	<b>S/. 352,563.00</b>	<b>S/. 352,563.00</b>	<b>S/. 468,709.00</b>	<b>S/. 116,146.00</b>
Instalaciones Provisionales	S/. 291,599.00	S/. 291,599.00	S/. 344,630.00	S/. 53,031.00
Obras Preliminares	S/. 60,964.00	S/. 60,964.00	S/. 124,079.00	S/. 63,115.00
<b>Edificios</b>	<b>S/. 8,172,553.00</b>	<b>S/. 8,172,553.00</b>	<b>S/. 8,520,793.00</b>	<b>S/. 348,240.00</b>
Movimiento de Tierras	S/. 214,677.00	S/. 214,677.00	S/. 251,546.00	S/. 36,869.00
Estructuras	S/. 2,983,153.00	S/. 2,983,153.00	S/. 3,052,437.00	S/. 69,284.00
Arquitectura	S/. 3,948,822.00	S/. 3,948,822.00	S/. 4,202,678.00	S/. 253,856.00
Instalaciones	S/. 944,834.00	S/. 944,834.00	S/. 949,006.00	S/. 4,172.00
Equipamiento	S/. 81,067.00	S/. 81,067.00	S/. 65,126.00	-S/. 15,941.00
<b>Total Costo Directo</b>	<b>S/. 8,525,116.00</b>	<b>S/. 8,525,116.00</b>	<b>S/. 8,989,502.00</b>	<b>S/. 464,386.00</b>

---

Es en este punto donde nos preguntamos:

a) ¿Cuál fue el problema? si es que los ingresos siempre fueron los estimados.

RE: La falta de programación, planificación y control del proceso constructivo.

Por lo anteriormente expuesto podemos concluir que la partida con mayor variabilidad es el costo de construcción, ya que el costo del terreno y los gastos de proyecto (diseño, legales, etc.) y los ingresos son montos fijos, por tal motivo debemos analizar con mayor detalle los costos de construcción.

A continuación indicamos un cuadro comparativo de los costos bases estimados en el proyecto vs los costos finales.

La utilidad esperada fue de S/.686,913.00 sin embargo dicho monto se redujo en S/ 464,386.00 (67.60 %) lo cual implica una gran pérdida para el Constructor.

Del análisis realizado podemos indicar lo siguiente ( Figura 05-06)

Figura 05-06: Utilidades de Obra			
Descripción	Base	Final	Variación
Utilidades	S/. 686,913.00	S/. 222,527.00	S/. 464,386.00
%	100.00%	32.40%	67.60%

Fuente: Elaboración Propia.

---

## **5.2. DESARROLLO REAL DE LA OBRA “EDIFICIO RAYGADA”**

De acuerdo al estudio desarrollado en obra se pudo detectar diversos puntos críticos los cuales afectaron considerablemente las ganancias de la obra, tal como lo indicamos a continuación:

### **5.2.1. FALTA DE INICIACIÓN Y PLANIFICACIÓN GENERAL :**

a) Para el desarrollo de la obra se trabajó con un cronograma básico realizando una estrategia general de la obra el cual fue estimado 06 meses inicialmente, sin embargo la obra culminó en 09 meses, tal como lo indicamos en el diagrama adjunto.

DESCRIPCIÓN	CRONOGRAMA DE OBRA																																					
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24	MES 25	MES 26	MES 27	MES 28	MES 29	MES 30	MES 31	MES 32	MES 33	MES 34	MES 35	MES 36		
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>																																						
Obras Preliminares																																						
<b>SEMI SOTANO</b>																																						
<b>Estructuras</b>																																						
Excavación y labrada																																						
Concreción columnas y pilas																																						
Losa de techo																																						
<b>Arquitectura</b>																																						
Tarajes																																						
Pinura																																						
Carpintería de madera																																						
<b>BLOQUE 'A'</b>																																						
<b>Estructuras</b>																																						
Columnas y pilas																																						
Losa de techo																																						
<b>Arquitectura</b>																																						
Albanilaje (bloques de concreto)																																						
Revoques y enlucidos																																						
Contrapisos																																						
Tarajeo exterior																																						
Cielarinos																																						
Pisos																																						
Tarajeo interior																																						
Vidrios																																						
Carpintería de madera																																						
Accesorios sanitarios																																						
Accesorios eléctricos																																						
Pinura exterior																																						
<b>BLOQUE 'B'</b>																																						
<b>Estructuras</b>																																						
Columnas y pilas																																						
Losa de techo																																						
<b>Arquitectura</b>																																						
Albanilaje (bloques de concreto)																																						
Revoques y enlucidos																																						
Contrapisos																																						
Tarajeo exterior																																						
Cielarinos																																						
Pisos																																						
Tarajeo interior																																						
Vidrios																																						
Carpintería de madera																																						
Accesorios sanitarios																																						
Accesorios eléctricos																																						
Pinura exterior																																						
<b>BLOQUE 'C'</b>																																						
<b>Estructuras</b>																																						
Columnas y pilas																																						
Losa de techo																																						
<b>Arquitectura</b>																																						
Albanilaje (bloques de concreto)																																						
Revoques y enlucidos																																						
Contrapisos																																						
Tarajeo exterior																																						
Cielarinos																																						
Pisos																																						
Tarajeo interior																																						
Vidrios																																						
Carpintería de madera																																						
Accesorios sanitarios																																						
Accesorios eléctricos																																						
Pinura exterior																																						
<b>AREAS EXTERIORES</b>																																						
<b>Estructuras</b>																																						
Obras exteriores																																						
Muro perimetrico																																						
Tarajes																																						
<b>Arquitectura</b>																																						
Obras exteriores																																						
Pinura																																						

Observando que en el cronograma real de la obra no se tomó en cuenta las fechas estimadas de avance de obra o los llamados *hitos calendario* lo cual nos hubiera proporcionado fechas establecidas de culminación en una determinada actividad, lo cual nos hubiera ayudado a ajustar los tiempos de trabajo en las actividades donde existieron demoras considerables.

Así mismo en la etapa de planificación no se analizó de una manera íntegra al proyecto, realizando la compatibilización de los planos entre las cuatro (04) especialidades (Estructura, Arquitectura, I. Eléctricas e I. Sanitarias) de esta manera evitamos diversas pérdidas de tiempo realizando las consultas respectivas a los ingenieros proyectistas.

A continuación indicamos las incompatibilidades observadas en obra:

- Existió una diferencia en las dimensiones de la placa P4 en los planos E-02 y A-02 (Figura 05-07, 05-08) que corresponden al interior de los departamentos con numeración X02 y X03 de cada edificio. Se debe solicitar a los proyectistas la absolución de esta consulta.

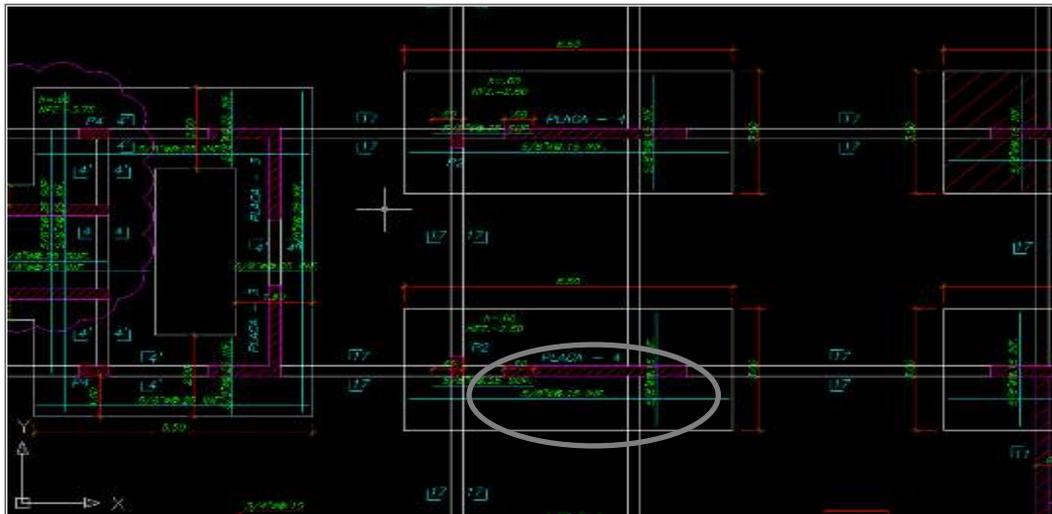


Figura 05-07 : Plano E – 02: Las placa P4 tiene dimensiones de 0.25x3.60 m.



Figura:05-08: Plano A – 02: El mismo elemento tiene dimensiones de 0.25x0.95

- Debido a una incompatibilidad entre los proyectos de estructuras e instalaciones sanitarias (Figura 05-09, 05-10), se ha reubicado la cámara de bombeo de desague.

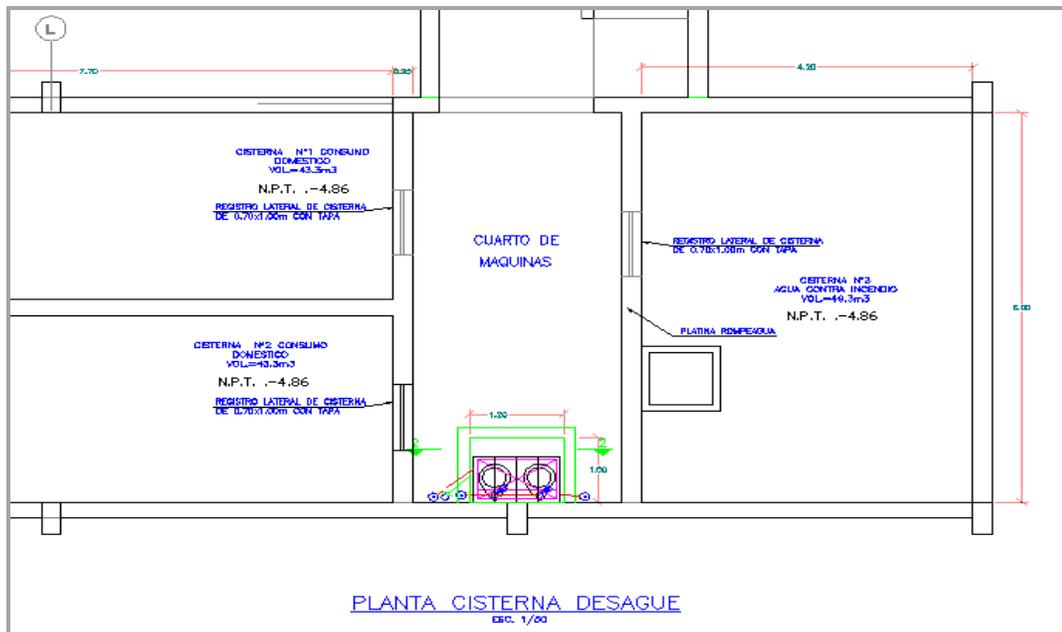


Figura:05-09: Plano Original.

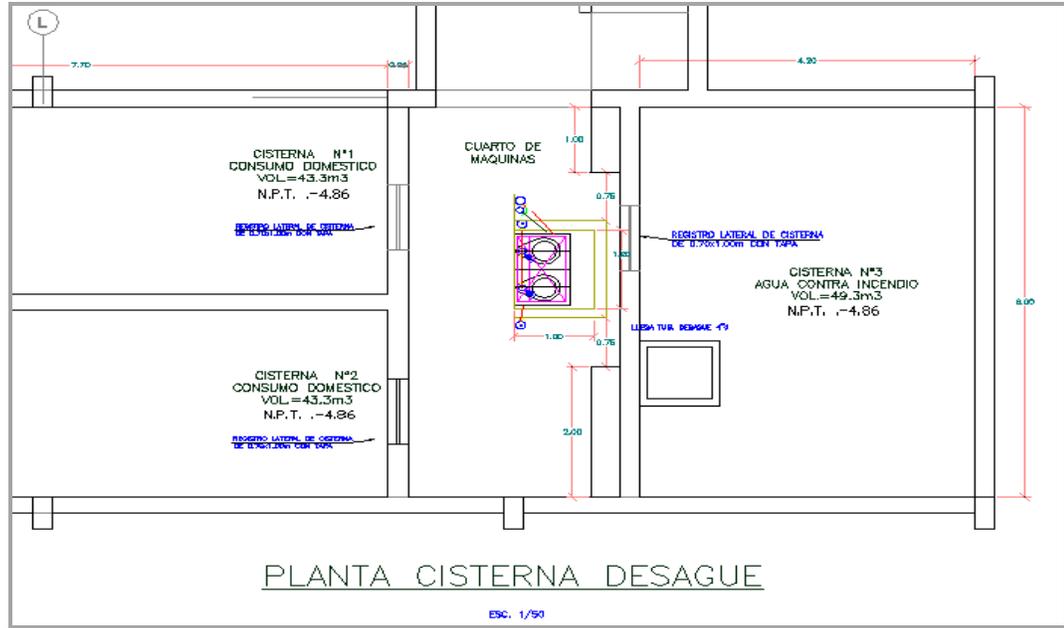


Figura:05-10: Plano Modificado.

- Existió una diferencia en las dimensiones de la columna P3 en los planos E-02 y A-02 (Figura 05-11,05-12) que corresponden al ingreso de cada edificio. Se debe solicitar a los proyectistas la absolución de esta consulta.



Figura:05-11: Plano E – 02: La columna P3 indica dimensiones de 0.25x0.65

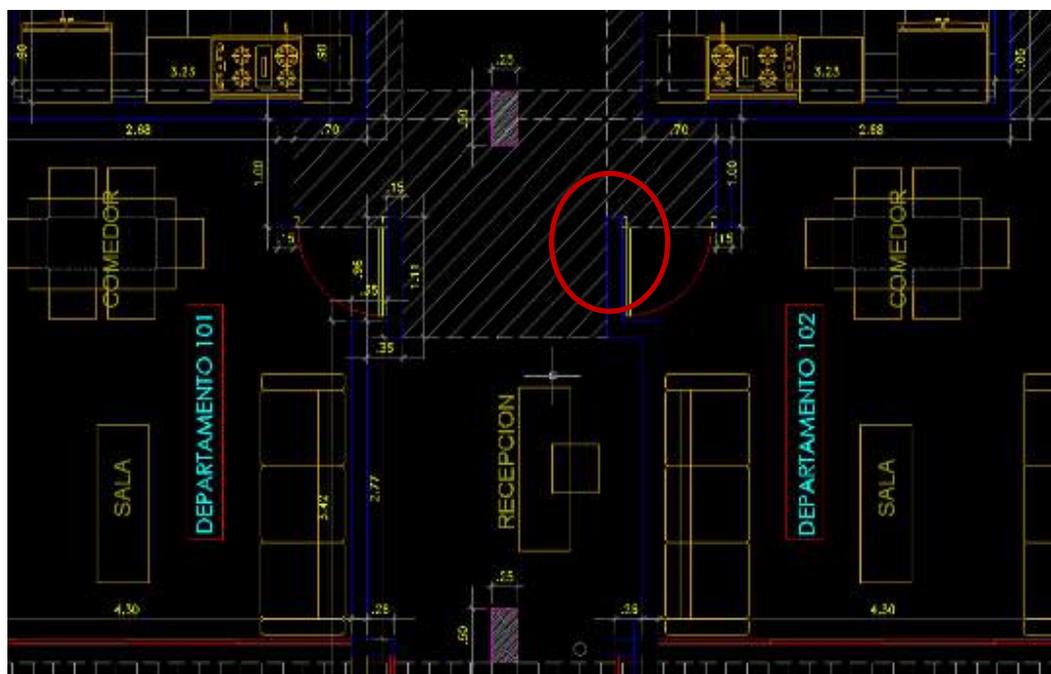


Figura:05-12: Plano A – 02: La misma columna indica dimensiones de 0.25x0.50 m

- De acuerdo al plano de II.EE (Figura 05-13,05-14) uno de los puntos de pozo a tierra se encontraba ubicado en el recorrido de la canaleta de extracción de monóxido, se dispuso reubicar el punto en la zona indicada en la siguiente figura.



Figura:05-13: Pozo de tierra.

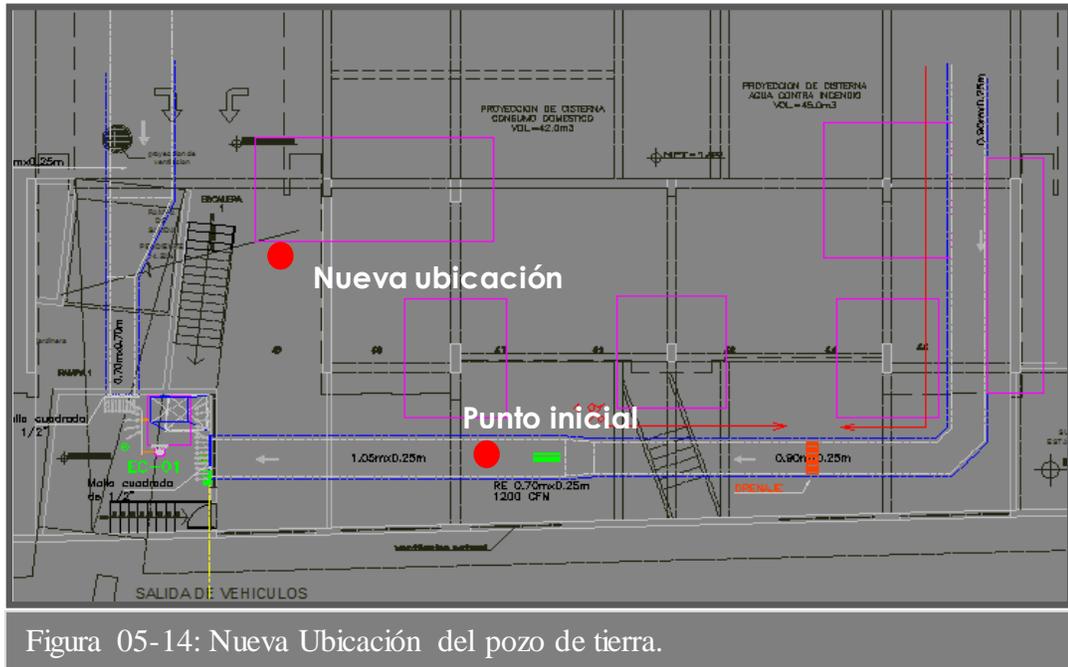


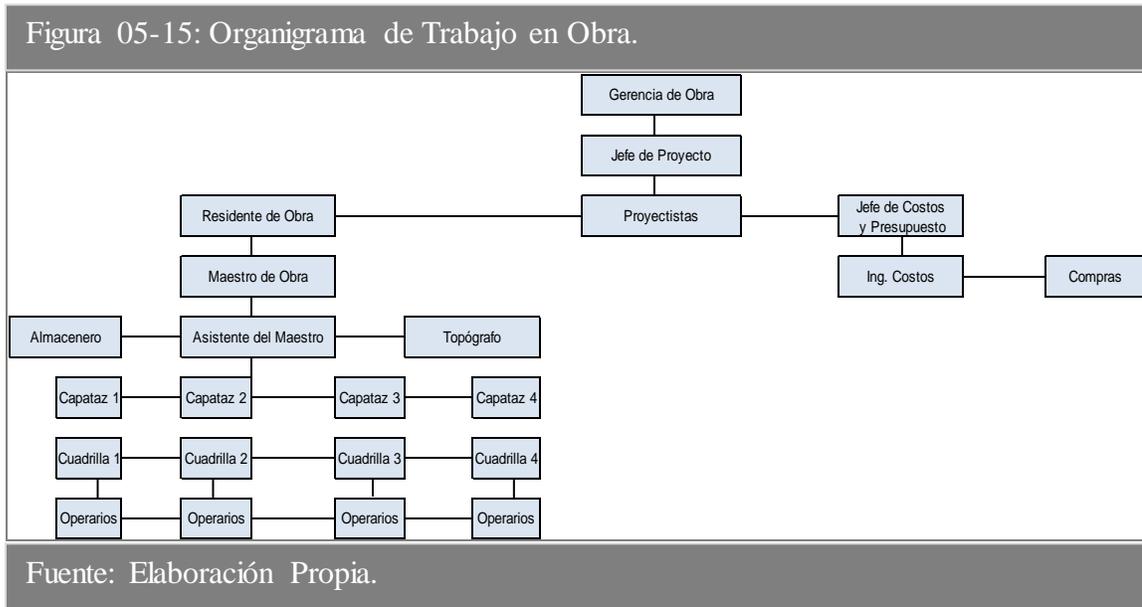
Figura 05-14: Nueva Ubicación del pozo de tierra.

En la Planificación inicial tampoco se tomaron en cuenta los posibles inconvenientes externos que puedan presentarse, es así como indicamos los imprevistos que existieron en obra:

1. Horario de trabajo restringido.
6. Inconvenientes con los vecinos.
7. Falla del suministro de materiales
8. Falta de personal.
9. Problemas con el sindicato.

b) No se desarrolló un plan de recursos humanos (Figura 05-15), ya que no se nombraron responsables por cada proceso de trabajo, por los que el único responsable directo de los trabajos era el maestro de obra seguido del Ing. Residente estas fueron las causas por las que existieron trabajos rehechos por culminar determinadas actividades sin tener un control o revisión previa a su entrega.

A continuación indicamos el organigrama utilizado en obra-



c) Los trabajos en obra fueron basados en la experiencia de personal obrero, experiencia que en algunos casos no fue calificada más bien fue tomada por las enseñanzas familiares o de compañeros de trabajo. Es así que no se pudo realizar una estandarización en la producción de cada partida.

Por tal motivo se tuvieron inconvenientes en algunos trabajos, tales como la dosificación del concreto ya que la realizan sin tener en cuenta la importancia de la mezcla a utilizarse, tal como se indica en el siguiente ejemplo:

De acuerdo a lo visto en obra podemos indicar que la Proporción de la Mezcla para concreto 210 kg/ cm<sup>2</sup> es la siguiente ( Figura 05-16):

Figura 05-16: Resistencia al Concreto.

Resistencia del concreto	Dosificación en volumen Cemento / arena gruesa / piedra chancada	Cantidad de materiales por buguis de concreto			
		Cemento (buguis)	Arena gruesa (buguis)	Piedra chanc. de 1/2" (buguis)	Agua (latas - 18.5 lt)
F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	01:02:02	1	1.8	2	6

Fuente: Elaboración Propia.

Tal como se puede apreciar en la fotografía (Figura 05-17) la dosificación en obra se controla artesanalmente.

Figura 05-17: Dosificación de mezcla.



Fuente: Elaboración Propia.

Las medidas utilizadas en obra tales como el bugui o la lata ( Figura 05-18,05-19,05-20,05-21) no son medidas estándares u oficiales por tal motivo no se puede dar fé que la mezcla a utilizarse, ya que los obreros realizan los cálculos aproximados de acuerdo a su mucha o poca experiencia y no a lo indicado por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Figura 05-18: Dosificación de mezcla.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 05-19: Colocación de arena a la mezcladora.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 05-20: Colocación de agua a la mezcladora.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 05-21: Mezcla final de concreto.



Fuente: Elaboración Propia.

---

### Trabajos Rehechos:

- Se revisó los trazos y la excavación en la canaleta de extracción de monóxido (Figura 05-22,05-23), en la cual se encontraron algunos errores en el trazo de los tramos. Excavándose más de lo previsto, por lo que se procedió a rellenar la zona hasta alcanzar el nivel requerido inicialmente.

Figura 05-22: Excavación de canaleta.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 05-23: Relleno de la zona excavada.



Fuente: Elaboración Propia.

- Algunas zonas indicadas como tarrajeo primario se trabajaron sin tomar en cuenta esta indicación, por lo que se tuvo que picar dichas área ( Figura 05-24)

Figura 05-24: Zona Indicada como tarrajeo primario.



Fuente: Elaboración Propia.

- Para los trabajos de acero (acero = 9m de longitud) se realizaron los cortes para las dimensiones indicadas de forma dispereja en la varilla produciendo varios kg de desperdicio por lo tanto desperdicios económicos.

### 5.2.2. FALTA DE ANÁLISIS WBS.

No se organizaron ni dividieron los elementos de trabajo de la obra por sectores los cuales representan las unidades singulares o asignadas por la organización.

De esta manera se trabajó con un solo sector sin subdivisiones, es así que este procedimiento produjo pérdidas de tiempo las cuales pudieron evitarse si se hubiera sectorizado adecuadamente tal como lo indica la teoría del WBS.

Un ejemplo resaltante se dio en la etapa de estructuras ( Figura 05-27,05-28,05-29) ya que al desarrollarse los trabajos en un solo sector se debió de esperar la culminación al 100% en la habilitación de acero, encofrado y colocación de concreto para poder continuar con los trabajos de casco, pudiéndose reducir los tiempos si los trabajos se desarrollaban de manera simultánea y cíclica.

División de trabajo en sectores (Figura 05-25, 05-26, 05-27, 05-28,05-29):

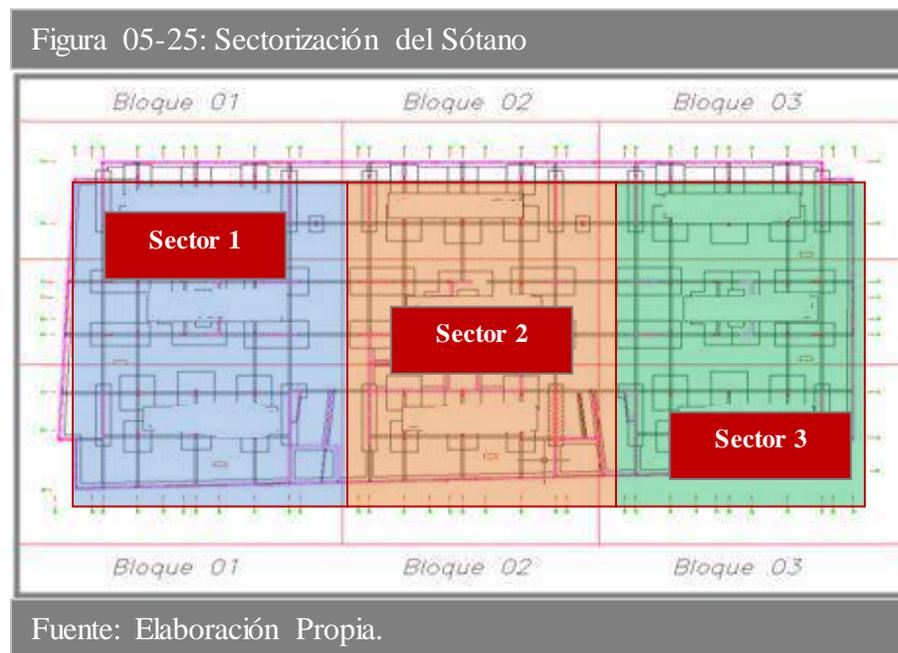
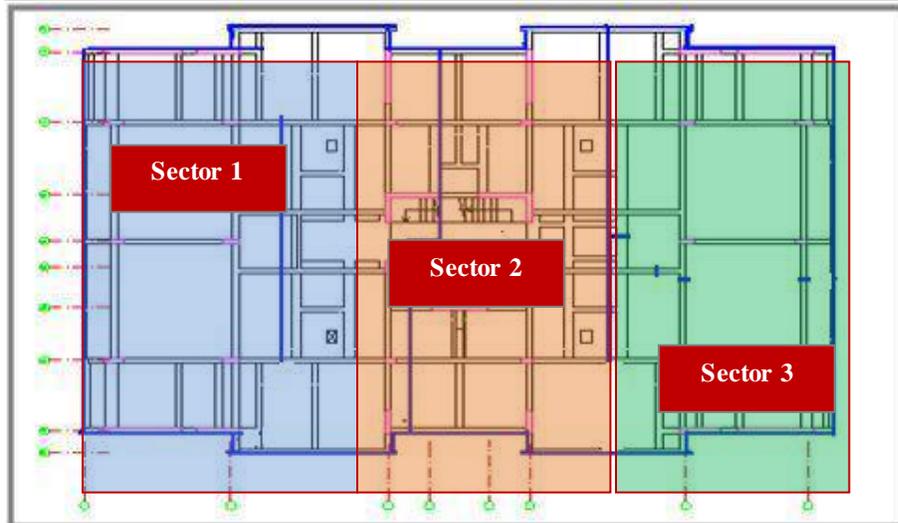


Figura 05-26: Sectorización 1°,2° y 3° nivel



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 05-27: Sector 1 – Habilitación de losa.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 05-28: Sector 1 – Colocación de concreto.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 05-29: Sector 1 – Encofrado de Placas



Fuente: Elaboración Propia.

---

### **5.2.3. FALTA DE PLANIFICACIÓN DE PROCESOS:**

Al no establecer los diversos procesos de organización general o de construcción se producen pérdidas económicas y de tiempo ya que la obra se desarrolla aleatoriamente sin seguir un orden establecido lo cual nos garantizaría el éxito de la obra.

a) No se identificaron las principales y secundarias actividades en la obra, por tal motivo todas las partidas fueron tomadas con la misma importancia lo cual produjo pérdidas considerables de tiempo y económicas.

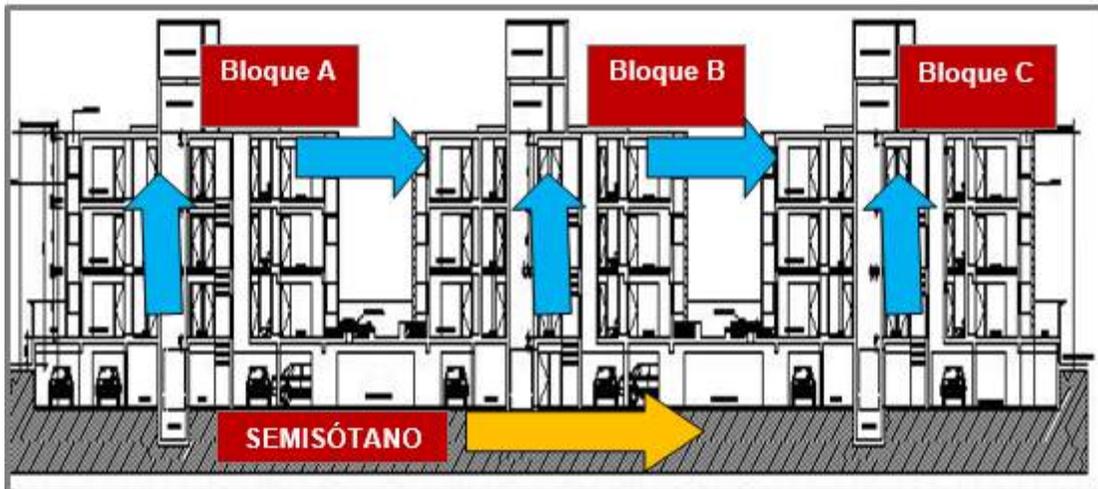
Los puntos críticos que se tuvieron en obra fueron:

- La ejecución del casco en la etapa de estructura (colocación del acero, encofrado y concreto)
- Los trabajos de albañilería y tarrajeo en la etapa de arquitectura.

b) No se agruparon los principales recursos (sub-procesos) de los cuales se formarían los principales proceso de trabajo.

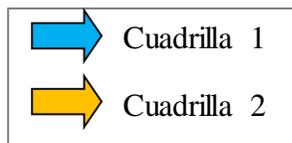
c) Definición de secuencia de las actividades , Figura 05-30:

Figura 05-30: estrategia de cuadrillas.



Fuente: Elaboración Propia.

### Leyenda



Tal como podemos observar las dos cuadrillas generales de trabajo se dividen en la cuadrilla 1 la cual construye los tres bloques de edificio y la cuadrilla 2 del sótano, esta distribución de trabajo produjo demoras en la culminación del proyecto ya que las cuadrilla 2 trabajó lentamente hasta culminar los trabajos del Bloque C, realizando prácticamente un trabajo paralelo y de la misma duración en la construcción de los edificio y el sótano.

d) Durante el inicio de obra las actividades no se desarrollaron la estimación de tiempo de las actividades, por lo que al final de la obra se observó la implementación de horas extras, contratación de más personal, ampliación de nuevos turnos de trabajo ya que la fecha de entrega de obra estaba muy alejada de la realidad.

La obra se desarrolló sin definir detalladamente las actividades y recursos de la obra lo cual evitó estimar la duración de las mismas y considerar fechas de corte ya sea mensuales o semanales, de ser así se hubiera realizado el avance de obra con las fechas de corte para poder llevar un adecuado control.

Las únicas metas establecidas era la fecha de culminación del caso y de la obra al no contar con metas intermedias no se podía saber cuándo era que una determinada partida se encontraba atrasada y ésta a su vez que tanto podía afectar las demás, hasta aplazar la fecha de culminación del proyecto.

En la Figura 05-31 se indican las partidas que debieron haberse tomado en cuenta para no perjudicar a las demás actividades.

Figura 05-31: Atrasos del cronograma de obra

Descripción	Semanas		
	Inicial	Final	Diferencia
Obras exteriores	9	20	11
Excavación Semisótano	8	12	4
Bloque A			
Casco	5	9	4
Albañilería	5	6	1
Cerámicos	5	6	1
Bloque B			
Casco	5	5.5	0.5
Tarrajeo	5	6	1
Bloque C			
Casco	5	9.5	4.5
Albañilería	4	7	3

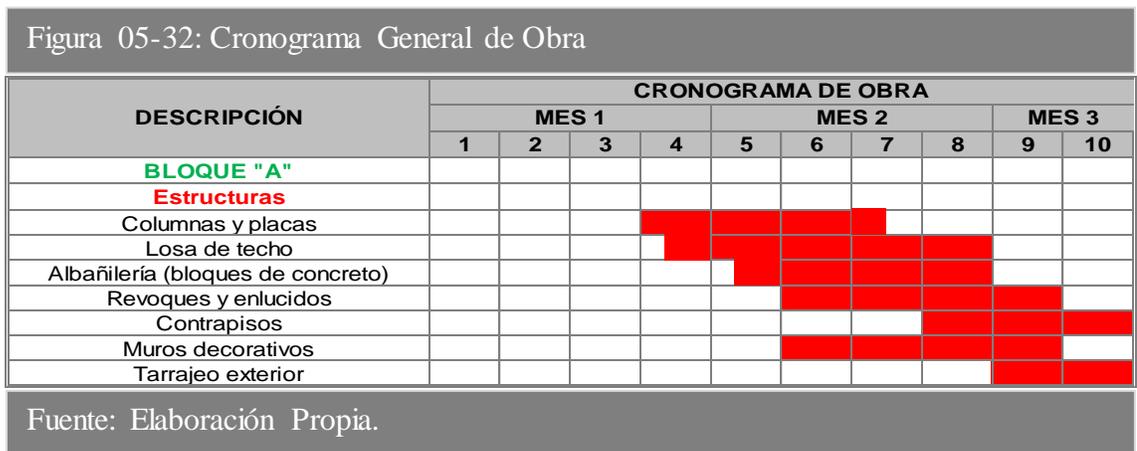
Fuente: Elaboración Propia.

De haber tenido el adecuado seguimiento en las partidas se hubiera podido evitar los atrasos presentados.

e) No se tomó en cuenta un tiempo de holgura, por lo que se consideró que cada proceso de trabajo debía empalmarse instantáneamente con otro sin considerar los tiempos de espera necesaria en cada proceso, tal fue el caso del proceso de encofrado.

Durante la realización del cronograma de obra, no se consideraron los tiempos de espera para el desencofrado de la losa y vigas, Figura 05-32 (14 y 21 días respectivamente) en cada nivel, tal como indica el gráfico adjunto.

Por tal motivo se perdieron 20 días aproximadamente.



f) La estimación en los metrados de obra se desarrollaron con los ratios obtenidos en proyectos anteriores, lo cual se considera aceptable para realizar una revisión final del presupuesto, mas no para determinar los metrados utilizados en el presupuesto base.

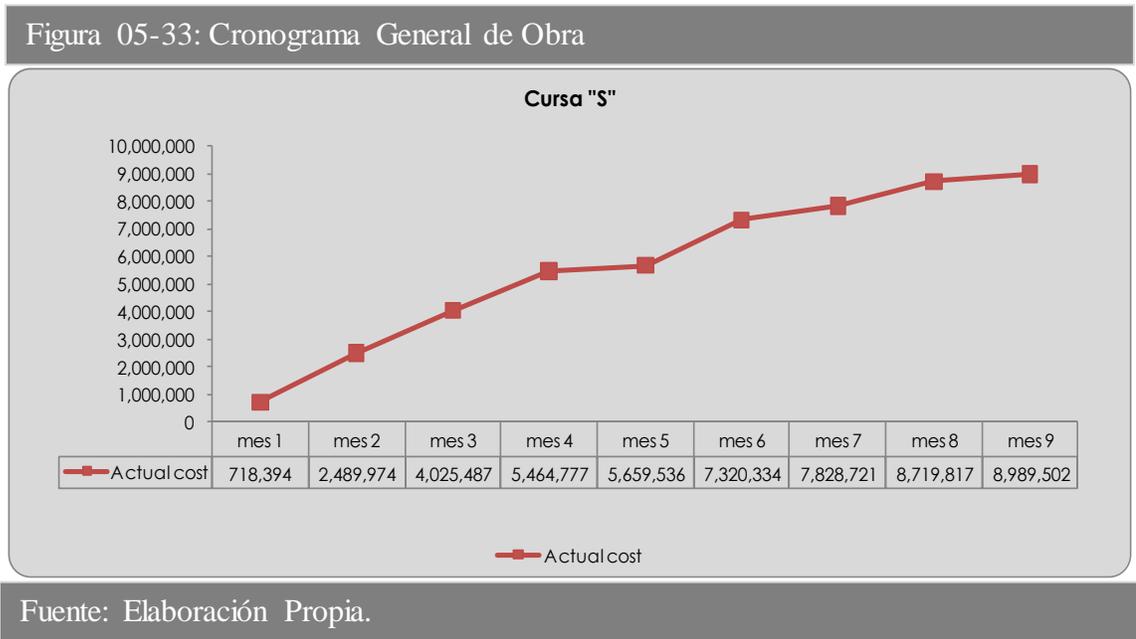
g) La estimación de los Costos se realizó sin tomar en cuenta las posibles inflaciones o alzas de materiales así como las contingencias y/o imprevistos que se presenten en obra.

## 5.2.4. FALTA CONTROL:

### a) Control de Tiempo y Costos:

Tal como las obra iban avanzando no se tomaron en cuenta los avances semanales y/o mensuales estimados para controlar los tiempos y costos determinados en el presupuesto y cronograma base, por tal motivo no se pudo prevenir oportunamente los atrasos presentados, así como llevar el control de costos adecuado.

En la Figura 05-33 se indica la Curva "S" Real del proyecto la cual señala la culminación de la obra en 9 meses y no en el tiempo estimado de 6 meses.



---

## **b) Control en Obra:**

Durante el desarrollo de la obra no se realizó el control de producción requerido para poder evitar inconvenientes de tiempo y calidad en la obra.

Bajo esta premisa parte del trabajo en medición que realice en el cual toma como ejemplo 04 procesos.

- ✓ Encofrado Vertical
- ✓ Muros de Albañilería
- ✓ Tarrajeo de muros interiores
- ✓ Concreto

El objetivo de esta medición es identificar y reducir las pérdidas durante cada proceso.

Plan de Acción:

- Realizar observación directa en campo del proceso de encofrado vertical.
- Identificar actividades del proceso y clasificarlas en trabajo: PRODUCTIVO, CONTRIBUTORIO y NO CONTRIBUTORIO.
- Realizar mediciones en campo (generar data).
- Procesar data y correlacionar información estadística.

### 5.2.4.1. MEDICIÓN DEL ENCOFRADO VERTICAL (COLUMNAS Y PLACAS)

a) Medición de Campo.

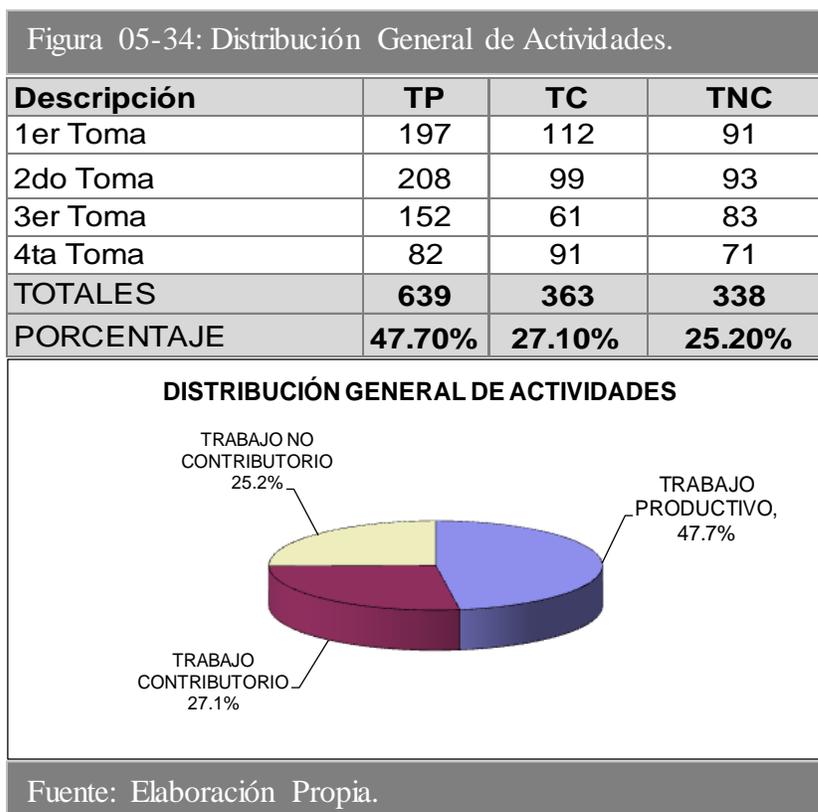
Se tomaron mediciones para identificar los trabajos relativos al encofrado vertical y minimizar aquellos que no agregaban valor al trabajo.

- Número de Muestras

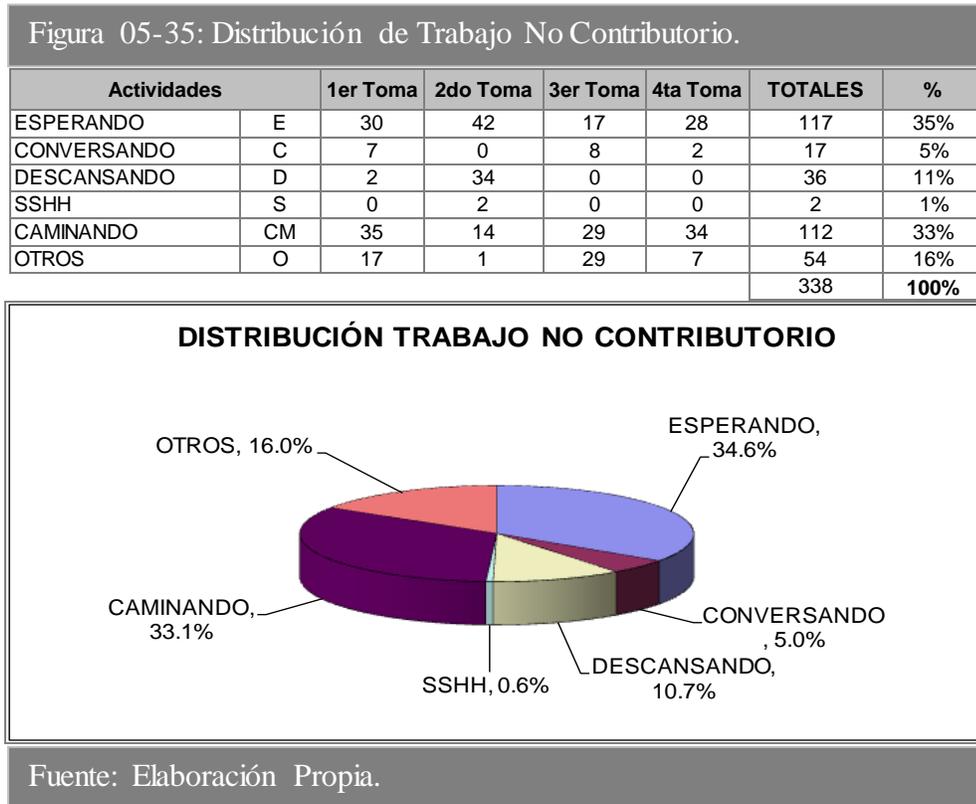
335 mediciones efectuadas a 4 Obreros = 1,340 lecturas

- Periodo: 1 minuto

b) Distribución General de Actividades, Figura 05-34:



c) Distribución de Trabajo No Contributorio – Figura 05-35:



En el Anexo I adjuntamos el análisis de datos.

De acuerdo a las mediciones obtenidas podemos observar que el 25.20 % del trabajo a realizarse es Trabajo No Contributorio lo que es muy elevado de acuerdo la experiencia del constructor, por lo que el porcentaje de TNC debería oscilar aproximadamente en un 18 % aproximadamente.

Analizando detalladamente el TNC podemos ver que principalmente se centra en esperas de los trabajadores lo cual se refleja en que ellos circulen o caminen en la obra, tal como se explica a continuación:

- Esperando  
Se observó que el personal tiende a estar esperando por materiales, herramientas, correcciones en el armado de fierro y espacio en la secuencia de trabajo.
- Caminando  
Ésta no incluye el recorrido del traslado de materiales.

- 
- Otros  
La actividad registrada es para beber agua y otros.

d) Procedimiento de encofrado vertical a utilizarse:

- El jefe de cuadrilla es responsable que la cuadrilla llegue a su posición de trabajo con todo el equipo, y herramientas (alambre, martillos saca tensores, pasadores, grapas, cuñas, pico etc.).
- Retirar los puntales y rigidizadores horizontales de ambas caras, y ordenar el material.
- Retirar las barras roscadas y paneles apilándolos a pie de zona.
- Transportar todo el equipo (desarmado) a la nueva ubicación.
- Limpiar las caras en contacto y los nervios exteriores (flanges) de los paneles con espátula, luego aplicar desmoldante con rodillo.
- Colocar dados de concreto en la parte baja que garantice el recubrimiento.
- Colocar sobre el trazo la primera cara longitudinal de paneles dejando en la parte baja alambre negro #16 cruzado para arriostra cara opuesta longitudinal.
- Colocar segunda cara longitudinal de paneles.
- Colocar las barras roscadas entre las dos caras longitudinales y ajustar tuerca placa fija por una cara.
- Colocar paneles en caras transversales y ángulos exterior fijados con grapas.
- Colocar rigidizadores horizontales en cada cara longitudinal, según planos de encofrado.
- Perforar la losa e instalar tacos expansivos para dejar los zapatos de los puntales.
- Colocar puntales telescópicos en una cara longitudinal y una cara transversal.
- Verificar aplome del encofrado en dos caras opuestas perpendiculares.
- Limpiar la zona de trabajo y almacenar equipo sobrante suelto.

## 5.2.4.2. MEDICIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA

a) Medición de Campo.

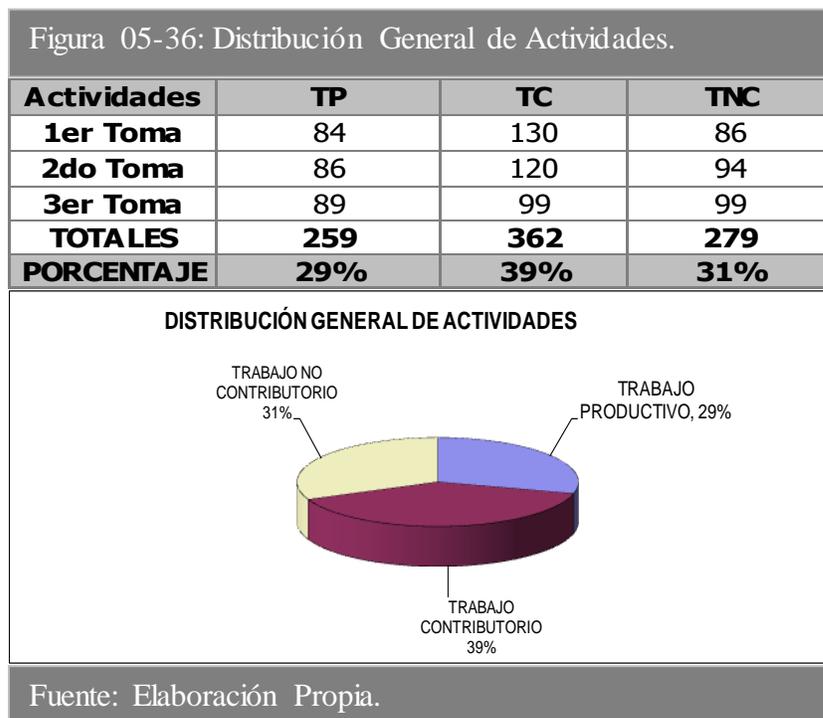
- Número de Muestras

310 mediciones efectuadas a 4 Obreros = 1,240 lecturas

- Periodo

1 minuto

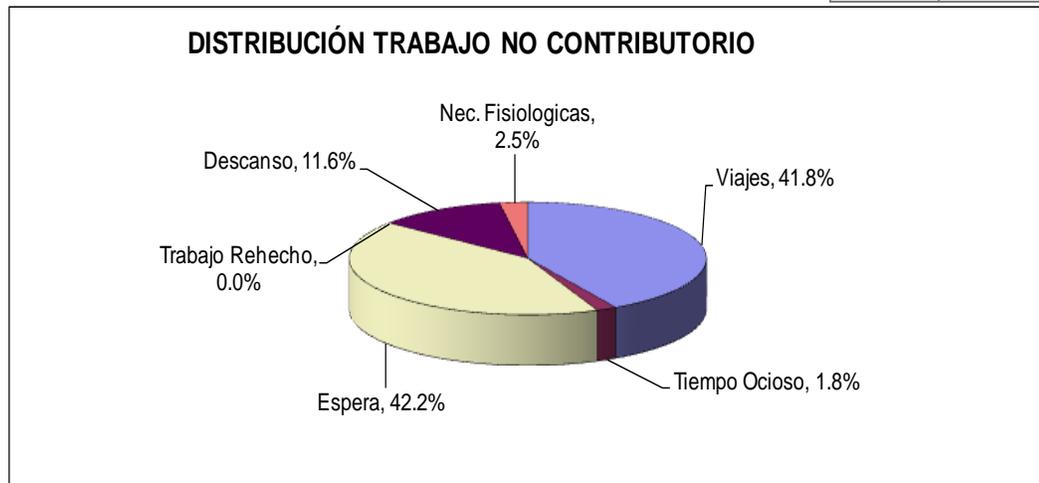
b) Distribución General de Actividades, Figura 05-36:



c) Distribución Trabajo No Contributorio, Figura 05-37:

Figura 05-37: Distribución de Trabajo No Contributorio.

Actividades		1er Toma	2do Toma	3er Toma	TOTALES	%
Viajes	V	30	45	40	115	41.8%
Tiempo Ocioso	O	2	3	0	5	1.8%
Espera	E	47	42	27	116	42.2%
Trabajo Rehecho	R	0	0	0	0	0.0%
Descanso	D	0	0	32	32	11.6%
Nec. Fisiologicas	B	3	4	0	7	2.5%
					<b>275</b>	<b>100%</b>



Fuente: Elaboración Propia.

En el Anexo II adjuntamos el análisis de datos.

De las mediciones obtenidas durante el asentado de ladrillos podemos observar que el 31 % del trabajo a realizarse es Trabajo No Contributorio lo que es muy elevado debiendo oscilar aproximadamente en un 27 % aproximadamente.

---

Analizando detalladamente el TNC podemos ver que principalmente se centra en las esperas de los trabajos y viajes, tal como se explica a continuación:

- Viajes

La habilitación de ladrillos es de manera artesanal es decir de trabajador en trabajador lo cual hace que el tiempo que dura la habilitación del ladrillo sea extenso.

- Esperando

Mientras algunos trabajadores se encargan de trasladar el ladrillo la cuadrilla de albañilería se encuentra a la espera que llegue el material (Figura 05-38, 05-39), por tal motivo se producen esperas.

Figura 05-38: Habilitación de Ladrillos



Fuente: Elaboración Propia

Figura 05-39: Habilitación de Ladrillos



Fuente: Elaboración Propia

#### d) Proceso de Asentado de Ladrillo

##### - Emplantillado:

La superficie de la cimentación donde se asentarán las primeras hiladas debe encontrarse nivelada y rayada.

Inmediatamente antes del emplantillado.

El emplantillado se comienza con el asentado de las esquinas, los ladrillos deberán estar alineados y nivelados. Luego se asientan los bloques intermedios alineándolos con un cordel guiado por los ladrillos de las esquinas.

- 
- Colocación de ladrillos:

Las unidades de albañilería deben ser previamente humedecidas pero deben encontrarse superficialmente secas y limpias, de encontrarse sucias o con polvo deben limpiarse con el escobillón.

El tipo de cemento a usar para la preparación del mortero es cemento tipo I.

- Construcción del muro:

La construcción del muro deberá estar a plomo y en línea, se comienza con las maestras que deben nivelarse y aplomarse con el nivel de 1.20m.

Luego se colocan los ladrillos intermedios hilada por hilada alineándolos con el cordel, guiados por las maestras.

#### **5.2.4.3. MEDICIÓN DE TARRAJEO:**

a) Medición de Campo.

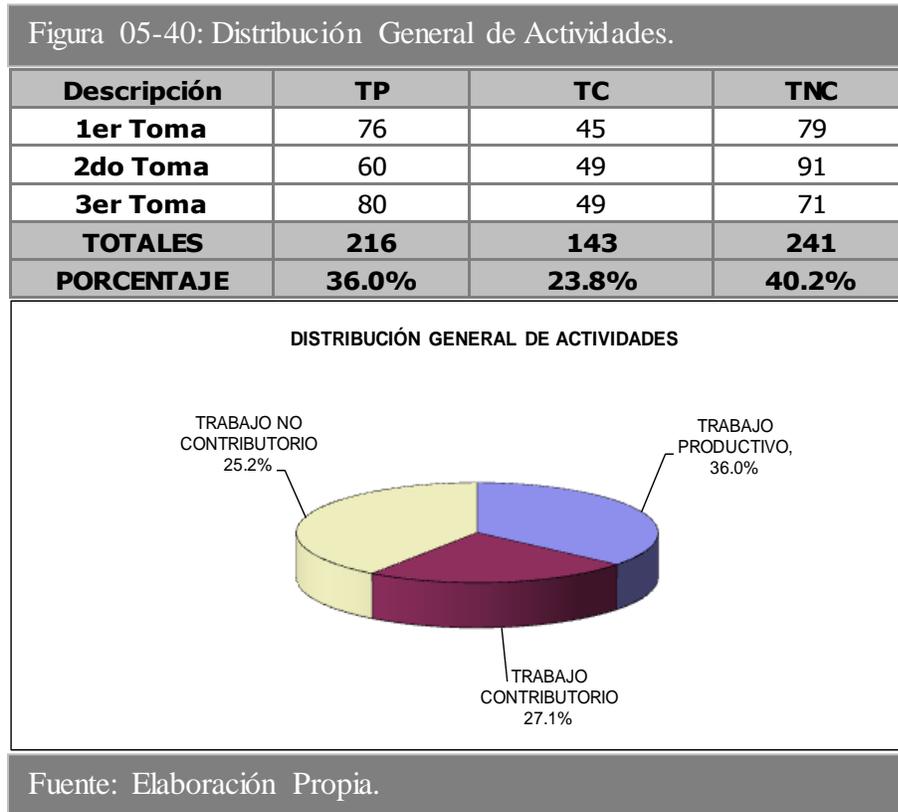
- Número de Muestras

Mediciones efectuadas a 2 Obreros = 600 lecturas

- Periodo

Minuto

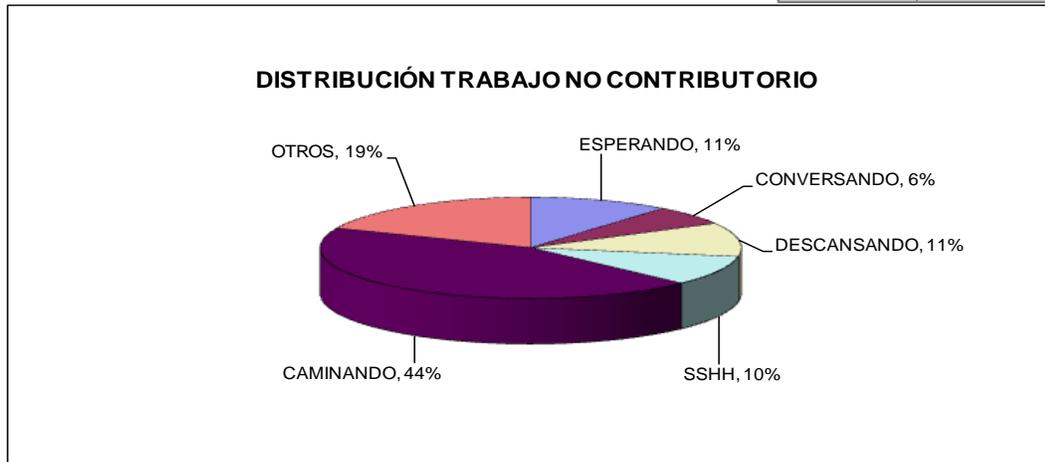
b) Distribución General de Actividades, Figura 05-40:



c) Distribución de Trabajo No Contributorio, Figura 05-41:

Figura 05-41: Distribución de Trabajo No Contributorio.

Actividades		1er Toma	2do Toma	3er Toma	TOTALES	%
ESPERANDO	E	7	10	9	26	11%
CONVERSANDO	C	8	5	2	15	6%
DESCANSANDO	D	11	5	10	26	11%
SSHH	S	10	10	3	23	10%
CAMINANDO	CM	32	44	30	106	44%
OTROS	O	11	17	17	45	19%
					<b>241</b>	<b>100%</b>



Fuente: Elaboración Propia.

En el Anexo III adjuntamos el análisis de datos.

De las mediciones obtenidas en los trabajos de tarrajeo de muros interiores (Figura 05-42) podemos observar que el 40.20 % del trabajo a realizarse es Trabajo No Contributorio es en su mayoría esperas y viajes que el personal realiza ya que los 2 operación son los mismo que preparan la mezcla del tarrajeo lo cual demanda pérdidas de tiempo como se ha señalado.

Figura 05-42: Trabajos de Albañilería



Fuente: Elaboración Propia.

De esta manera para el análisis de productividad en los trabajos de tarrajeo se ha tomado como muestra los trabajos en un muro de 18.00 m<sup>2</sup>, cuyo valor estimado es rendimiento en base al presupuesto era de 25.00 m<sup>2</sup> / día, sin embargo de acuerdo a las mediciones en campo ( Figura 05-43,05-44) se obtuvo que la productividad real fue de 22 m<sup>2</sup>/día por las razones ya indicadas.

Figura 05-43: Productividad Estimada vs Real

Productividad	Tarrajeo
Estimada	25 m <sup>2</sup> /d
Real	22 m <sup>2</sup> /d

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 05-44: Productividad Real

Tarrajeo acabado en interiores con pañeteo previo, espesor 1.5 cm mz.1:5 -Rendimiento 25 m2/D				
Descripción	Cuadrilla	Cantidad	Precio	S/.
Capatáz	0.1	0.032	19.14	0.61
Operario	2	0.64	13.90	8.90
Peón	1	0.32	11.37	3.64
<b>Total</b>				<b>13.15</b>
<b>Materiales ( 1:5)</b>				
Cemento (bls)		0.0218	32	0.70
Arena Fina (m3)		0.1617	13.87	2.24
Madera Tornillo		0.58	3.7	2.15
<b>Total</b>				<b>5.09</b>
<b>Equipo</b>				
Herramientas Manuales		0.03	13.15	0.39
Mezcladora 12p3	1	0.32	6.25	2.00
<b>Total</b>				<b>2.39</b>
Fuente: Elaboración Propia.				

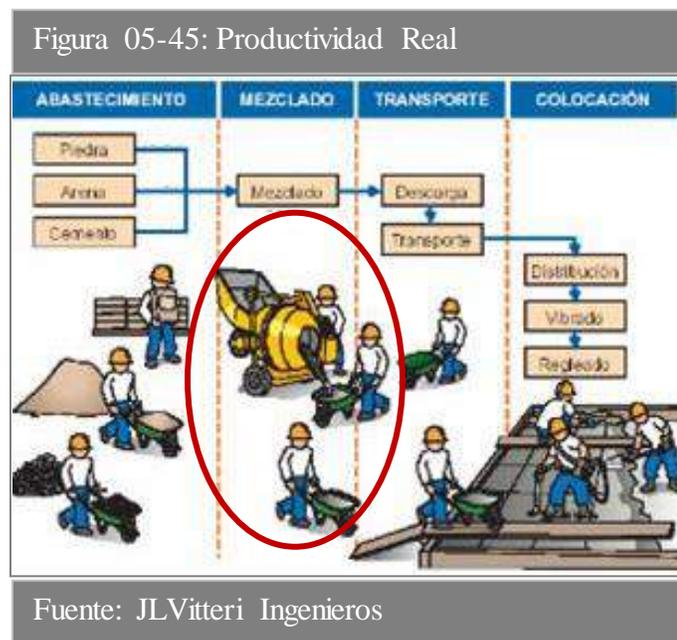
De acuerdo a los análisis indicados por el Ing. Residente la productividad real en obra fue de 22m<sup>2</sup>/día lo cual reflejo un costo de precio unitario de S/.20.63, lo cual es elevado para una productividad baja.

Del desglose de precios podemos observar que el costo de las materiales y equipos es constante por lo que la mano de obra es el factor variable, lo cual se deberá reducir para que los resultados reflejen mayor productividad y menor precio unitario.

#### 5.2.4.4. CONCRETO EN OBRA

En este proceso tenemos que detectar la restricción o lo que se denomina “cuello de botella”, Figura 05-45.

Para este primer paso es necesario entender el proceso de producción, descomponerlo en fases y actividades, y obtener las capacidades de producción de cada actividad mediante un estudio de tiempos:



De acuerdo al análisis podemos determinar que el Cuello de Botella se encuentra en la operación de mezclado, ya que éste es el proceso que más demora.

Entonces de acuerdo a esta teoría de restricciones, si queremos mejorar la velocidad del sistema, sólo debemos concentrarnos en mejorar la velocidad de la operación de mezclado.

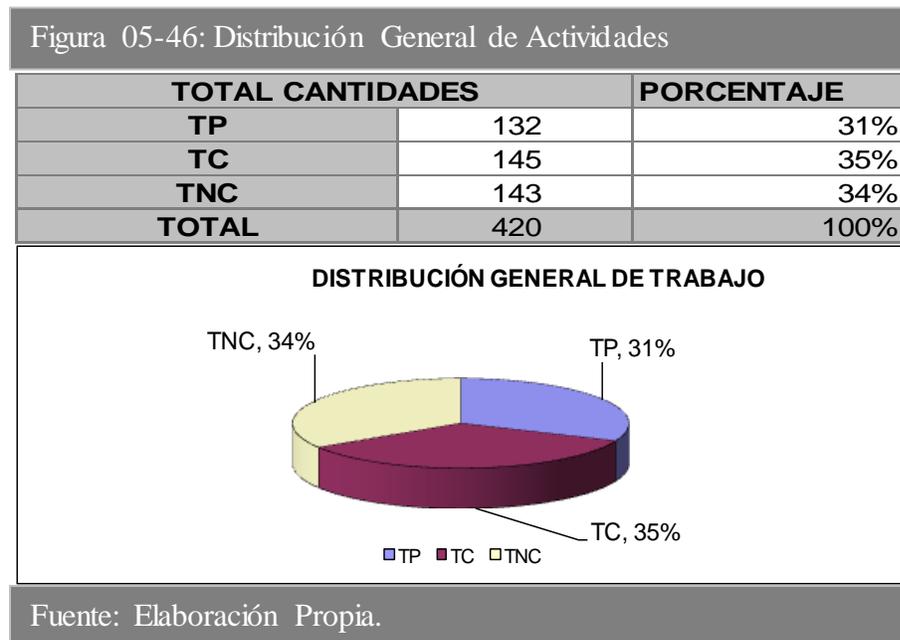
**a) Medición de Campo.**

- Carta Balance

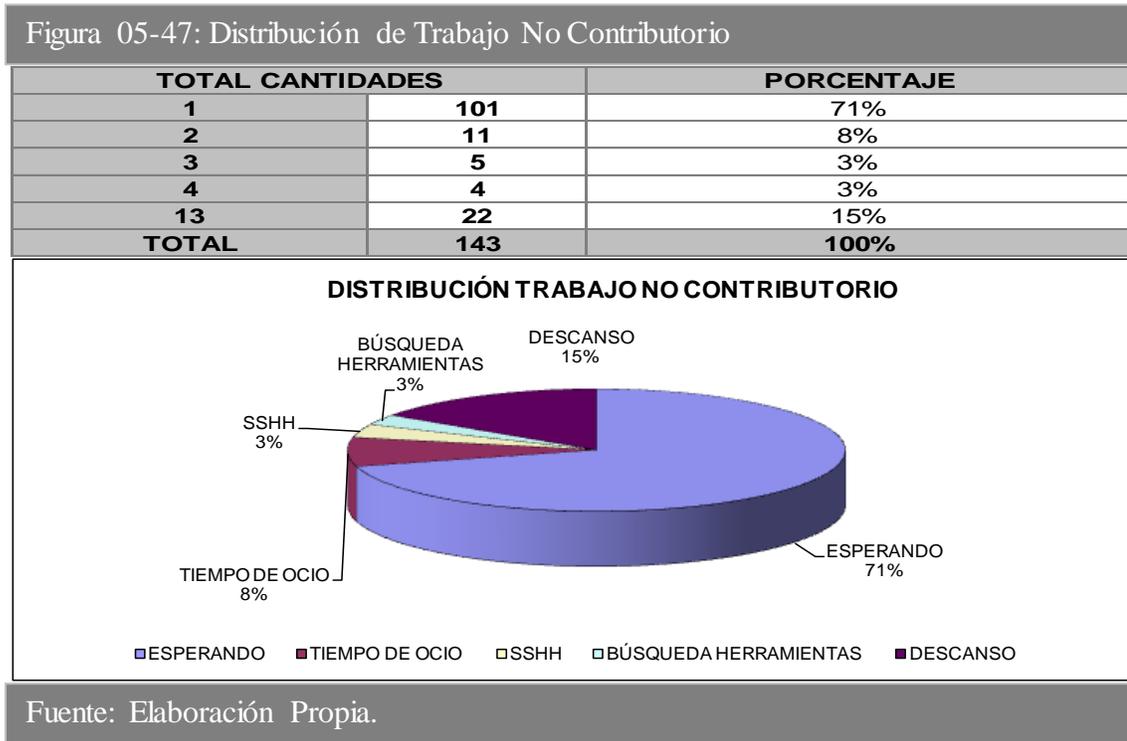
**b) Periodo**

- 30 minutos

**c) Distribución General de Actividades, Figura 05-46:**



d) Distribución de Trabajo No Contributorio, Figura 05-47:



En el Anexo IV adjuntamos el análisis de datos.

Con la información obtenida podemos determinar el rendimiento de cada proceso, tal como lo indicamos en la figura 05-48:

**Identificar Restricción:**



---

De acuerdo al análisis realizado podemos identificar los procesos que restringen la actividad de lo cual determinamos que es la etapa de mezclado.

Como se muestra en la fotografía 05-49 podemos observar que existen 4 personas encargadas del abastecimiento y mezclado del concreto lo cual contrarrestado con el rendimiento de la máquina mezcladora genera mucho tiempo de espera en los trabajadores.

Figura 05-49: Productividad Real



Fuente: "Edificio Raygada"

De igual manera los trabajadores destinados a transporte (Figura 05-50, 05-51) son demasiados para colocación del concreto por lo que se dan realizan tiempos de espera considerables.

Figura 05-50: Productividad Real



Fuente: "Edificio Raygada"

Figura 05-51: Productividad Real



Fuente: "Edificio Raygada"

---

**e) Procedimiento Constructivo:**

- Elección de material: Cemento, agua, arena y grava.
- Dosificación
- Mezclado.
- Transporte: en latas o boguis.
- Vaciado
- Vibrado y/o Compactado
- Reglado.

A continuación indicamos los efectos causados en obra por la falta de un adecuado control:

- En la Figura 05-52 observamos que la montante de 4" (0.10 m) se encuentra empotrada en un muro de 0.15 m. Las tuberías mayores a 55mm no deberán estar introducidas en los muros ya que causan un debilitamiento haciendo trabajar al muro en dos tramos diferentes lo que produce agrietamientos, tal como lo indicada por el R.N.E.

*Reglamento Nacional de Edificaciones-Decreto Supremo N° 011-2006 Vivienda*

*Norma E.070 Albañilería*

*Capítulo 1*

*Artículo 2: Requisitos Generales*

*Inciso 2.7*

Los tubos para instalaciones sanitarias y los tubos con diámetros mayores de 55mm, tendrán recorridos fuera de los muros portantes o en falsas columnas y se alojarán en ductos especiales o en muros no portantes.

Figura 05-52: Tubería de desague empotrada en el



Fuente: "Edificio Raygada"

- El mal encofrado de la viga sobrepuesta ( Figura 05-53) a la columna, produce un desplazamiento, tal como se muestra en la figura siguiente:

Figura 05-53: Viga no sobrepuesta a la columna



Fuente: "Edificio Raygada"

Durante la colocación del concreto de losa el ancho de la vigueta se disminuyó considerablemente a causa del desplazamiento de los ladrillos., tal como se muestra en la Figura 05-54:

Figura 05-54: Viguetas



Fuente: “Edificio Raygada”

- Los muros de albañilería no cuentan con el espesor requerido de mortero (Figura 05-55) de acuerdo a lo indicado en el RNE.

*Reglamento Nacional de Edificaciones-Decreto Supremo N° 011-2006 Vivienda*

*Norma E.070 Albañilería*

*Capítulo 4: Procedimiento Constructivo*

*Artículo 10.-Especificaciones Generales*

*10.1 Los muros se construirán a plomo y en línea. No se atentarán contra la integridad del muro recién asentado.*

*10.2 En la albañilería con unidades asentadas con mortero, todas las juntas horizontales y verticales quedaran completamente llenas de mortero. El espesor de las juntas de mortero será como mínimo de 10mm y máximo de 15mm o dos veces la tolerancia dimensional en la altura de la unidad de albañilería más 4mm.*

Figura 05-55: Espesor del Mortero



Fuente: "Edificio Raygada"

- El acero de temperatura se encuentra apoyado sobre trozos de acero (Figura 05-56) lo cual no deja que el concreto recubra completamente el acero de temperatura.

Figura 05-56: Acero de Temperatura



Fuente: "Edificio Raygada"

- La caja octogonal de electricidad se colocó en la vigueta ( Figura 05-57) , y no en los ladrillos como se debería para evitar disminuir la función de la vigueta.

Figura 05-57 : Caja Octogonal



Fuente: “Edificio Raygada”

- Las cangrejas ( Figura 05-58) se producen por el *inadecuado vibrado* durante la colocación del concreto y la *falta de hermeticidad del encofrado*.

Figura 05-58 : Cangrejas



Fuente: “Edificio Raygada”

- Las bolsas de cemento se encuentran apiladas en hiladas de 15, formando en la primera fila de bolsas de cemento grumos a causa de la presión recibida (Figura 05-59). Recomendamos mantener el material en obra almacenado para evitar su humedecimiento, tal como se indica en el R.N.E.

*Reglamento Nacional de Edificaciones-Decreto Supremo N° 011-2006 Vivienda*

*Norma E-060 Concreto Armado*

*Capítulo II*

*Artículo 3: Materiales.*

*Enciso 3.6 Almacenamiento de los materiales en obra:*

*3.6.1 Los materiales deberán almacenarse en obra de manera de evitar su deterioro o contaminación. No se utilizará materiales deteriorados o contaminados*

*3.6.2 El cemento en bolsas se almacenará en obra en un lugar techado, fresco, libre de humedad sin contacto con el suelo. Se almacenará en pilas de hasta 10 bolsas y se cubrirá con material plástico u otros medios de protección*

Figura 05-59: Habitación de Bolsas de Cemento



Fuente: "Edificio Raygada"

- 
- No se realizó el curado de concreto ( Figura 05-60) en elementos horizontales o verticales, el cual debió realizarse durante 7 días luego de su colocación ya que al hidratar al elemento se podrán evitar:
    - La aparición de fisuras importantes debidas al secado prematuro
    - La reducción de la durabilidad del hormigón.
    - La pérdida de resistencia mecánica.
    - Una baja resistencia al desgaste.

*Reglamento Nacional de Edificaciones-Decreto Supremo N° 011-2006 Vivienda*

*Norma E-060 Concreto Armado*

*Capítulo III*

*Artículo 5*

*Enciso 5.8: Curado*

*5.8.1 El concreto deberá ser curado y mantenido sobre los 10 °C por lo menos durante los 7 primeros días después de su colocación, tiempo que podrá reducirse a 3 días en el caso de concreto de alta resistencia inicial.*

---

Figura 05-60 : Curado de Losa



Fuente: "Edificio Raygada"

- Observamos que en la zona de los baños se ha considerado una losa maciza sin embargo para el encofrado no se ha utilizado madera sino trozos de ladrillos (Figura 05-61), por lo que el aspecto final de la losa es tal como se muestra en la fotografía 60 de esta manera el encofrado debió haber sido con madera para evitar el mal recubrimiento de la losa y no dificultar el tarrajeo del cielo raso.

Figura 05-61 : Tubería en Losa

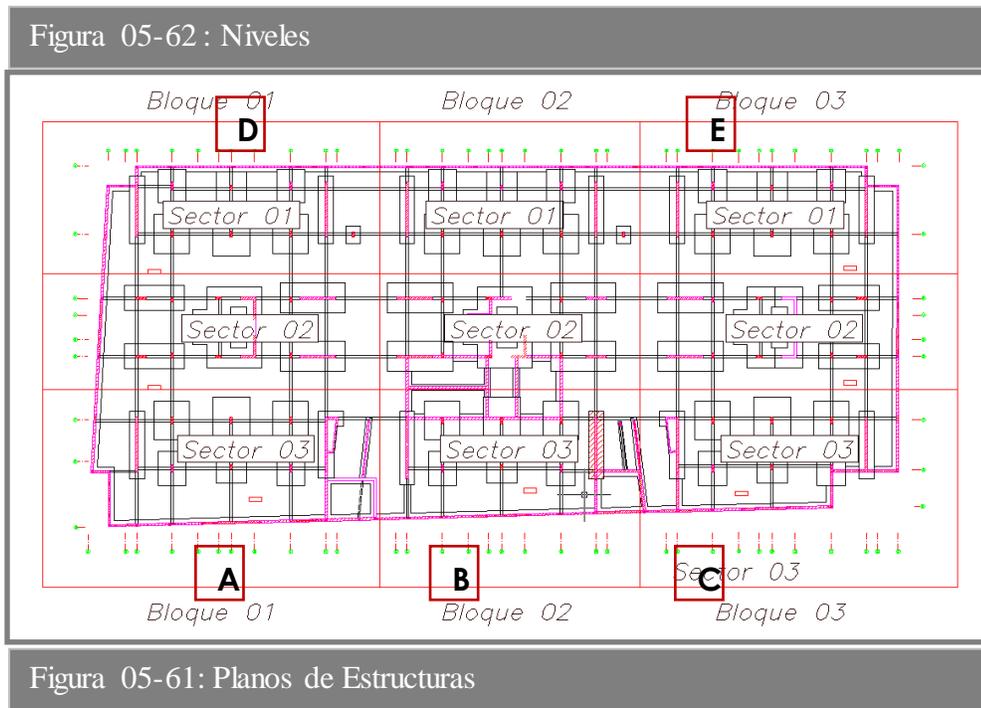


Fuente: "Edificio Raygada"

- Se replantearon los niveles de todos los accesos al edificio (Figura 05-62) de manera que se puedan corregir las dimensiones de los pasos y contrapasos de las escaleras.

Descripción	Antes	Después
1ª Escalera	NPT ± 0.00	NPT - 0.148
2ª Escalera	NPT - 0.148	NPT - 0.302
3ª Escalera	NPT - 0.302	NPT - 0.466
4ª Escalera	NPT - 0.095	NPT - 0.216
5ª Escalera	NPT - 0.216	NPT - 0.476

Esto sucedió porque no se desarrolló un control de obra durante la etapa de trazo y replanteo.



---

# CAPÍTULO VI:

## APLICACIÓN DE METODOLOGÍA

En este capítulo aplicaremos las teorías y herramientas estudiadas desarrollando una adecuada planificación, programación y control, bajo este análisis podremos minimizar o eliminar todas aquellas fuentes que impliquen pérdidas y éstas a su vez causen mayor productividad, mejor calidad y menores costos.

### 6. APLICACIÓN DE METODOLOGÍA

El objetivo de este capítulo es generar un FEEDBACK, del resultado final de la construcción del casco y principales partidas de acabados del Edificio Raygada lo cual permita tener una data para futuros proyectos.

#### 6.1 INICIACIÓN Y PLANIFICACIÓN GENERAL:

La planificación se deberá tomar en base a las teorías estudiadas, estimando los tiempos de realización de cada actividad así como sus limitaciones y posibles percances a presentarse.

Es así que se propondrá tomar un “*buffer*” de tiempo o *colchón de tiempo* en este caso se tomaría los sábados como buffer, ya que si bien son días laborables no se tomarán en cuenta para considerar el avance.

De esta manera se considerará lo siguiente:

- ❖ Se desarrollará un alcance general del proyecto.
- ❖ Revisar toda la documentación del proyecto de que dispongan (Planos, Especificaciones Técnicas, Contrato, Presupuesto) a fin de definir claramente el proyecto a realizarse.

- ❖ **Compatibilización y Revisión de Planos:** El arquitecto proyectista es el responsable que las 4 especialidades (Arquitectura, Estructuras, I. Eléctricas e I. Sanitarias) compatibilicen adecuadamente antes de iniciar la construcción del edificio, ya que realizando un adecuado trabajo de compatibilización se evitarían las vigas peraltadas y columnas en cruces de ambientes, instalaciones sanitarias empotradas en muros de albañilería o placas de concreto, así mismo realizar una revisión detallada de los planos nos facilita en absolver varias duda antes de iniciarse las obras lo cual sería pérdidas de tiempo innecesarias.

Alarcón y Mardones (1998) en un estudio realizado en 4 proyectos de una empresa constructora chilena identificaron los diferentes problemas presentados en la interface diseño – construcción, llegando a la conclusión que los más frecuentes eran los relativos a la falta de detalles, especialmente en los planos de estructuras, planos de arquitectura y a la incompatibilidad en las mismas, en las siguiente figuras ( 06-01 y 06-02) se muestra el resumen de estas estimaciones lo cual refleja un bajo nivel de comunicación entre los proyectistas y poco conocimiento del proceso constructivo.

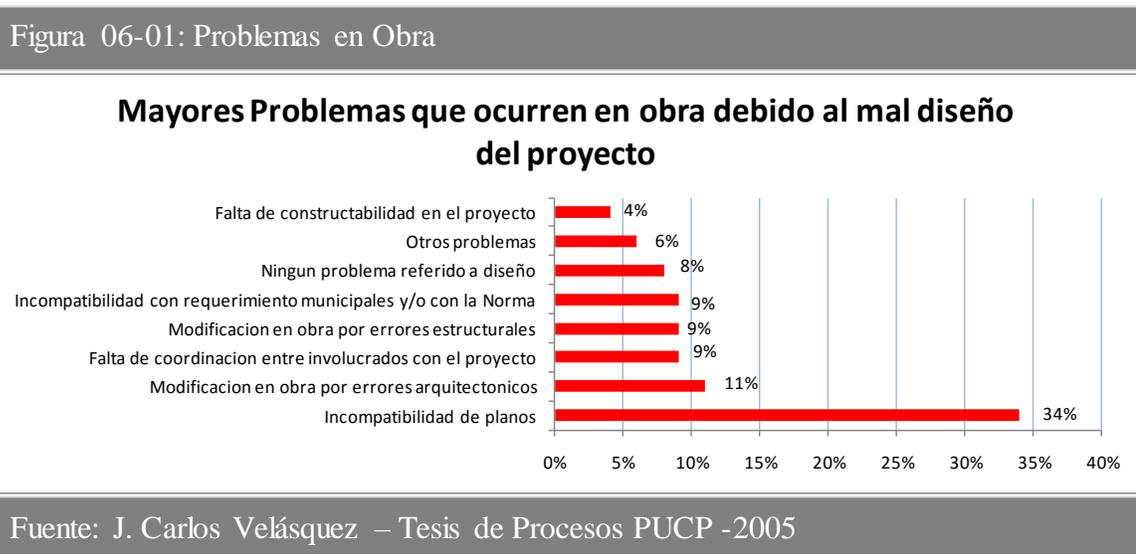


Figura 06-02: Defectos de Diseño

N°	DEFECTOS DE DISEÑO	%
1	Escaso detalle de los elementos estructurales	13.97
2	Falta de planos detallados de arquitectura	12.78
3	Incompatibilidad entre las diferentes especialidades	11.59
4	Cruce de información incorrecto con estructuras.	8.17
5	Falta de definición de elementos de arquitectura.	6.54
6	Modificaciones en los planos de estructura	6.39
7	Falta de dimensiones de arquitectura.	6.24
8	Falta de identif. y ubicación de los elementos de arq.	5.65
9	Materiales de acabados que requieren muestras.	4.75
10	Problemas con los ejes.	4.46
11	Defectos de diseño en el desagüe	4.16
12	Cruce de información incorrecto con arquitectura.	3.12
13	Cambios de diseño de propietario.	3.12
14	Defectos de diseño eléctrico.	2.97
15	Se entregan tarde los planos de arquitectura.	1.93
16	Defectos en los diseños A.C	1.49
17	Problemas con los equipos eléctricos.	0.89
18	Estructura de los equipos.	0.59
19	Problemas con los materiales en el mercado.	0.45
20	Convención de símbolos.	0.45
21	Defectos en los diseños de gas.	0.30
<b>TOTAL</b>		<b>100%</b>

Fuente: Clasificación de defectos (Santiago de Chile 2005 – Alarcón y Mardones)

- Reducir la Variabilidad:
  - Inconvenientes con los vecinos:
  - De contar con construcciones aledañas a la obra se deberá reunir con cada vecino para explicar las obras a realizarse y tomar nota del estado de la vivienda para que en un futuro no existan problemas por daños causados.
  - Rotura de matriz de agua dentro de obra:

- 
- Falla del suministro de materiales:

Los pedidos de todos los materiales a usarse en obra deberán ser indicados en un cronograma correlativo a los avances de la obra, así mismo se deberá de tomar conocimiento de los tiempos de espera y stock de los mismos para que existan inconvenientes.

- Paros Sindicales:

Otro de los problemas que hubo en la obra fue un paro debido a la irrupción de personas del sindicato dentro de la obra. El proyecto fue reconocido por el sindicato. Al tener en la obra un trabajador (Capataz de Encofrado) que perteneció al sindicato de Lima y que había tenido problemas con ellos en ocasiones anteriores, estos entraron a la obra a sacarlo por la fuerza ocasionando una disputa entre los trabajadores de la obra y las personas del sindicato. Esto si bien duró un rato en la mañana, alteró toda la productividad de la gente que no trabajó igual y no rindió lo que se debió.

Parte de la solución debe de ser el tener cuidado con la gente que trabajas ya que se pueden presentar problemas parecidos. En esta ocasión se trató de cuidar la obra con elementos policiales pero ante la fuerza de la masa no pudieron hacer nada.

- Falta de trabajadores:

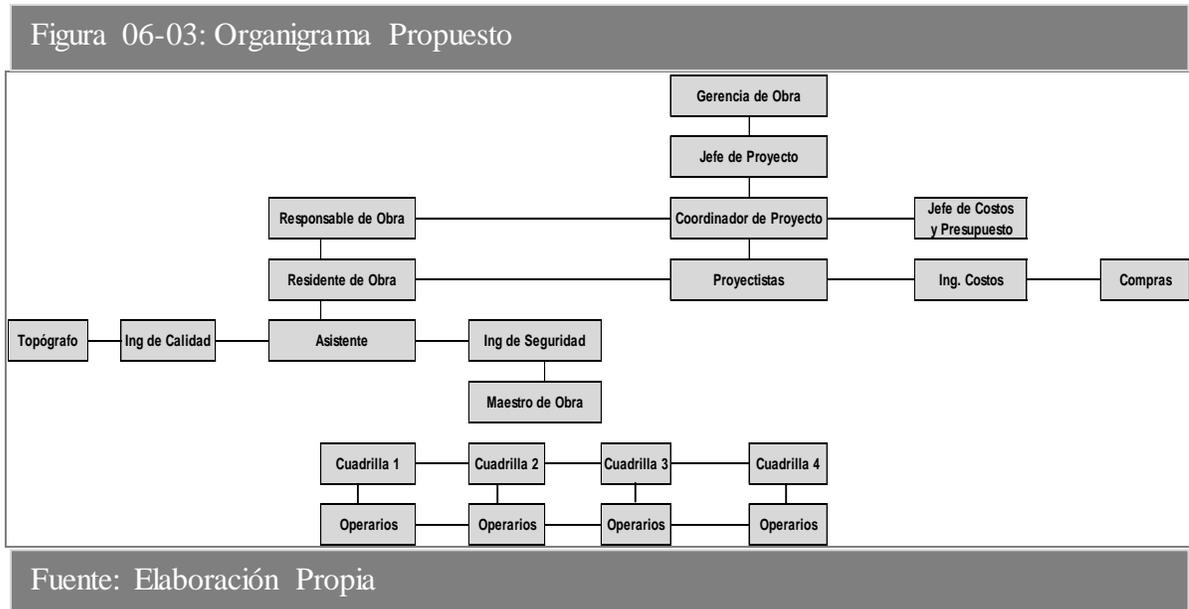
Otro problema que ocurrió en la obra fue que parte de la cuadrilla de Acero empezó a faltar por varios días seguidos (entre 1 a 2 personas de 5 pertenecientes a la cuadrilla). Esto mermó la productividad de la partida haciendo que se perdiera en avance. Casi un sector se perdió debido a esta razón.

La solución a esto fue hablar con el capataz de acero para que consiga más gente y que mantenga la productividad. Al no lograrlo se decidió cambiar a toda la cuadrilla y contratar a un subcontratista. Esto hizo que esta cuadrilla se nivelara y que el avance programado siga con su rumbo.

- ❖ El Jefe de Proyecto y el Jefe de Oficina Técnica designarán a los responsables (Figura 06-03) de cada proceso y determinarán la fecha en que deberán incorporarse al proyecto tomando en

consideración las fechas establecidas que limitan el inicio y fin del proceso que se les asignará, así como el tiempo que requerirán estos para planificar y preparar la ejecución de su proceso.

Organigrama propuesto:



Tal como lo apreciamos ya no existe un solo responsable de los diversos procesos, ahora la responsabilidad es compartida inicialmente en cada cuadrilla, luego con el maestro de obra y finalmente con el Ing. Residente, de esta manera antes de culminar una etapa de algún proceso éste podrá ser controlado y desarrollado correctamente.

A continuación, indicamos los deberes del Responsable de Proceso:

Es la persona designada por el Gerente del Proyecto, para hacerse cargo de uno o más procesos determinados, su responsabilidad incluye:

- Conocer el alcance total de su proceso (Metrados)

- 
- Identificar las indefiniciones e incompatibilidades de proyecto asociadas a su proceso, comunicarlas al área de oficina técnica correspondiente y hacer el seguimiento respectivo hasta su solución en oficina técnica.
  - Revisar el planeamiento elaborado para su proceso y comprometerse con éste si ya existe, en caso de no existir debe elaborarlo a partir de los hitos definidos por el Jefe de Oficina Técnica y aprobados por el Jefe de Proyecto.
  - Definir los procedimientos necesarios para la ejecución de su proceso, incluyendo todas las instrucciones de trabajo requeridas por el personal obrero para la buena ejecución del proceso. Evaluar periódicamente el cumplimiento de estos con la asistencia del ingeniero de Aseguramiento de Calidad.
  - Definir los recursos (equipo, vehículos, mano de obra, materiales) en concordancia con los procedimientos definidos y en la cantidad acorde con el planeamiento elaborado.
  - Iniciar el proceso de procura y hacer el seguimiento respectivo, dentro de los procedimientos del sistema de procura.
  - Evaluar periódicamente la performance de su proceso en costo y avance, asistido por la oficina técnica
  - Revisar periódicamente los reportes emitidos por la unidad de Detección de Pérdidas y Mejoras. Analizar las causas y plantear las acciones correctivas.
- ❖ Capacitación del Personal: El personal obrero deberá ser capacitado y evaluado de alguna manera para tener determinar su grado de conocimiento en proceso para el cual estará trabajando, ya que por la falta de conocimiento básico los procesos constructivos se ven afectados.

Las zapatas, vigas, columnas, lozas aligeradas y escaleras son elementos estructurales en una edificación y se les exige una determinada resistencia ( $F'c$ ).

El la Figura 06-04 se muestra las proporciones de materiales de acuerdo a la resistencia deseada:

Figura 06-04: Organigrama Propuesto

Resistencia del concreto	Dosificación en volumen Cemento / arena gruesa / piedra chancada	Cantidad de materiales por m <sup>3</sup> de concreto			
		Cemento (bolsa)	Arena gruesa (m <sup>3</sup> )	Piedra chanc. de 1/2" (m <sup>3</sup> )	Agua (m <sup>3</sup> )
F'c= 140 kg/cm <sup>2</sup>	1: 2.8: 2.8	7.01	0.51	0.64	0.18
F' c= 175 kg/cm <sup>2</sup>	1: 2.5: 2.5	8.43	0.54	0.55	0.18
F'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	01:02:02	9.73	0.52	0.53	0.18
F'c= 245 kg/cm <sup>2</sup>	1: 1.5: 1.5	11.5	0.5	0.51	0.18
F'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	01:01.5	13.34	0.45	0.51	0.18

Fuente: Elaboración Propia

Ya que las herramientas usadas para la dosificación del concreto hecho *in situ* son de alguna forma herramientas artesanales, se propone marcar los buguis y latas de acuerdo a la dosificación requerida por el RNE para que no existan problemas en la dosificación (Figura 06-05), así mismo el control durante dicho proceso deberá ser constante, finalmente para comprobar la resistencia del concreto se deberá tomar una muestra para su análisis.

**Ejemplo:**

Figura 06-05: Equipos de trabajos con mediciones



Fuente: Proyecto San Miguel

## 6.2. W.B.S (WORK BEARKDOWN STRUCTURE – ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DEL TRABAJO

a) Determinación del tamaño del lote, con los siguientes criterios:

- Que sea el mínimo posible.

- 
- Que se ajuste a las limitaciones de carácter técnico del proyecto (Ejm. En la ejecución de un muro debe ajustarse el tamaño del lote a él espaciamiento de juntas especificado por el proyectista)
  - Que puedan ser ejecutados en forma paralela e independiente (Ejm. El empleo de más de una cuadrilla de colocación de base para un pavimento.)

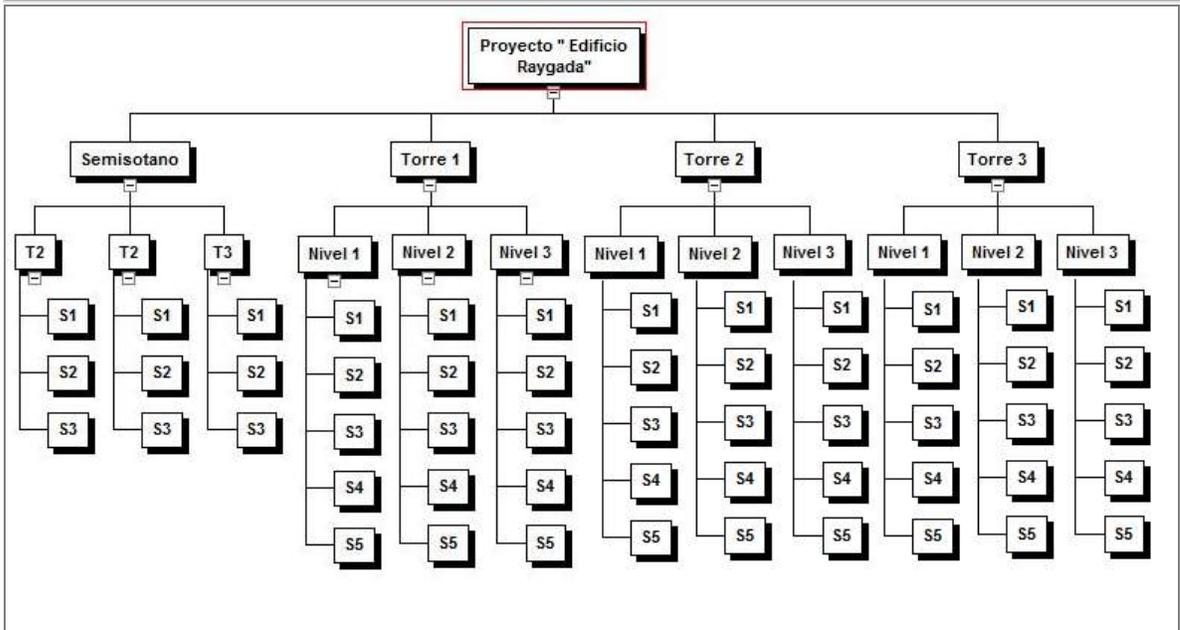
b) Definir los recursos requeridos para cada proceso, buscando darle holgura de capacidad, es decir, definiendo recursos que no tengan que emplearse al 100% de su capacidad para cumplir con el lote especificado. Para determinar la holgura de capacidad debe tomarse en cuenta los criterios siguientes:

- La dificultad de la obra para aumentar el recurso.
- Asignar mayor o igual holgura de capacidad al proceso cliente respecto de su proceso servidor para posibilitar la recuperación de la producción de la cadena ante un imprevisto.
- Determinar el recurso crítico.
- Definir el inicio y fin de cada operación.
- Evaluación general (Procedimiento Iterativo)

c) Se elabora el W.B.S. del Proyecto:

En la Figura 06-06 se muestra la sectorización propuesta.

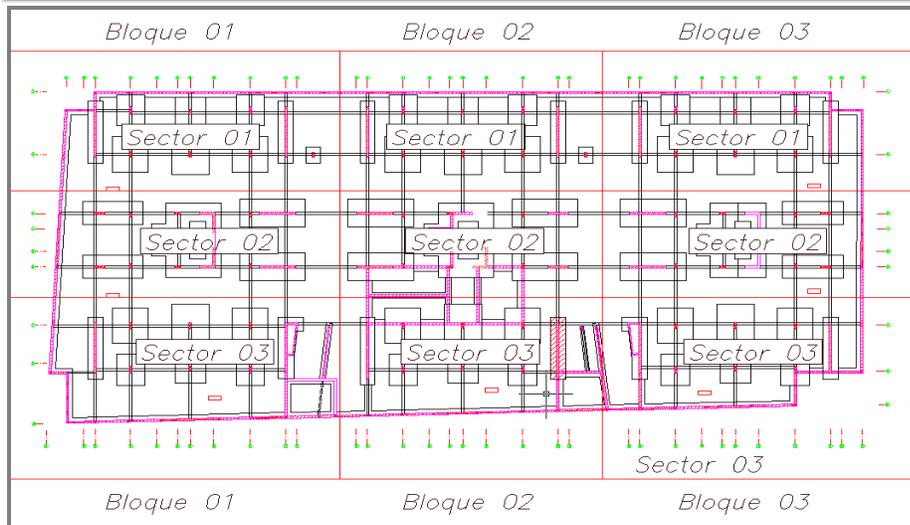
Figura 06-06: Diagrama WBS



Fuente: Elaboración Propia

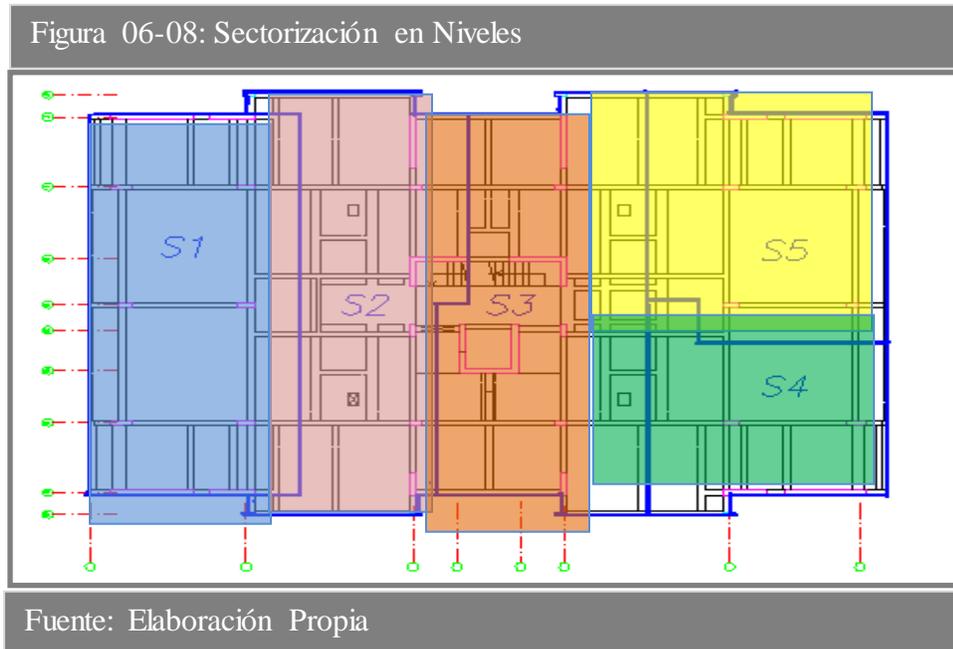
Para que la realización de la construcción del sótano se desarrolle de manera ordenada se deberá dividir el proyecto en 3 bloques (Figura 06-07) los cuales a su vez han sido subdivididos en 3 sectores, de acuerdo al siguiente gráfico:

Figura 06-07: Sectorización en Sótano



Fuente: Elaboración Propia

Y para los trabajos en los niveles subsiguientes en cada bloque (Figura 06-08) se ha dividido en cinco (05) sectores por nivel:



S1: Colocación de concreto de elementos verticales.

S2: Habilitación de acero en losa e instalaciones.

S3: Encofrado de losa.

S4: Colocación de concreto de elementos horizontales.

S5: Habilitación de acero y encofrado de elementos verticales.

Con la definición en cada sector podemos realizar trabajos paralelos en un mismo nivel formando un proceso cíclico y constante de tal manera que ninguna cuadrilla en cada sector estará paralizada, tal como se muestra en siguiente ejemplo (Figura 06-09)

**Ejemplo:**

Figura 06-09: Esquema



Fuente: Proyecto Breña

Después de elaborada la Cadena de Producción Total del Proyecto e identificado todos sus eslabones se deben determinar los metrados correspondientes a cada sub-proceso, aunque para esto tenga que tomarse algunos supuestos si el proyecto no está totalmente definido.

### 6.3. .DEFINIR LA PLANIFICACIÓN DE PROCESOS:

a) Determinar los procesos necesarios en obra es el conjunto de procedimientos sucesivos que forman una actividad u operación determinada, para agregar valor a un producto. Los procesos se caracterizan por ser identificables y mensurables, y por tener un responsable definido, recursos específicos y un programa de trabajo definido.

De esta manera se debe tener claro los siguientes conceptos:

**Proceso Cliente:** Es aquel que recibe un servicio o un producto de un proceso que lo antecede (Ejm. El proceso concreto es el cliente del proceso encofrado en la construcción de un muro)

**Proceso Servidor:** Es aquel que da un servicio o entrega un producto al proceso que lo sucede (Ejm. El proceso de encofrado es el servidor del proceso concreto en la construcción de un muro)

---

**Proceso Crítico:** Es aquel cuyos recursos le proporcionan una capacidad de producción tal que limitan la capacidad de la cadena de producción. A la capacidad de este proceso se le denomina LA REAL CAPACIDAD DE LA CADENA.

Para poder analizar los sub-procesos o actividades definidas primero se deberán agrupar según los siguientes criterios:

- Que se desarrollen dentro de la misma área geográfica posibilitando la designación de un responsable.
- Que se pueda definir un procedimiento válido para todos los sub-procesos agrupados.
- Que se pueda definir una unidad para cuantificar su producción.
- Que su ejecución sea continua posibilitando asignar recursos de uso exclusivo del conjunto.
- Que su volumen de obra sea posible de dirigir y ejecutar por un único responsable.

Los procesos propuestos son (Figura 06-10):

Figura 06-10: Procesos Propuestos

PRESUPUESTO POR PROCESOS				
Nro	Descripcion	Und	Metrado	Costo (S/.)
1	Generales	glb	1.00	349,012.89
2	Trazo	m2	2,804.60	6,085.98
3	Excavación	m3	11,861.09	216,919.13
4	Concreto Simple	m3	3,868.90	291,997.66
5	Concreto Estructural	m3	2,813.44	790,189.57
6	Acero	kg	234,951.47	1,099,572.89
7	Encofrados	m2	18,997.08	711,577.79
8	Instalaciones Eléctricas	glb	1.00	388,389.47
9	Instalaciones Sanitarias	glb	1.00	563,238.46
10	Albañilería	m2	52,327.97	790,909.31
11	Tarrajeo	m2	54,245.84	1,013,107.49
12	Pintura	m2	29,170.83	215,552.36
13	Pisos	m2	5,621.74	320,721.24
14	Contrazócalo	ml	5,600.81	73,296.69
15	Carpintería de Madera	und	774.00	572,564.09
16	Carpintería Metálica	und	3,024.87	143,215.02
17	Vidrios	m2	1,741.52	375,991.84
18	Aparatos Sanitarios	pz	1,664.00	186,222.65
19	Varios	glb	3,906.35	396,202.06
20	Equipamiento	glb	1.00	81,649.50
<b>Total</b>				<b>S/. 8,586,416.11</b>

Fuente: Elaboración Propia.

A partir de ese instante los agrupamientos se denominan PROCESOS y sus elementos componentes SUB-PROCESOS:

b) Se construye la Cadena de Producción del Proyecto en su totalidad y se identifican las operaciones que se desarrollarán (Ejm. Encofrar Columnas, Armar Acero de Refuerzo, Tarrajeo de Muros de Albañilería), los pasos a seguir son:

- Definición de las operaciones constructivas principales y secundarias.

Se deberá tomar en cuenta las partidas críticas de la obra (Figura 06-11) las cuales general mayor gasto o de no ser desarrolladas correctamente generarían mayor pérdida a la obra.

Figura 06-11:

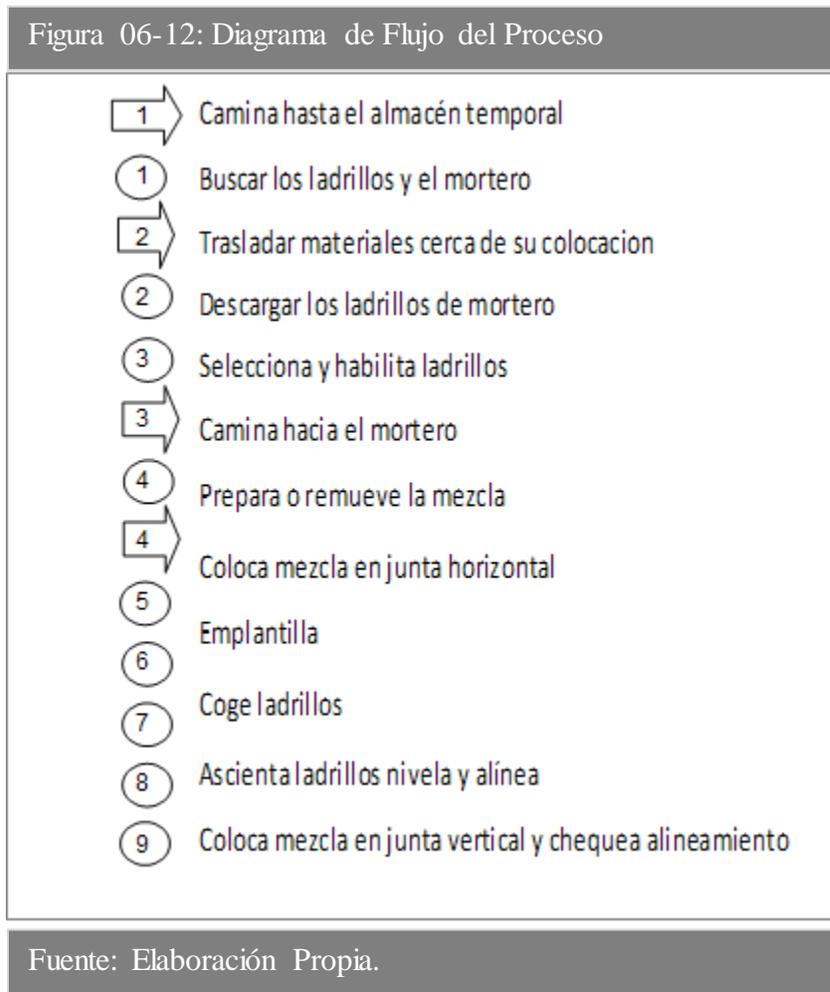
PRESUPUESTO POR PROCESOS				
Nro	Descripción	Und	Metrado	Costo (S/.)
1	Generales	glb	1.00	349,012.89
2	Trazo	m2	2,804.60	6,085.98
3	Excavación	m3	11,861.09	216,919.13
4	Concreto Simple	m3	3,868.90	291,997.66
5	Concreto Estructural	m3	2,813.44	790,189.57
6	Acero	kg	234,951.47	1,099,572.89
7	Encofrados	m2	18,997.08	711,577.79
8	Instalaciones Eléctricas	glb	1.00	388,389.47
9	Instalaciones Sanitarias	glb	1.00	563,238.46
10	Albañilería	m2	52,327.97	790,909.31
11	Tarrajeo	m2	54,245.84	1,013,107.49
12	Pintura	m2	29,170.83	215,552.36
13	Pisos	m2	5,621.74	320,721.24
14	Contrazócalo	ml	5,600.81	73,296.69
15	Carpintería de Madera	und	774.00	572,564.09
16	Carpintería Metálica	und	3,024.87	143,215.02
17	Vidrios	m2	1,741.52	375,991.84
18	Aparatos Sanitarios	pz	1,664.00	186,222.65
19	Varios	glb	3,906.35	396,202.06
20	Equipamiento	glb	1.00	81,649.50
<b>Total</b>				<b>S/. 8,586,416.11</b>

Fuente: Elaboración Propia.

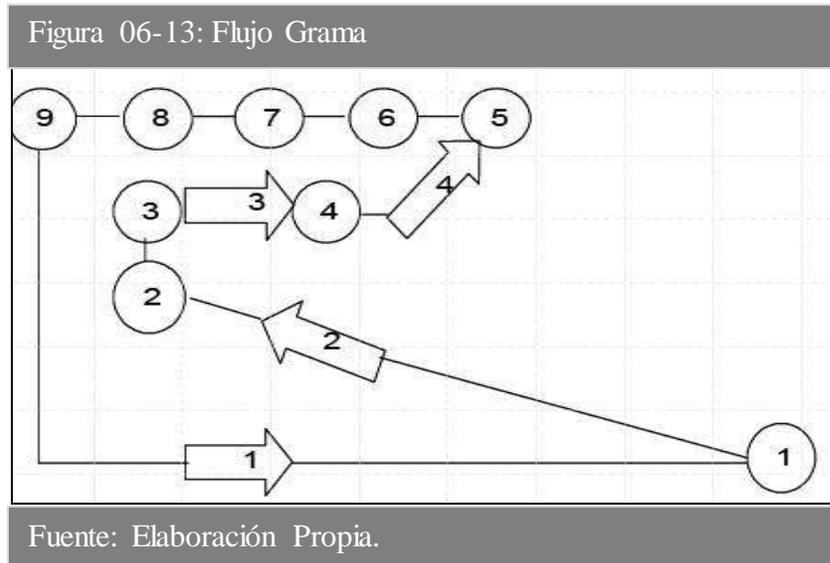
c) Definición de la cadena de producción con todas las sub-cadenas que integran la totalidad del proyecto.

Ejemplo: Figura 06-12, Asentado de Ladrillos.

- Diagrama de Flujo



- Flujo Grama (Figura 06-13):

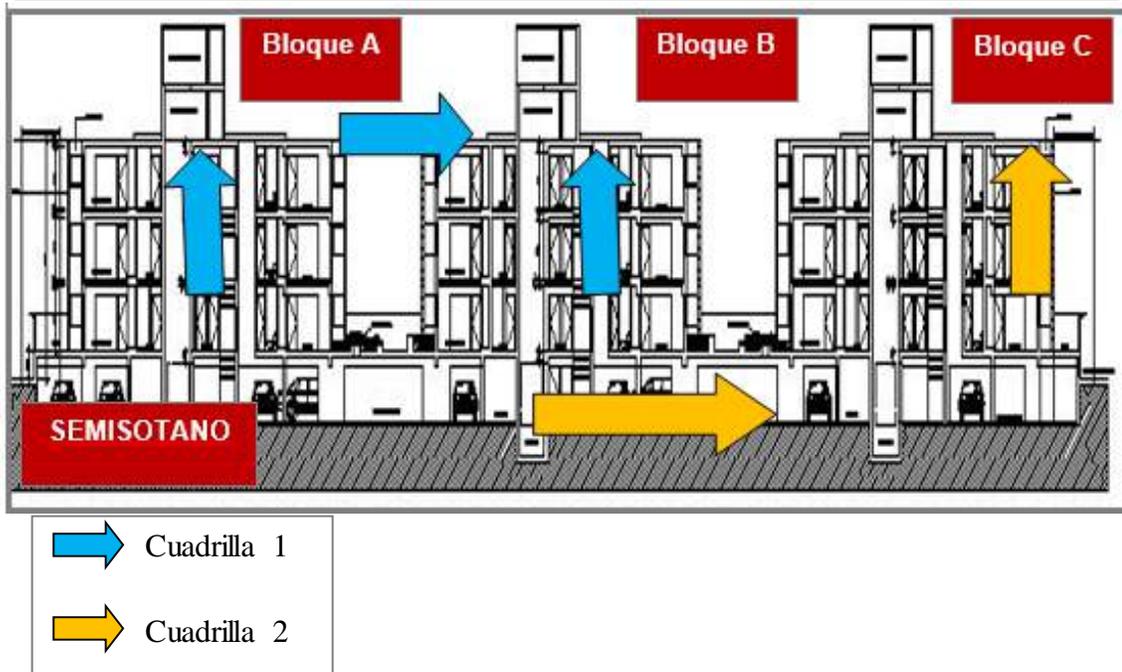


d) Se elabora una adecuada estrategia de cuadrillas para poder aprovechar al máximo el tiempo y los recursos presentados.

Estrategia de Cuadrillas:

Para desarrollar del proyecto “A” se considerarán 02 cuadrillas generales en la etapa de estructuras (Figura 06-14). Una que desarrolle las etapas del semisótano y del edificio “C”; y otra el edificio “A” y “B”, de esta manera los trabajos de estructuras tendrán un avance progresivo.

Figura 06-14: Flujograma



Fuente: Elaboración Propia.

e) Estimar el cronograma inicial considerando los días útiles:

- Como un mes = 30 días calendario/25 días útiles, luego Factor de Conversión de días Calendarios a días útiles = 1.20

Entonces, los 180 días calendario se convierten en  $180/1.20 = 150$  días útiles.

- Determinar el buffer o amortiguador de plazo del proyecto.

Nunca debe programarse “al filo de la navaja”, sino debe considerarse un colchón o amortiguador de plazo (Goldratt).

Para efectos prácticos en construcción, fijamos el buffer definiendo un rango:

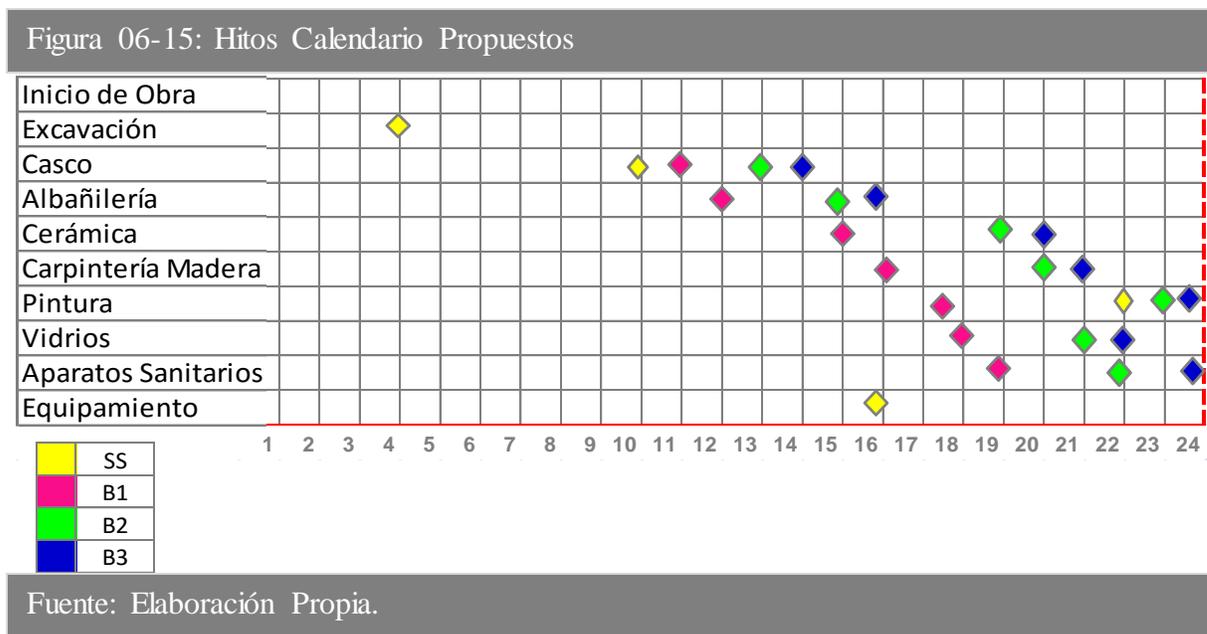
20% de 150 = 30 du (días útiles)

De esta manera en el cronograma a desarrollarse se está tomando en cuenta como una semana completa de lunes a viernes (sin contar los sábados) ya que los días sábados se tomarán como un *colchón de tiempo* para los atrasos existentes en obra semana a semana, de esta manera si existiera algún retraso inesperado se podrá subsanar en el buffer de producción sin verse afectado el plazo de la obra.

Así mismo de deberá determinar los hitos y fechas límites o Hitos Calendario de los principales procesos de obra para poder llevar el adecuado control de avance antes que suceda un imprevisto.

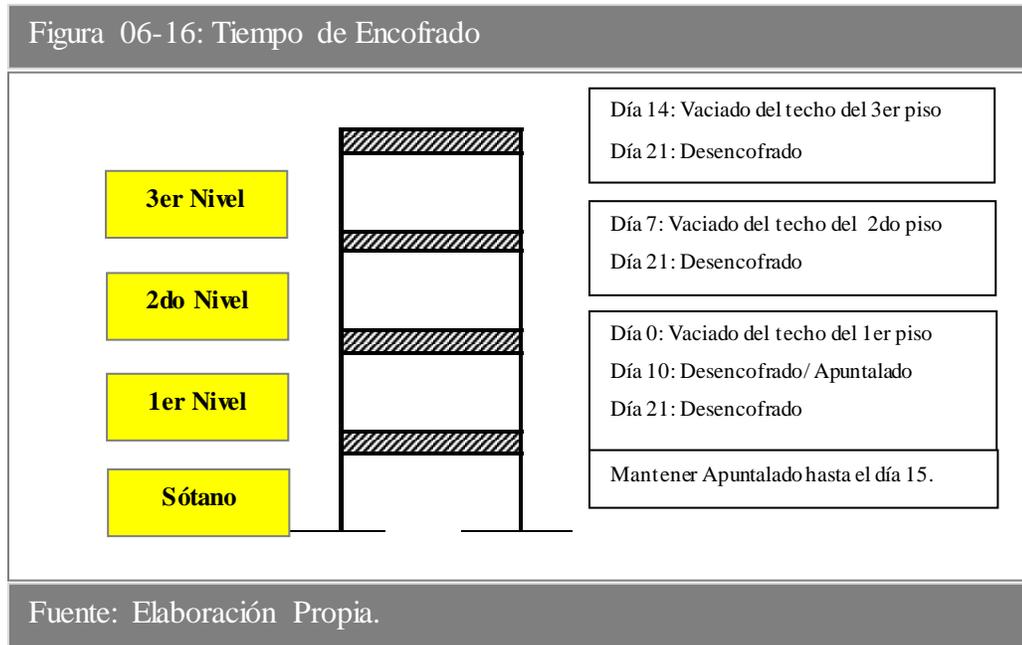
En el Anexo II adjuntamos el cronograma propuesto.

El criterio para definirlos debe ser cumplir el plazo contractual, cumplir los hitos del cliente (Figura 06-15) y reducir el plazo de ejecución.



f) Determinación de las esperas técnicas: Es el tiempo mínimo que debe transcurrir para que un *proceso cliente* trabaje en una estación de trabajo determinada después que lo ha hecho su proceso servidor. La relación es *start to start*.

Tal es el caso del encofrado de losa (Figura 06-16) al cual no se tomó en cuenta el tiempo de espera por cada losa.



g) Estimados de los metrados de acuerdo a la sectorización, Figura 06-17:

## SÓTANO

**Figura 06-17: Metrado Estimado - Sótano**

Sotano	Bloque 1			Bloque 2			Bloque 3		
	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 1	Sector 2	Sector 3
Acero(kg)	2,350	2,280	2,300	2,154	2,105	2,095	2,010	2,134	1,760
Encofrado Vert (m2)	527	534	542	539	531	546	524	529	541
Encofrado Horizontal (m2)	1,295	1,289	1,294	1,282	1,289	1,281	1,288	1,293	1,290
Concreto Vertical (m3)	21	18	22	21	18	18	19	17	20
Concreto Horizontal (m3)	36	34	37	35	37	35	32	30	34

Fuente: Elaboración Propia

---

## PISO TÍPICO

El que las áreas de cada sector sean similares facilita realizar los pedidos de materiales, llevar al día las valorizaciones de obra y controlar el rendimiento en la mano de obra.

Los metrados de la Figura 06-18, son los que pertenecen a cada sector según la partida.

Figura 06-18: Metrado Estimado -Niveles					
Pisos Tipicos	Sector 1	Sector 2	Sector 3	Sector 4	Sector 5
Acero(kg)	11,731	11,716	11,831	5,866	5,907
Encofrado Vert (m2)	1,200	1,191	1,210	603	612
Encofrado Horizontal (m2)	2,899	2,830	2,950	1,325	1,593
Concreto Vertical (m3)	45	41	45	24	22
Concreto Horizontal (m3)	80	75	80	37	41

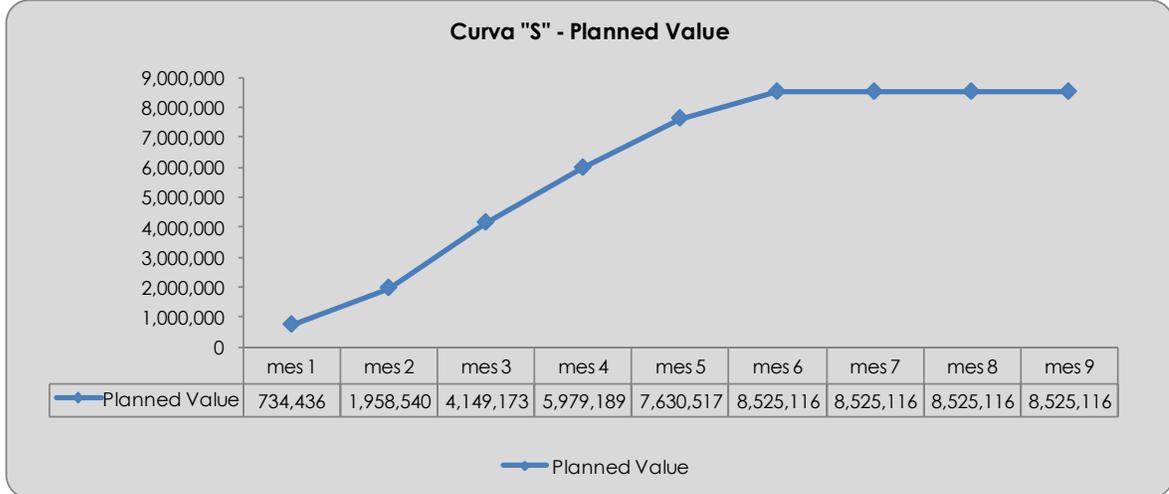
Fuente: Elaboración Propia

### h) Estimación de Costos:

Consiste en desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades, la exactitud de la estimación del costo de obra aumenta conforme el proyecto avanza.

Además de tomar en cuenta los costos totales generados en obra se deberá asignar un costo por inflación y por contingencia, ya que los precios de los materiales no son estables (alza del acero 2009 -2010) y es necesario cuantificar los posibles riesgos durante la construcción para que estos no afecten económicamente los avances en obra (Figura 06-19)

Figura 06-19: Metrado Estimado -Niveles



Fuente: Elaboración Propia

i) **Elaboración del Presupuesto:**

Consiste en sumar todos los costos estimados de las actividades incluyendo las reservas de gestión y contingencia.

De esta manera se generará la *Cursa "S"* (costo vs tiempo)

## 6.4. CONTROL

**a) Control de Tiempo:** Se monitoreará el estado del proyecto, actualizando el avance del mismo y gestionar cambios en el cronograma inicial.

Para poder llevar un adecuado control de tiempo se realizarán revisiones de desempeño, en las cuales se medirá, comparará y analizará el desempeño de cronograma inicial con respecto a las fechas reales, porcentaje de avance y las duraciones restantes.

---

De esta manera se determinará las causas y el grado de variación en el cronograma para determinar las acciones correctivas que se requieran.

Para poder llevar el control de los avances en obra se deberán establecer:

- Los hitos calendario para poder controlar los tiempos y llegar a las metas definidas para la culminación de la obra.
- El uso del *Lookahead Proyectado* (Figura 06-20) es otra herramienta que se propone.

El lookahead que se manejará en la obra actualizando la información cada semana, por lo que se puede apreciar que en cada semana de análisis se iniciaría una nueva programación. Esta es una programación detallada en donde se ven todos los procesos secuenciados y en donde se indica que parte de cada proceso se va a elaborar cada día.

Adicionalmente se hace un análisis de restricciones y de recursos para saber las actividades y recursos que se necesitan tener o culminar antes del inicio de cada proceso. Este *lookahead* es de 24 semanas bajo un horario de lunes a viernes, ya que se está considerando los días sábado como buffer de tiempo.

**Ejemplo:**

Figura 06-20: Control de Avance Semanal

Semana 09										
Descripción	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
<b>Obras Exteriores</b>										
Obras Exteriores	QEX	OK	QEX	OK	QEX	OK	QEX	OK	QEX	OK
<b>Semisótano - Sector 7 y 8</b>										
Colocación de Concreto en zapatas y rítmientos	SS / 57	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK
Acero de columnas y placas	SS / 57	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK
II.SS y II.EE	SS / 57	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK
Encofrado de verticales	SS / 57	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK
Concreto de verticales	SS / 56	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK
Encofrado de techos	SS / 56	OK	SS / 57	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK
Colocación de viguetas	SS / 56	OK	SS / 57	OK	SS / 57	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK
Acero en losa	SS / 56	OK	SS / 57	OK	SS / 57	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK
Instalaciones en losa	SS / 56	OK	SS / 57	OK	SS / 57	OK	SS / 58	OK	SS / 58	OK
Concreto en losa aligerada	SS / 56	OK	SS / 57	OK	SS / 57	OK	SS / 57	OK	SS / 58	OK
<b>Semisótano - Sector 1, 2 y 3</b>										
Tarrajeo Muros	SS / 51	OK	SS / 51	OK	SS / 51	OK	SS / 52	OK	SS / 53	OK
<b>Bloque A - Sector 1, 2 y 3 ( 1º nivel)</b>										
Asentado de ladrillo			P1 / 51	OK	P1 / 51	OK	P1 / 52		P1 / 53	OK
II.SS y II.EE					P1 / 51	OK	P1 / 52		P1 / 53	OK
<b>Bloque A - Sector 5 ( 2º nivel)</b>										
Encofrado de verticales										
Concreto de verticales										
Habilitación de acero en losa e instalaciones										
Encofrado de losa										
Colocación de concreto de elementos horizontales.										
Habilitación de acero y encofrado de elementos verticales	P2 / 55	OK								
<b>Bloque A - Sector 1, 2, 3 y 4 ( 3º nivel)</b>										
Concreto de verticales	P3 / 51	OK								
Habilitación de acero en losa e instalaciones	P3 / 52	OK	P3 / 51	OK						
Encofrado de losa	P3 / 53	OK	P3 / 52	OK	P3 / 51	OK				
Colocación de concreto de elementos horizontales.	P3 / 54	OK	P3 / 53	OK	P3 / 52	OK	P3 / 51	OK		
Habilitación de acero y encofrado de elementos verticales		OK	P3 / 54	OK	P3 / 53	OK	P3 / 52	OK	P3 / 53	OK

OK	Actividad realizada de acuerdo al LookAhead
X	Actividad retrasada de acuerdo al LookAhead

Fuente: Elaboración Propia

El lookahead mostrado es de la *semana número 09* en la cual de acuerdo al cronograma propuesto se tendría que realizar los trabajos en el casco del semisótano (sector 7 y 8) y en el casco del bloque A (sector 1, 2,3 y 4) básicamente.

---

Como se puede apreciar el control de avances debe ser diario o semanal realizando un seguimiento minucioso de los procedimientos constructivos en cada proceso a desarrollarse día a día.

De esta manera si se detecta algún atraso en la semana se podrá subsanar con el buffer de tiempo estimado, de lo contrario se reprogramará la obra adecuadamente para que no afecte la fecha de culminación final.

#### **b) Control de Costos:**

Se deberá monitorear el estado de la obra con el cual se actualiza el presupuesto y se gestionarán los cambios en el presupuesto inicial.

De la misma manera realizando fechas de corte periódicamente se podrá estimar proyecciones en los saldos pendientes para culminar la obra.

#### **c) Control en Obra:**

El control de la obra es el proceso por el que se da seguimiento al estado del proyecto respecto al tiempo, costo y calidad para poder actualizar el avance y gestionar cambios.

Se analiza la composición, variación y tendencia de los costos de todos los rubros que conforman el costo total de un proceso, tales como: hh, materiales, equipos, subcontratos, supervisión y gastos generales.

Reporte de la composición del tiempo de trabajo.

Se reporta:

- TP: Tiempo productivo.
- TC: Tiempo contributorio.
- TNC: Tiempo no contributorio.

---

Se reporta las causas del TC y del TNC (aplicación de la teoría efecto-causa-efecto). Este reporte se acompaña con la variación y la tendencia de TP, TC y TNC.

Las actividades que se tomarán como ejemplo práctico son las siguientes:

- Encofrado Vertical
- Muros de Albañilería
- Tarrajeo de muros interiores
- Concreto

En las cuales desarrollarán propuesta de mejora las cuales disminuirán considerablemente las pérdidas de tiempo, costo y calidad en el “Edificio Raygada”

#### **6.4.1. PROPUESTA DE MEJORAS – ENCOFRADO VERTICAL :**

##### **Encofrado Vertical:**

De acuerdo a los resultados obtenidos, se proponen las siguientes mejoras en los respectivos inconvenientes que se presentaron:

##### **Esperas:**

Para disminuir esta actividad, se habilitó para que todas las herramientas e insumos a utilizar estén al pie de la zona de trabajo. Para esto se hizo un check list de la cantidad y tipo de insumos que necesitaba

Con referencia a los problemas presentados en el armado de fierro. Se conversó con la persona encargada de calidad de revisar el lote de entrega de fierro de las columnas a los encofradores, ya

---

que anteriormente solo lo hacían de manera aleatoria y se tenía más énfasis en los elementos horizontales

### **Caminando:**

Los encofradores se desplazan en su mayoría buscando herramientas e insumos para esto van al almacén y las zonas donde se está encofrando elementos horizontales, que es el mayor volumen de encofrado y cuadrillas viene trabajando.

La medida que se tomó es entregar a la cuadrilla las herramientas necesarias a pie de la zona de trabajo.

Por otra parte en lo referente al trabajo contributivo se mejoraron los siguientes aspectos.

- **Clasificación de Módulos de Encofrado:**

Los módulos que componen el encofrado de cada elemento son clasificados previamente por tipo y ubicación.

- **Traslado de Módulo Armado a Elementos Similares:**

Con el uso de la torre grúa se trasladarán los módulos armados de su ubicación inicial a su ubicación nueva.

- **Prever Anclajes para Apuntalamiento:**

Se dejaron alambres durante el vaciado de losas aligeradas para facilitar el apuntalamiento del encofrado de columnas.

De esta manera se propone el siguiente procedimiento constructivo el cual podría mejorar considerablemente los tiempos de encofrado.

---

## **Procedimiento Propuesto Encofrado Vertical**

- El jefe de cuadrilla verifica que todos lleguen a su posición de trabajo con todo el equipo y herramientas necesarias (alambre, martillos saca tensores, pasadores, grapas etc.).
- Retiran los alineadores, tensores y puntales de ambas caras y se ordenan los paneles y accesorios en forma segura.
- Una vez inclinadas las planchas se raspan las caras de contacto con espátula y se aplica el desmoldante correspondiente con rodillo.
- Trasladar paneles armados con el uso de grúa.
- Verificar las orejas de izamiento y se izan los paneles.
- Recibir los paneles, se colocan en el trazo, se pasan tensores y aseguran alineadores, según planos de encofrado.
- Se verifican aplomes.
- Se limpia la zona de trabajo.
- Se colocan topes de columnas según trazo y ganchos en losa de concreto para el trabajo del día siguiente.

## IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MEJORA (EJEMPLO)

Clasificación de Módulos de Encofrado (Figura 06-21,06-22,06-23,06-24)

Figura 06-21: Apilado transporte seleccionando planchas



Fuente: Proyecto Breña

Figura 06-22: Traslado de Módulo Armado a Elementos Similares



Fuente: Proyecto Breña

Figura 06-23: Prever anclajes para apuntalamiento



Fuente: Proyecto Breña

Figura 06-24: Colocación de mechas



Fuente: Proyecto Breña

---

## **6.4.2. MUROS DE ALBAÑILERÍA:**

De acuerdo a los resultados se observó lo siguiente:

Las pérdidas por viajes y transporte permiten reducir a la cuadrilla de soporte de 05 personas a 03 personas, para mejorar los resultados obtenidos.

### **PROCEDIMIENTO ADECUADO:**

- **Emplantillado:**

La superficie de la cimentación donde se asentarán las primeras hiladas debe encontrarse nivelada y rayada, lo cual se deberá realizar mientras el concreto del cimiento aún este fresco.

Inmediatamente antes del emplantillado, se debe limpiar con agua cualquier suciedad, dejando la superficie seca antes de aplicar el mortero.

El emplantillado se comienza con el asentado de las esquinas, los ladrillos deberán estar alineados y nivelados. Luego se asientan los bloques intermedios alineándolos con un cordel guiado por los ladrillos de las esquinas.

- **Colocación de ladrillos:**

Las unidades de albañilería deben ser previamente humedecidas pero deben encontrarse superficialmente secas y limpias, de encontrarse sucias o con polvo deben limpiarse con el escobillón.

El tipo de cemento a usar para la preparación del mortero es cemento tipo I.

A cada albañil se le debe servir, en su bandeja, mortero previamente preparado. El mortero se debe preparar en cantidades de acuerdo al avance de la construcción de los muros.

En las juntas horizontales se aplica el mortero sobre la hilada inferior cubriendo todo su espesor.

---

Para la junta vertical, previamente al asentado, se debe aplicar el mortero en los extremos de los ladrillos a ser pegados.

El espesor de las juntas debe ser de 10 mm. como mínimo y 20 mm. máximo.

- **Construcción del muro:**

La construcción del muro deberá estar a plomo y en línea, se comienza con las maestras que deben nivelarse y aplomarse con el nivel de 1.20m. El “escantillado” se verifica con la wincha.

Luego se colocan los ladrillos intermedios hilada por hilada alineándolos con el cordel, guiados por las maestras.

No se debe asentar más de 1.20 m. de altura de muro de soga en una jornada de trabajo. Antes de comenzar la siguiente jornada se debe limpiar con el escobillón la cara superior de la última hilada asentada en la primera jornada.

### **6.4.3. TARRAJEO DE MUROS INTERIORES:**

Con la finalidad de aumentar la productividad en obra y disminuir la variabilidad, se podría recomendar que se designe a un solo trabajador para la realización de la mezcla (Figura 06-25) distribuyendo el mortero en varias bateas pequeñas, con la finalidad que el personal designado al tarrajeo de los muros disminuya los trabajos sin valor agregado.

Figura 06-25: Trabajos de mezcla



Trabajador destina para  
la preparación de la  
mezcla

Fuente: Proyecto San Miguel

De esta manera podremos apreciar que el trabajador encargado del tarrajeo es más productivo ya que su tiempo de trabajo es más útil por lo que realiza más metros cuadrados de muro tarrajeado, tal como lo indicamos en los cuadros adjuntos (Figura 6-26, 06-27)

Productividad: 25 m<sup>2</sup> /día

Figura 06 -26 : Productividad Estimada				
Tarrajeo acabado en interiores con pañeteo previo, espesor 1.5 cm mz.1:5 -Rendimiento 25 m <sup>2</sup> /D				
Descripcion	Cuadrilla	Cantidad	Precio	S/.
Capataz	0.1	0.036	19.14	0.70
Operario	2	0.855	13.90	11.88
<b>Total</b>				<b>12.58</b>
<b>Materiales ( 1:5)</b>				
Cemento (bls)		0.0218	32	0.70
Arena Fina (m3)		0.1617	13.87	2.24
Madera Tornillo		0.58	3.7	2.15
<b>Total</b>				<b>5.09</b>
<b>Equipo</b>				
<del>Herramientas Manuales</del>		<del>0.03</del>	<del>13.15</del>	<del>0.39</del>
Mezcladora 12p3	1	0.32	6.25	2.00
<b>Total</b>				<b>2.39</b>
<b>Costo por m2</b>				<b>20.06</b>
Fuente: Elaboración Propia.				

Figura 06 - 27: Productividad Estimada vs		
Productividad	Tarrajeo	Costo
Estimada	25 m <sup>2</sup> /d	20.06
Real	22 m <sup>2</sup> /d	20.63
Fuente: Elaboración Propia.		

---

#### 6.4.4. CONCRETO DE OBRA

En el análisis realizado podemos determinar 3 tipos de restricciones que se puedan dar, tales como:

- 1) Restricciones Físicas si el factor que limita es tangible como maquinarias o la mano de obra.
- 2) Restricciones Políticas si alguna costumbre o norma de la empresa van en contra de la productividad.
- 3) Restricciones Externas, si la limitación se debe a factores externos de la empresa como proveedores.

La restricción desarrollado en el ejemplo es una restricción física y la primera alternativa para eliminar la restricción sería reemplazar la mezcladora por una de mayor capacidad y de tal manera descargar el doble de materiales en cada tanda de trabajo, duplicando la velocidad de mezclado. De esa manera se habría explotado el cuello de botella; sin embargo no se debería tomar como primera opción el remplazo de la mezcladora ya que las empresas constructoras no solucionan sus inconvenientes comprando nuevas máquinas todo lo contrario usan los mismos equipos y los aprovechan al máximo.

Por tal motivo el paso adecuado sería ***SUBORDINAR EL SISTEMA*** el cual consiste en subordinar las demás actividades al ritmo del mezclado de concreto. Dicha actividad nos hace entender que no mejoraríamos la productividad incorporando nuevos equipos o haciendo que las cuadrillas trabajen más rápido; esto iría en contra de la productividad.

Los planteamientos de mejora deben estar dirigidos a disminuir la velocidad aguas

arriba y aguas abajo del cuello de botella, para lo cual es muy útil elaborar una ***Carta de Balance*** ( Anexo XI) , con esta carta fue fácil sustentar que en la cuadrilla de alimentadores se podría prescindir del encargado de abastecer el cemento, igualmente si en la cuadrilla de transporte se disponía de un buggy adicional y se delegaba a un obrero la tarea de recepcionar la descarga y el acomodo de estos buguies, se evitaría la constante espera, pudiendo también prescindir de uno de ellos.

Al nivelar el sistema y disminuir la velocidad promedio de todas las actividades, entonces se podrá indicar que se ha optimizado nuestra productividad.

El siguiente y último paso sería **ELEVAR LA NUEVA RESTRICCIÓN** ya que al nivelar las velocidades de las actividades hemos logrado un aumento de productividad, sin embargo la filosofía de la Mejora Continua no nos permite conformarnos con solo la subordinación del sistema sino el mejorar, supongamos que finalmente se alquila un equipo de mezclado con mayor capacidad. Al efectuar este cambio, podremos ver que el tiempo de mezclado aumenta ligeramente, sin embargo el tiempo del carguío de la piedra se duplica, convirtiéndose ahora en el nuevo cuello de botella. Aquí llegamos al punto donde tenemos nuevamente que explotar esta nueva restricción.

Ejemplo:

Se tomó la siguiente información (Figura 06-28) de una construcción similar a la que se está analizando, ya que para realizar el caso práctico de mejora sería más didáctico el apreciar los beneficios obtenidos.

De los datos obtenidos en el Anexo XI obtenemos la siguiente información al mejorar y subordinar las partidas, tal como se planteó inicialmente.

Figura 06 -28 : Elevar la Restricción

TRABAJOS DE CONCRETO					
Descripcion	Abastecimiento	Mezclado	Vibrado	Colocacion	Reglado
Cuadrilla de Concreto / Hora	39%	43%	47%	33%	33%

  
**Mejorar**

Fuente: Elaboración Propia.

Es así que en base a los principios de *mejora continua* tendremos una nueva restricción como lo es la partida de colocación de concreto.

---

# CAPÍTULO VII:

## CONCLUSIÓN DE RESULTADOS Y PROCEDIMIENTO PROPUESTO.

En este capítulo realizaremos una comparación entre el planteamiento trabajado en el “Edificio Raygada” y las propuestas que establece esta tesis para cada etapa de la obra, de esta manera podremos constatar los ahorros de tiempo y dinero que se producen.

Así mismo se planteará un procedimiento a seguir para las diversas obras de edificación en el cual se incluirá la base teórica indicada en los capítulos anteriores.

### **7. CONCLUSIÓN DE RESULTADOS**

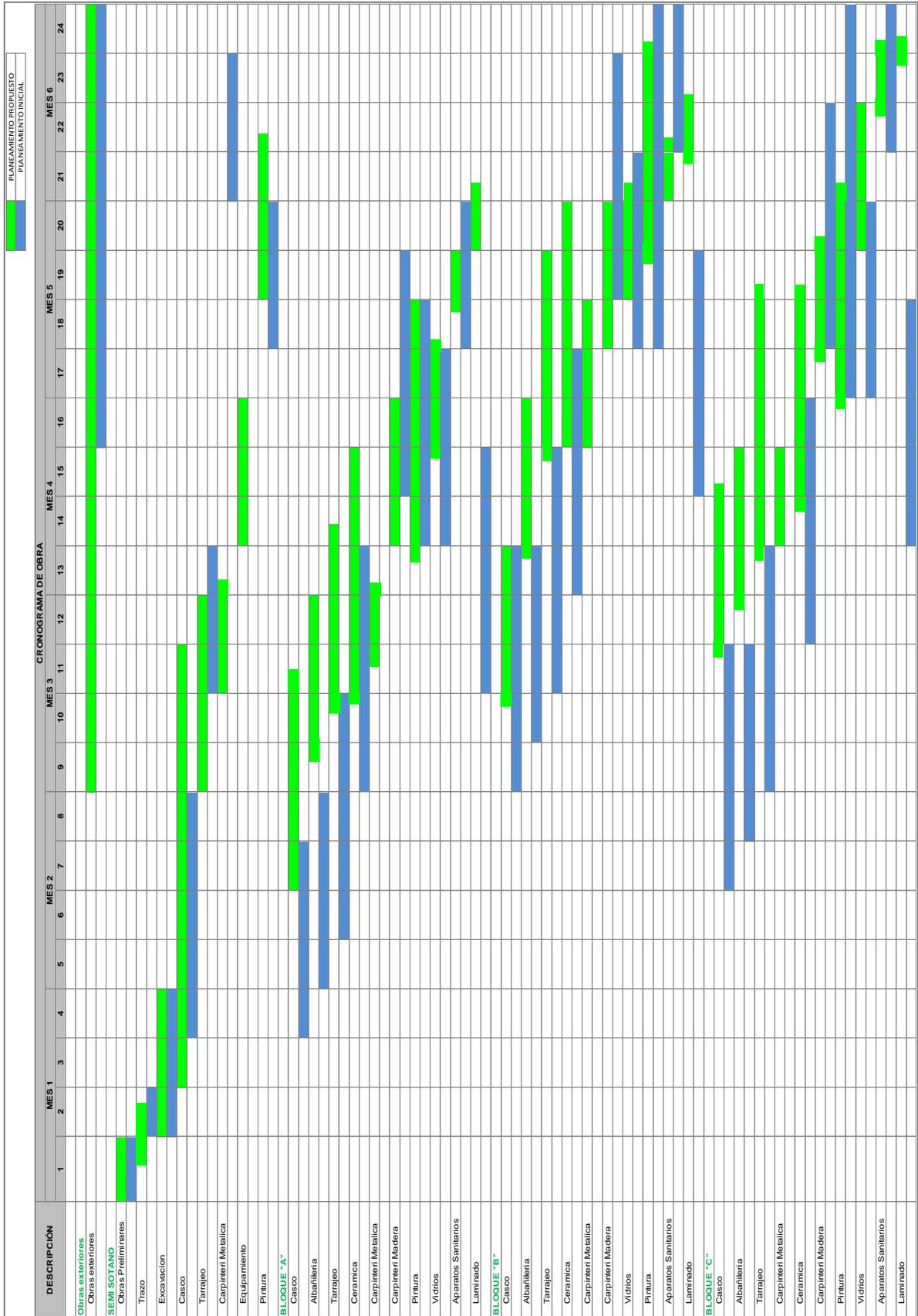
En los capítulos anteriores se han planteado los principales inconvenientes que se presentaron en obra, así como las propuestas de mejorar en las áreas de planeamiento, estimación de tiempo y control en obra que se pudo realizar en el “Edificio Raygada”.

De esta manera se indicarán las diferencias más resaltantes entre los trabajos realizados y las propuestas de mejora en los trabajos de obra lo cual nos llevará finalmente a determinar el ahorro económico y de tiempo que se pudo obtener de haber realizado los trabajos en obra con un adecuado procedimiento.

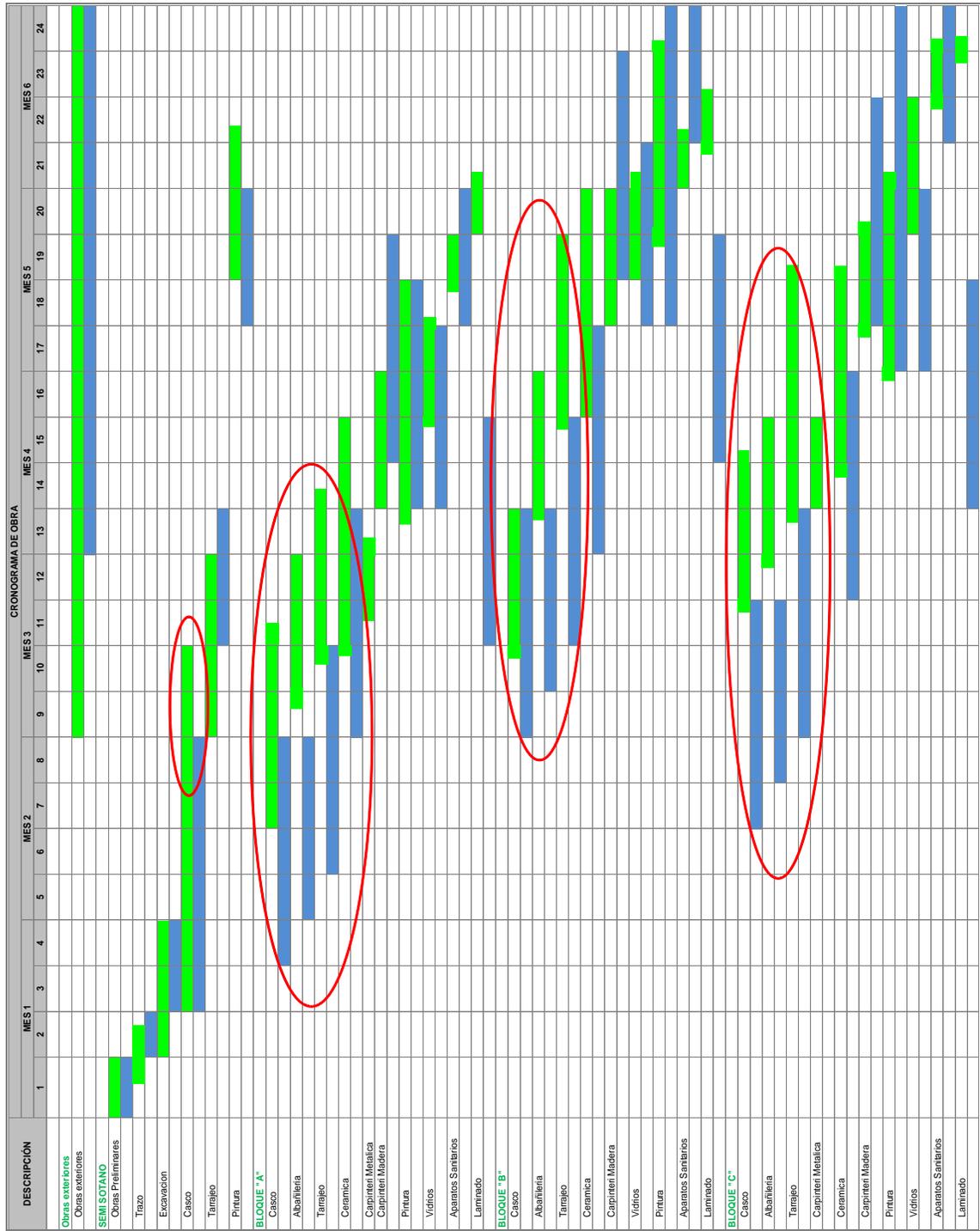
#### **7.1. INICIACIÓN DE PLANIFICACIÓN GENERAL:**

En el planeamiento inicial del proyecto no se consideró básicamente una adecuada estimación de tiempos en las partidas, tiempos de espera, holgura por si sucediera algún imprevisto.

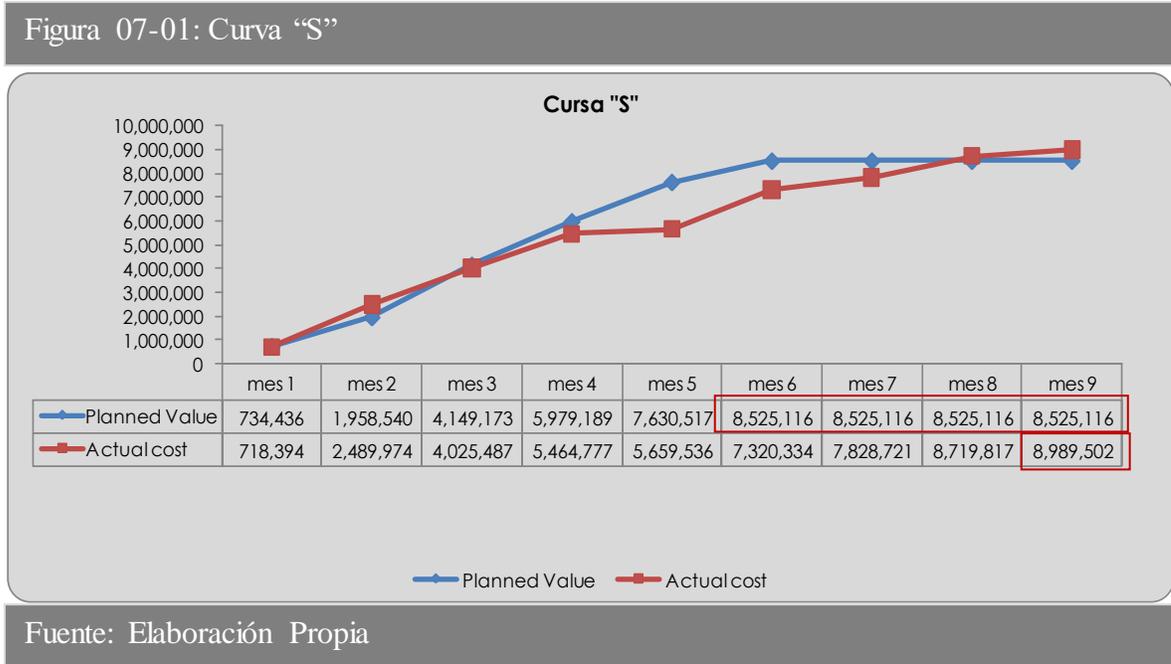
A continuación se muestra una comparación del cronograma de obra inicial (azul) y el cronograma propuesto en la tesis (verde).



Del gráfico anterior podemos detectar los recursos más críticos que se desarrollaron en obra, tal como se indica:



Es de esta manera luego de lo desarrollado en el Capítulo V determinando las debilidades y carencias del proyecto podremos realizar un comparativo económico entre el valor planeado y los costos reales del proyecto, tal como se indican en la Figura 07-01.



De esta manera se indica que el precio base estimado fue de S/8'525,116.00 (contrato a suma alzada) y el costo final real (sin considerar adicionales) fue de S/8'989,502.00 generando una utilidad de S/686,913.00, Figura 07-03.

Sin embargo como los trabajos en obra aumentaron en S/464,386.00 las utilidades se redujeron en S/ 222,527.00 equivalente a un 67.60% del valor total (Figura 07-02), lo cual es un porcentaje considerable el cual pudo evitarse con una adecuada planificación y control de los trabajos en obra.

**Figura 07-02: Utilidades**

Descripción	Base	Final	Variación
<b>Utilidades</b>	S/. 686,913.00	S/. 222,527.00	S/. 464,386.00
<b>%</b>	100.00%	32.40%	67.60%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 07-03: Resultado Operativo

Descripción	Presupuesto Base	Presupuesto Planeado	Costo Real	Variación
<b>Obras Provisionales</b>	<b>S/. 352,563.00</b>	<b>S/. 352,563.00</b>	<b>S/. 468,709.00</b>	<b>S/. 116,146.00</b>
Instalaciones Provisionales	S/. 291,599.00	S/. 291,599.00	S/. 344,630.00	S/. 53,031.00
Obras Preliminares	S/. 60,964.00	S/. 60,964.00	S/. 124,079.00	S/. 63,115.00
<b>Edificios</b>	<b>S/. 8,172,553.00</b>	<b>S/. 8,172,553.00</b>	<b>S/. 8,520,793.00</b>	<b>S/. 348,240.00</b>
Movimiento de Tierras	S/. 214,677.00	S/. 214,677.00	S/. 251,546.00	S/. 36,869.00
Estructuras	S/. 2,983,153.00	S/. 2,983,153.00	S/. 3,052,437.00	S/. 69,284.00
Arquitectura	S/. 3,948,822.00	S/. 3,948,822.00	S/. 4,202,678.00	S/. 253,856.00
Instalaciones	S/. 944,834.00	S/. 944,834.00	S/. 949,006.00	S/. 4,172.00
Equipamiento	S/. 81,067.00	S/. 81,067.00	S/. 65,126.00	-S/. 15,941.00
<b>Total Costo Directo</b>	<b>S/. 8,525,116.00</b>	<b>S/. 8,525,116.00</b>	<b>S/. 8,989,502.00</b>	<b>S/. 464,386.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 7.2. CONTROL DE OBRA

Se determina que si bien se puede realizar una adecuada planificación de la obra es tan o igual de importante tener un control del planificado para poder verificar que se cumpla con las indicaciones señaladas inicialmente.

En los Capítulos V se indicaron las principales actividades en las que la falta de control en los trabajadores y materiales sumó para el atraso y pérdida de dinero en la obra.

- Encofrado Vertical
- Muros de Albañilería
- Tarrajeo de muros interiores
- Concreto

Así mismo en el capítulo VI se propuso un plan de mejora en las actividades mencionadas las cuales optimizan el tiempo y calidad de la actividad a realizarse lo que genera una reducción en los porcentajes de tiempos NO CONTRIBUTORIOS transformándolos en CONTRIBUTORIOS O PRODUCTIVOS.

---

### 7.3. CONCLUSIONES FINALES

De la tesis elaborada podemos concluir que sin un adecuado planeamiento, ejecución y control en la obra no se podría obtener las expectativas iniciales del proyecto por lo que no se consideraría un proyecto exitoso ya que no cumpliría con el tiempo, costo y calidad requerida.

Con la culminación de esta tesis luego de todos los procedimientos planteados en los capítulos anteriores se está aportando un ***PROCEDIMIENTO PARA EL PLANEAMIENTO, EJECUCION Y CONTROL DE LAS OBRAS ORGANIZADAS POR PROCESOS (PEEC)*** el cual es un resumen para los trabajos en obra ya que los criterios de planificación, ejecución y control son los mismos en cualquier proyecto lo que varían son las actividades a realizarse.

Este documento podrá servir como una ayuda didáctica y clara para ingenieros jóvenes los cuales al salir de las universidades no conocen el procedimiento completo de una obra, ya que al iniciarse laboralmente su participación en la obra en puntual, ya sea en una actividad o labor determinada, así mismo los ingenieros con mayor trayectoria en su mayoría son expertos en una determinada etapa o proceso de la obra, es por eso que aunque se cuente los recursos humanos, de equipos y materiales ideales en obra no podría garantizarse el éxito del proyecto sin una adecuada Gerencia de Proyectos en la Construcción.

---

# PROCEDIMIENTO PARA EL PLANEAMIENTO, EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS ORGANIZADAS POR PROCESOS (PPEC)

## **1. DENIFIR EL PROPÓSITO.**

Establecer claramente los motivos por lo que se está realizando el proyecto de edificación.

## **2. ALCANCE DENIFIR EL PROPÓSITO.**

Determinar los entregables del proyecto, las pautas y la secuencia a seguir para el planeamiento, ejecución y medición de los proyectos organizados por procesos.

## **3. DESARROLLO DEL PROYECTO**

Nombrar los Jefes de Proyecto y el Jefe de Oficina Técnica, los cuales deberán revisar toda la documentación del proyecto (Planos, Especificaciones Técnicas, Contrato, Presupuesto) a fin de definir claramente:

- El alcance total del proyecto.
- Los hitos contractuales que existan.
- El plazo de Ejecución.
- Los riesgos y oportunidades que pueda brindar el proyecto.

---

## 4. DEFINICIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN:

a) Elaborar el W.B.S. del Proyecto (Work Breakdown Structure - Estructura de Descomposición del Trabajo), considerando el mayor detalle posible.

b) Formar la Cadena de Producción del Proyecto en su totalidad y se identifican las operaciones que se desarrollarán (Ej. Encofrar Columnas, Armar Acero de Refuerzo, Tarrajeo de Muros de Albañilería), de esta manera los pasos a seguir serían:

- Definición de las operaciones constructivas principales y secundarias.
- Definir de la cadena de producción y las sub-cadenas que integran la totalidad del proyecto.
- Determinación de las esperas técnicas.
- Señalar los Hitos Calendario, estos son definidos por el Jefe de Proyecto y el Jefe de la Oficina Técnica. El criterio para definirlos debe ser cumplir el plazo contractual, cumplir los hitos del cliente y reducir el plazo de ejecución.
- Determinación del tamaño del lote o el volumen de producción por unidad de tiempo que debe ejecutar un proceso o sub-proceso, considerando:
  - Que el lote sea el mínimo posible.
  - Que las limitaciones de carácter técnico se ajusten a las limitaciones del lote (Ej. En la ejecución de un muro, este se debe ajustarse el tamaño del lote y al espaciamiento de juntas especificado en el diseño)
  - Que puedan ser ejecutados en forma paralela e independiente.

c) Identificamos los recursos necesarios para cada proceso, tomando en cuenta una holgura de capacidad y tiempo, es decir, definiendo recursos que no tengan que emplearse al 100% de su

---

capacidad para cumplir con el lote especificado. La holgura de capacidad debe tomarse en cuenta los criterios siguientes:

- A los procesos clientes se deberá proporcionar mayor o igual holgura de capacidad que al proceso servidor, lo ayudaría en recuperar la producción ante algún imprevisto.
- Determinar el recurso crítico
- Definir el inicio y fin de cada operación

d) Las operaciones definidas se integrarán al W.B.S. del proyecto, definiéndose en cada intersección un sub-proceso.

e) A partir de ese instante los agrupamientos se denominan *PROCESOS* y sus elementos componentes *SUB-PROCESOS*

f) Luego de determinar los sub-proceso se agrupan considerando un responsable para cada agrupación, verificar que la ejecución sea continua (recursos relacionados).

g) El Jefe de Proyecto y el Jefe de Oficina Técnica designarán a los responsables de cada proceso los cuales se indicarán en el Organigrama, así mismo se determinarán los hitos calendarios que limitan el inicio y fin del proceso que se les asignará y el tiempo que se requerirá para planificar y preparar la ejecución de su proceso.

---

## **5. DEFINICIÓN DE LA DIRECCIÓN DE PROCESOS:**

- a) El Jefe de Oficina Técnica definirá las áreas con que contará el proyecto para que se pueda cumplir con el análisis y distribución de la información dentro de los plazos requeridos por el proyecto y definidos en la programación del mismo.
- b) El Administrador designado para el proyecto se encargará de satisfacer los requerimientos de la obra y en los plazos fijados por la programación del proyecto.
- c) El Jefe de Oficina Técnica y el Administrador deberán de coordinar el flujo de la información entre las dos áreas, ya que la información es tomada de las áreas de Compras, Almacén, Planillas y Caja de la administración para que la oficina técnica trabaje dicha información en el control de Costos.
- d) Se determinarán los planes de trabajo en función a sus requerimientos para las unidades de apoyo de Seguridad, Salud - Ambiente y Aseguramiento de la Calidad.

## **6. CONTROL DE COSTOS Y PRODUCCIÓN**

- a) Contando con la determinada la Cadena de Producción Total del Proyecto se determinarán los metrados correspondientes a cada sub-proceso, los metrados podrán ser ratios o supuestos ya que el proyecto no se encuentra totalmente definido, así mismo en un futuro el responsable en actualizar y/o corregir los metrados iniciales será el área de oficina.
- b) La programación del proyecto se desarrollara por el Responsables del área de Control de Costos y Planeamiento de la Oficina Técnica por el método de Cadena de Producción, definiendo los hitos de inicio y fin de cada sub-proceso, los lotes y los recursos que se emplearán. Esta operación de Planeamiento será asistida por los Responsables de cada Proceso y el Jefe de la Oficina Técnica.
- c) Luego de tener el planeamiento y determinación de recursos se indicará el costo meta de cada sub-proceso o proceso, dicha información se indicará en los informes de: Plan General de Obra y Plan Específico del Proceso; así mismo se generarán reportes de análisis de productividad, curva "S" de producción y el gráfico de control del ratio de productividad de cada sub-proceso o proceso.

Siendo responsabilidad del área de control de costos la actualización periódica de la misma.

- 
- d) El responsable del área de Control de Costos tendrá que determinar el flujo de la información referente a producción y consumo de recursos en campo y oficina técnica. La información será mantenida diariamente, puntual y confiable.
- e) Los reportes de productividad que se generen se realizarán por procesos y sub-procesos. Dicha información será emitida periódicamente hasta culminación del proyecto. Los puntos a considerarse en el reporte serán los recursos empleados en el proceso clasificados en rubros, el detalle del costo previsto actual, el costo acumulado anterior, el costo individual de las tres últimas semanas y el costo acumulado actual, así como, las producciones y los ratios de productividad respectivos.
- f) Al contar el responsable del área de control de costos con los reportes de productividad se encargará de distribuirlos a los responsables respectivos para su revisión y tendrá que organizar reuniones en las que deberán participar el responsable de procesos, el ingeniero de costos y el jefe de oficina técnica o el gerente de proyecto para analizar los resultados y definir las acciones a tomar para mejorar.
- g) El que las acciones correctivas se implementen en la obra será responsabilidad exclusiva del responsable en cada proceso.
- h) Se determinarán los saldos de costos en función de los ratios de productividad y los saldos de metrado por ejecutar.
- i) De esta manera el ingeniero de Control de Costos tendrá que generar y actualizar mensualmente el formato de Resultado Operativo por Procesos, respecto a los avances obtenidos y trabajos pendientes para informar al Directorio principal el estado de resultado.

---

## 7. PASOS PARA MEJORA CONTINUA

- a) Para la implementación de un Programa de Mejora Continua, es fundamental comprender que se debe seguir los siguientes pasos:

Concebir el Sistema:

- Meta Común.
- Cadena de Producción.
- Qué y Cómo medir.

- b) Organizar el proyecto por procesos, facilitando de esta manera la identificación y medición del logro, con lo cual se alienta la innovación.
- c) Practicar un liderazgo transformativo; un liderazgo que acreciente la autoridad y responsabilidad de quienes están más cerca del producto.
- d) Reducir la Variabilidad, aplicando los conceptos de: Lotes y Last Planner.
- e) Agregar valor, eliminando lo que no agrega valor, modificando los Procedimientos y luego los Procesos.
- f) Registrar el conocimiento (C) y experiencias (I) obtenidas.
- g) Utilizar C + I como base para los siguientes proyectos.

---

## BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS:

- Reglamento Nacional de Construcciones XVII edición, Perú.
- **Virgilio Guio**, Productividad en obras de Construcción - Diagnostico - Críticas y Propuestas, (2004)
- **William Glasser**, Control Theory Manager (2007)
- **Jhon Egan**, Rethinking Construction (2001)
- **Alarcón, Luis Fernando**, Lean Construction
- A.A. Balkema Publishers, Rotterdam – Netherlands (1997)
- **Alfredo Serpell**, Administración de Operaciones de Construcción.
- Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile (1993)
- **Domínguez Machuca, José Antonio**, Dirección de Operaciones
- Mc Graw – Hill / Interamericana de España S.A., Madrid – España, (1995)
- **Costo y Tiempo en Edificaciones**, tercera edición
- Limusa Editores. (México)
- Método de la Ruta Crítica y sus Aplicaciones a la Construcción.
- Limusa Editores. (México)
- Construction Productivity Measurement and Improvement. (Adrian – USA)

---

## ANEXOS

### ANEXO I: ENCOFRADO DE COLUMNAS

#### CALCULO DE NUMERO DE MUESTRAS

$$s = \sqrt{\frac{pq}{n}}$$

s:	desviación típica de la proporción
p:	% de funcionamiento
q:	% de pérdida
n:	número de observaciones

#### CONSIDERANDO:

Nivel de Confianza	95	%
Margen de Error	5	%

$$\begin{aligned} 2 s &= \varepsilon_a \\ 2 s &= 5 \\ s &= 2.5 \end{aligned}$$

p=	Trabajo Productivo + Trabajo Contributorio (% de Funcionamiento)
q=	Trabajo No Contributorio (% de Perdida)

Para los valores de p y q se pueden realizar observaciones previas y obtener valores porcentuales para p y q

O asumir valores que maximizan el numero de muestras:

p=	50	%
q=	50	%

#### RESOLVIENDO FORMULA:

NUMERO DE MUESTRAS

n=	400
----	-----

**ENCOFRADO DE COLUMNAS - MEDICION DE LA DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES**

**OBRA :**  
**FECHA:** FEBRERO 2011  
**PARTIDA:** ENCOFRADO DE COLUMNAS  
**HORA INICIO:** 8:45:00 a. m.  
**HORA TERMINO:** 10:24:00 a. m.  
**PERIODO:** 01 Minuto  
**NUMERO MUESTRAS:** 100  
**CUADRILLA:** 02 OP + 02 PE

LEYENDA TRABAJO NO CONTRIBUTORIO			
E	ESPERANDO	S	SSHH
C	CONVERSANDO	CM	CAMINANDO
D	DESCANSANDO	O	OTROS

Nro	HORA	TP	TC	TNC						TOTAL CUADRILLA
				E	C	D	S	CM	O	
1	8:45:00	2	1						1	4
2	8:46:00	3							1	4
3	8:47:00	2	1						1	4
4	8:48:00	3							1	4
5	8:49:00	1	2						1	4
6	8:50:00	2	1						1	4
7	8:51:00	2	1						1	4
8	8:52:00	2	1						1	4
9	8:53:00	2	1						1	4
10	8:54:00	1			2				1	4
11	8:55:00	1			2				1	4
12	8:56:00	2	1						1	4
13	8:57:00	2	1						1	4
14	8:58:00	2	2							4
15	8:59:00	2	1	1						4
16	9:00:00	2	1					1		4
17	9:01:00	2	1					1		4
18	9:02:00	2	1					1		4
19	9:03:00	2	1	1						4
20	9:04:00	2			2					4
21	9:05:00	2	1	1						4
22	9:06:00	3		1						4
23	9:07:00	2	2							4
24	9:08:00	3	1							4
25	9:09:00	2	1					1		4

26	9:10:00	2	1					1		4
27	9:11:00	2	1					1		4
28	9:12:00	2	2							4
29	9:13:00	2	2							4
30	9:14:00			3				1		4
31	9:15:00			3				1		4
32	9:16:00			3				1		4
33	9:17:00	1	1					2		4
34	9:18:00	1	1					2		4
35	9:19:00	2	2							4
36	9:20:00	2	1			1				4
37	9:21:00	2	1			1				4
38	9:22:00	2	2							4
39	9:23:00	2	1					1		4
40	9:24:00	3						1		4
41	9:25:00	1	2					1		4
42	9:26:00		3					1		4
43	9:27:00	2	1	1						4
44	9:28:00	2	1	1						4
45	9:29:00	2	1					1		4
46	9:30:00	2	2							4
47	9:31:00	2	2							4
48	9:32:00	2	1	1						4
49	9:33:00	2	1	1						4
50	9:34:00	2	1					1		4
51	9:35:00		2	1				1		4
52	9:36:00	2	1	1						4
53	9:37:00	2	1					1		4
54	9:38:00	2	1	1						4
55	9:39:00	2	2							4
56	9:40:00	1	2	1						4
57	9:41:00	1	2					1		4
58	9:42:00		3		1					4
59	9:43:00	2	2							4
60	9:44:00	3	1							4
61	9:45:00	3	1							4
62	9:46:00	1	2	1						4
63	9:47:00	2	1	1						4
64	9:48:00	2						2		4
65	9:49:00	2						2		4
66	9:50:00	2	2							4
67	9:51:00	2	2							4
68	9:52:00	2	2							4
69	9:53:00	3						1		4
70	9:54:00	3	1							4
71	9:55:00	3	1							4
72	9:56:00	3	1							4
73	9:57:00	2	1	1						4

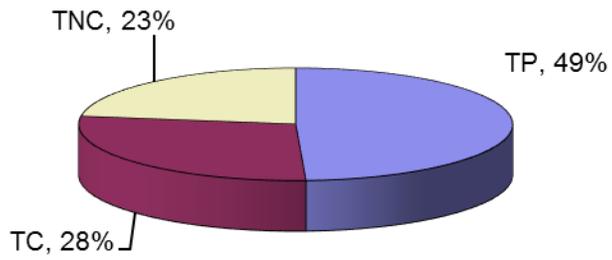
74	9:58:00	1	1					2	4	
75	9:59:00	3	1						4	
76	10:00:00	3	1						4	
77	10:01:00	2	2						4	
78	10:02:00	2	1	1					4	
79	10:03:00	2	2						4	
80	10:04:00	2	1					1	4	
81	10:05:00	2	1					1	4	
82	10:06:00	2	2						4	
83	10:07:00	2	1				1		4	
84	10:08:00	2	1	1					4	
85	10:09:00	2	1	1					4	
86	10:10:00	2	1	1					4	
87	10:11:00	2	1	1					4	
88	10:12:00	2	2						4	
89	10:13:00	2					2		4	
90	10:14:00	3	1						4	
91	10:15:00	2	1				1		4	
92	10:16:00	3					1		4	
93	10:17:00	3	1						4	
94	10:18:00	3	1						4	
95	10:19:00	2	1				1		4	
96	10:20:00	2		1			1		4	
97	10:21:00	2	2						4	
98	10:22:00	2	1				1		4	
99	10:23:00	2	2						4	
100	10:24:00	4							4	
<b>TOTALES</b>		<b>197</b>	<b>112</b>	<b>30</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>17</b>	<b>400</b>
<b>RESUMEN</b>		<b>197</b>	<b>112</b>	<b>91</b>						<b>400</b>

## RESUMEN

### 1. DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE
TP	197	49%
TC	112	28%
TNC	91	23%
	<b>400</b>	<b>100%</b>

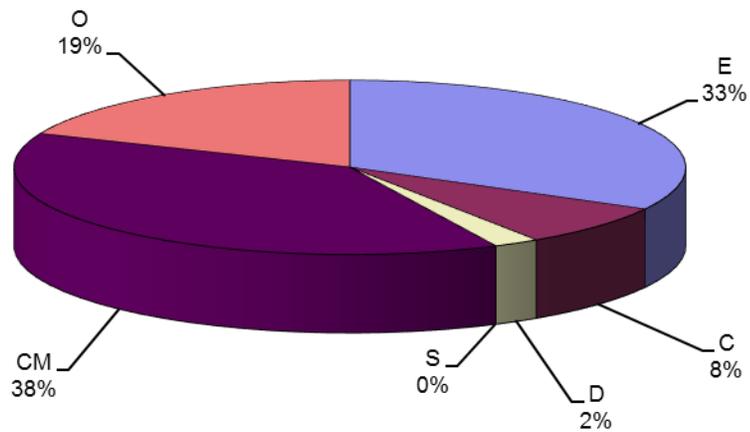
## DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO



### 1. DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE	DESCRIPCION
E	30	33%	ESPERANDO
C	7	8%	CONVERSANDO
D	2	2%	DESCANSANDO
S	0	0%	SSHH
CM	35	38%	CAMINANDO
O	17	19%	OTROS
91		100%	

### DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO



**ENCOFRADO DE COLUMNAS - MEDICION DE LA DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES**

**OBRA :**  
**FECHA:** FEBRERO 2011  
**PARTIDA:** ENCOFRADO DE COLUMNAS  
**HORA INICIO:** 9:00:00 a. m.  
**HORA TERMINO:** 10:39:00 a. m.  
**PERIODO:** 01 Minuto  
**NUMERO MUESTRAS:** 100  
**CUADRILLA:** 02 OP + 02 PE

LEYENDA TRABAJO NO CONTRIBUTORIO			
E	ESPERANDO	S	SSHH
C	CONVERSANDO	CM	CAMINANDO
D	DESCANSANDO	O	OTROS

Nro	HORA	TP	TC	TNC						TOTAL CUADRILLA
				E	C	D	S	CM	O	
1	9:00:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
2	9:01:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
3	9:02:00	2	0	0	0	2	0	0	0	4
4	9:03:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
5	9:04:00	2	2	0	0	0	0	0	0	4
6	9:05:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
7	9:06:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
8	9:07:00	2	0	0	0	2	0	0	0	4
9	9:08:00	1	0	0	0	3	0	0	0	4
10	9:09:00	0	0	0	0	4	0	0	0	4
11	9:10:00	2	1	0	0	1	0	0	0	4
12	9:11:00	3	0	1	0	0	0	0	0	4
13	9:12:00	1	2	1	0	0	0	0	0	4
14	9:13:00	1	2	1	0	0	0	0	0	4
15	9:14:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
16	9:15:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
17	9:16:00	3	0	0	0	0	0	1	0	4
18	9:17:00	1	1	1	0	0	0	1	0	4
19	9:18:00	1	2	0	0	0	0	1	0	4
20	9:19:00	1	1	2	0	0	0	0	0	4
21	9:20:00	2	0	1	0	0	0	1	0	4
22	9:21:00	2	2	0	0	0	0	0	0	4
23	9:22:00	2	0	0	0	2	0	0	0	4
24	9:23:00	1	0	0	0	3	0	0	0	4
25	9:24:00	0	0	0	0	4	0	0	0	4

26	9:25:00	0	0	0	0	3	0	1	0	4
27	9:26:00	0	0	2	0	2	0	0	0	4
28	9:27:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
29	9:28:00	1	2	1	0	0	0	0	0	4
30	9:29:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
31	9:30:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
32	9:31:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
33	9:32:00	2	2	0	0	0	0	0	0	4
34	9:33:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
35	9:34:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
36	9:35:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
37	9:36:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
38	9:37:00	4	0	0	0	0	0	0	0	4
39	9:38:00	2	0	1	0	0	0	1	0	4
40	9:39:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
41	9:40:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
42	9:41:00	2	2	0	0	0	0	0	0	4
43	9:42:00	2	2	0	0	0	0	0	0	4
44	9:43:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
45	9:44:00	2	2	0	0	0	0	0	0	4
46	9:45:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
47	9:46:00	2	1	0	0	1	0	0	0	4
48	9:47:00	3	0	1	0	0	0	0	0	4
49	9:48:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
50	9:49:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
51	9:50:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
52	9:51:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
53	9:52:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
54	9:53:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
55	9:54:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
56	9:55:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
57	9:56:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
58	9:57:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
59	9:58:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
60	9:59:00	1	2	1	0	0	0	0	0	4
61	10:00:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
62	10:01:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
63	10:02:00	2	2	0	0	0	0	0	0	4
64	10:03:00	1	2	0	0	1	0	0	0	4
65	10:04:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
66	10:05:00	2	1	0	0	0	0	0	1	4
67	10:06:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
68	10:07:00	3	0	1	0	0	0	0	0	4
69	10:08:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
70	10:09:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
71	10:10:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
72	10:11:00	4	0	0	0	0	0	0	0	4
73	10:12:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4

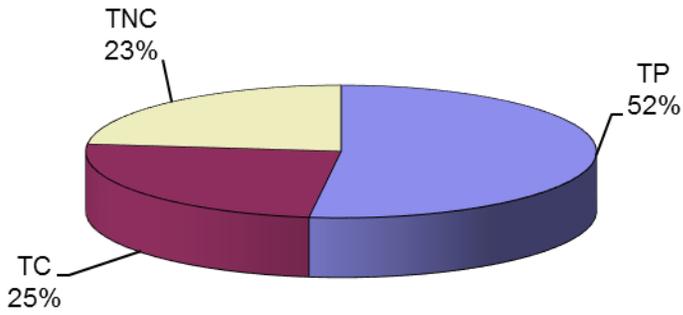
74	10:13:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
75	10:14:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
76	10:15:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
77	10:16:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
78	10:17:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
79	10:18:00	3	0	1	0	0	0	0	0	4
80	10:19:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
81	10:20:00	3	0	0	0	0	0	1	0	4
82	10:21:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
83	10:22:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
84	10:23:00	2	2	0	0	0	0	0	0	4
85	10:24:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
86	10:25:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
87	10:26:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
88	10:27:00	1	0	1	0	0	2	0	0	4
89	10:28:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
90	10:29:00	1	1	0	0	2	0	0	0	4
91	10:30:00	1	1	0	0	2	0	0	0	4
92	10:31:00	1	1	0	0	2	0	0	0	4
93	10:32:00	2	2	0	0	0	0	0	0	4
94	10:33:00	1	3	0	0	0	0	0	0	4
95	10:34:00	1	2	1	0	0	0	0	0	4
96	10:35:00	1	2	1	0	0	0	0	0	4
97	10:36:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
98	10:37:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
99	10:38:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
100	10:39:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
<b>TOTALES</b>		<b>208</b>	<b>99</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>400</b>
<b>RESUMEN</b>		<b>208</b>	<b>99</b>	<b>93</b>						<b>400</b>

## RESUMEN

### 1. DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE
TP	208	52%
TC	99	25%
TNC	93	23%
	<b>400</b>	<b>100%</b>

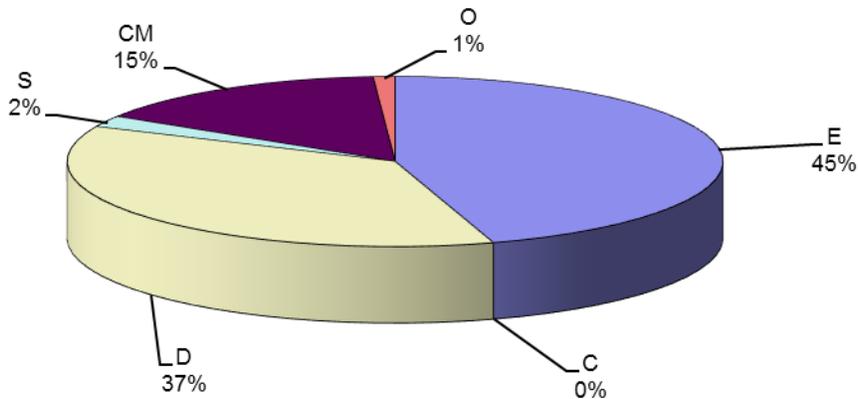
### DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO



#### 1. DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO

TOTAL CANTIDADES	PORCENTAJE	DESCRIPCION	
E	42	45%	ESPERANDO
C	0	0%	CONVERSANDO
D	34	37%	DESCANSANDO
S	2	2%	SSH
CM	14	15%	CAMINANDO
O	1	1%	OTROS
<b>93</b>	<b>100%</b>		

### DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO



**3° TOMA DATOS**

**ENCOFRADO DE COLUMNAS - MEDICION DE LA DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES**

OBRA :  
 FECHA: FEBRERO 2011  
 PARTIDA: ENCOFRADO DE COLUMNAS  
 HORA INICIO: 9:17:00 a. m.  
 HORA TERMINO: 10:30:00 a. m.  
 PERIODO: 01 Minuto  
 NUMERO MUESTRAS: 74  
 CUADRILLA: 02 OP + 02 PE

LEYENDA TRABAJO NO CONTRIBUTORIO			
E	ESPERANDO	S	SSHH
C	CONVERSANDO	CM	CAMINANDO
D	DESCANSANDO	O	OTROS

Nro	HORA	TP	TC	TNC						TOTAL CUADRILLA
				E	C	D	S	CM	O	
1	9:17:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
2	9:18:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
3	9:19:00	2	0	1	0	0	0	1	0	4
4	9:20:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
5	9:21:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
6	9:22:00	3	0	1	0	0	0	0	0	4
7	9:23:00	1	1	1	0	0	0	1	0	4
8	9:24:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
9	9:25:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
10	9:26:00	2	1	0	0	0	0	0	1	4
11	9:27:00	3	0	0	0	0	0	0	1	4
12	9:28:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
13	9:29:00	2	0	0	0	0	0	1	1	4
14	9:30:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
15	9:31:00	2	0	1	0	0	0	0	1	4
16	9:32:00	2	0	1	0	0	0	0	1	4
17	9:33:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
18	9:34:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
19	9:35:00	2	1	0	0	0	0	0	1	4
20	9:36:00	2	1	0	0	0	0	0	1	4
21	9:37:00	2	1	0	0	0	0	0	1	4
22	9:38:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
23	9:39:00	2	2	0	0	0	0	0	0	4
24	9:40:00	2	1	0	1	0	0	0	0	4
25	9:41:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4

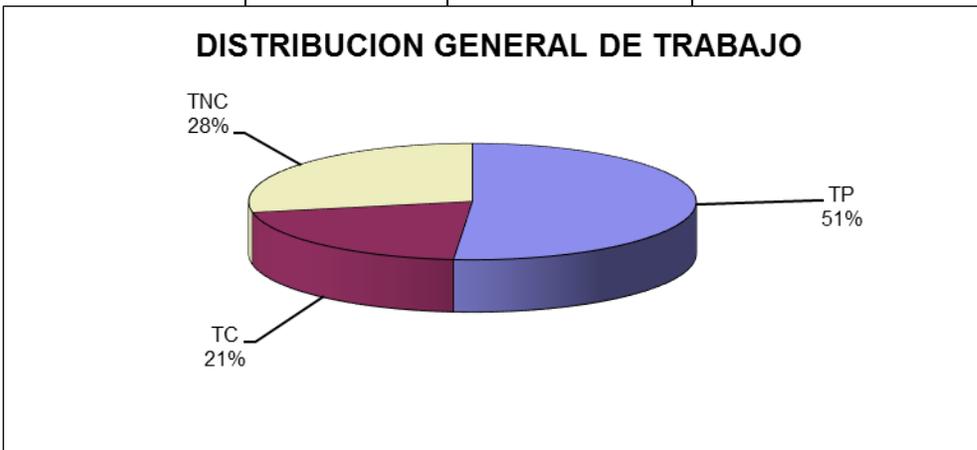
26	9:42:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
27	9:43:00	2	2	0	0	0	0	0	0	4
28	9:44:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
29	9:45:00	3	0	0	0	0	0	1	0	4
30	9:46:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
31	9:47:00	2	2	0	0	0	0	0	0	4
32	9:48:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
33	9:49:00	2	1	0	1	0	0	0	0	4
34	9:50:00	3	0	0	0	0	0	1	0	4
35	9:51:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
36	9:52:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
37	9:53:00	2	0	1	0	0	0	1	0	4
38	9:54:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
39	9:55:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
40	9:56:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
41	9:57:00	2	0	0	2	0	0	0	0	4
42	9:58:00	1	1	0	1	0	0	1	0	4
43	9:59:00	2	2	0	0	0	0	0	0	4
44	10:00:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
45	10:01:00	2	2	0	0	0	0	0	0	4
46	10:02:00	2	2	0	0	0	0	0	0	4
47	10:03:00	1	2	1	0	0	0	0	0	4
48	10:04:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
49	10:05:00	2	1	1	0	0	0	0	0	4
50	10:06:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
51	10:07:00	3	0	1	0	0	0	0	0	4
52	10:08:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4
53	10:09:00	3	0	0	0	0	0	0	1	4
54	10:10:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
55	10:11:00	3	0	1	0	0	0	0	0	4
56	10:12:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
57	10:13:00	2	1	0	0	0	0	0	1	4
58	10:14:00	2	0	0	0	0	0	1	1	4
59	10:15:00	1	0	0	2	0	0	0	1	4
60	10:16:00	1	1	1	0	0	0	0	1	4
61	10:17:00	2	1	0	0	0	0	1	0	4
62	10:18:00	1	0	0	0	0	0	2	1	4
63	10:19:00	1	1	0	0	0	0	1	1	4
64	10:20:00	1	1	0	0	0	0	0	2	4
65	10:21:00	1	1	0	0	0	0	0	2	4
66	10:22:00	2	0	0	0	0	0	1	1	4
67	10:23:00	1	0	0	0	0	0	1	2	4
68	10:24:00	1	1	0	0	0	0	1	1	4
69	10:25:00	2	0	0	0	0	0	0	2	4
70	10:26:00	1	1	0	0	0	0	1	1	4
71	10:27:00	2	0	0	0	0	0	0	2	4
72	10:28:00	1	1	0	1	0	0	1	0	4
73	10:29:00	3	1	0	0	0	0	0	0	4

74	10:30:00	1	1	0	0	0	0	1	1	4
<b>TOTALES</b>		<b>152</b>	<b>61</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>29</b>	<b>29</b>	<b>296</b>
<b>RESUMEN</b>		<b>152</b>	<b>61</b>	<b>83</b>					<b>296</b>	

**RESUMEN**

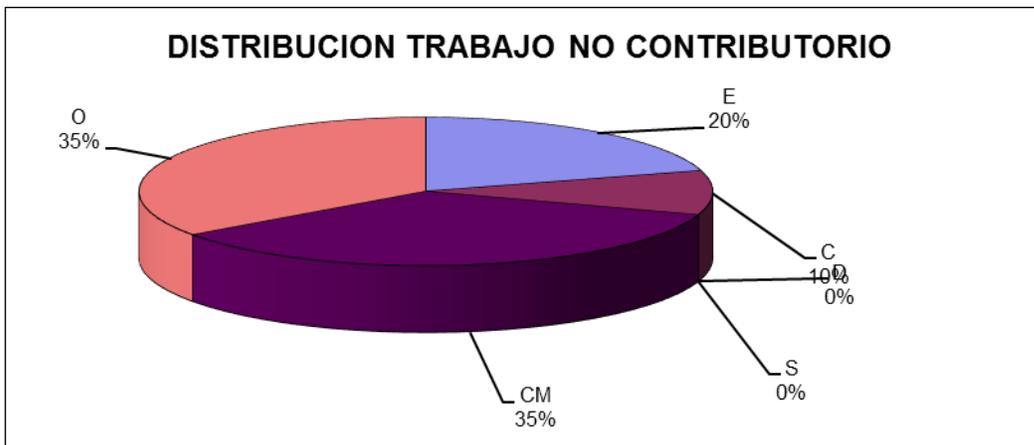
**1. DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO**

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE
TP	152	51%
TC	61	21%



**1. DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO**

TOTAL CANTIDADES	PORCENTAJE	DESCRIPCION	
E	17	20%	ESPERANDO
C	8	10%	CONVERSANDO
D	0	0%	DESCANSANDO
S	0	0%	SSH
CM	29	35%	CAMINANDO
O	29	35%	OTROS



**4° TOMA DATOS**

**ENCOFRADO DE COLUMNAS - MEDICION DE LA DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES**

**OBRA :** EDIFICIO RAYGADA  
**FECHA:** FEBRERO 2011  
**PARTIDA:** ENCOFRADO DE COLUMNAS  
**HORA INICIO:** 9:45:00 a. m.  
**HORA TERMINO:** 10:45:00 a. m.  
**PERIODO:** 01 Minuto  
**NUMERO MUESTRAS:** 61  
**CUADRILLA:** 02 OP + 02 PE

LEYENDA TRABAJO NO CONTRIBUTORIO			
E	ESPERANDO	S	SSHH
C	CONVERSANDO	CM	CAMINANDO
D	DESCANSANDO	O	OTROS

Nro	HORA	TP	TC	TNC						TOTAL CUADRILLA
				E	C	D	S	CM	O	
1	9:45:00	2		1					1	4
2	9:46:00	2	1						1	4
3	9:47:00	2		1					1	4
4	9:48:00	1	1					2		4
5	9:49:00	2						2		4
6	9:50:00	2						2		4
7	9:51:00	1	1	1				1		4
8	9:52:00	2						2		4
9	9:53:00	2	1					1		4
10	9:54:00	1	1					2		4
11	9:55:00	2	1					1		4
12	9:56:00	2						2		4
13	9:57:00	3	1							4
14	9:58:00	1	1	1					1	4
15	9:59:00	2		1				1		4
16	10:00:00	1	2	1						4
17	10:01:00	1	1	1				1		4
18	10:02:00		1	3						4
19	10:03:00	2	1	1						4
20	10:04:00	1	1	1				1		4
21	10:05:00	2	2							4
22	10:06:00	1	3							4
23	10:07:00	2	1	1						4
24	10:08:00	2	1	1						4
25	10:09:00	2	1	1						4

26	10:10:00		1	1				2		4
27	10:11:00	1	2					1		4
28	10:12:00	1	2					1		4
29	10:13:00	2	2							4
30	10:14:00		2	1				1		4
31	10:15:00		2					2		4
32	10:16:00		4							4
33	10:17:00	1	3							4
34	10:18:00		2	1	1					4
35	10:19:00		2					2		4
36	10:20:00		2					1	1	4
37	10:21:00	1	2						1	4
38	10:22:00	1	2	1						4
39	10:23:00	1	2	1						4
40	10:24:00		3					1		4
41	10:25:00		4							4
42	10:26:00	2	2							4
43	10:27:00	2	2							4
44	10:28:00	1	3							4
45	10:29:00	2	1					1		4
46	10:30:00	1	3							4
47	10:31:00	1	2	1						4
48	10:32:00	2	2							4
49	10:33:00	2	1		1			0		4
50	10:34:00	1	1	1				1		4
51	10:35:00	2	1					1	0	4
52	10:36:00	2		1				1		4
53	10:37:00		2	1					1	4
54	10:38:00	1	2					1		4
55	10:39:00	3	1					0		4
56	10:40:00	2	1	1						4
57	10:41:00	2	2							4
58	10:42:00	1	3							4
59	10:43:00	2	1	1						4
60	10:44:00	2	1	1						4
61	10:45:00	2	1	1						4
<b>TOTALES</b>		<b>82</b>	<b>91</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>7</b>	<b>244</b>
<b>RESUMEN</b>		<b>82</b>	<b>91</b>	<b>71</b>						<b>244</b>

## RESUMEN

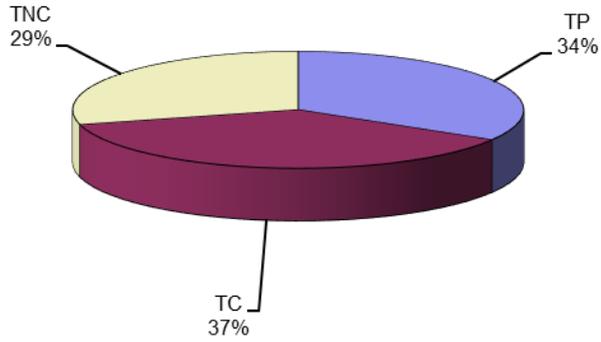
### 1. DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE
TP	82	34%
TC	91	37%
TNC	71	29%

244

100%

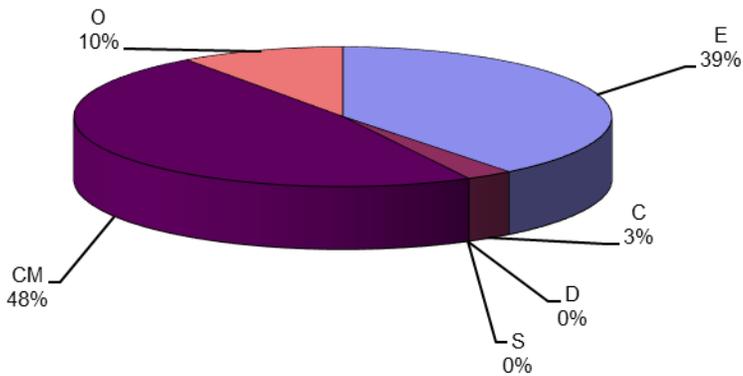
## DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO



### 1. DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE	DESCRIPCION
E	28	39%	ESPERANDO
C	2	3%	CONVERSANDO
D	0	0%	DESCANSANDO
S	0	0%	SSH
CM	34	48%	CAMINANDO
O	7	10%	OTROS
	<b>71</b>	<b>100%</b>	

### DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO



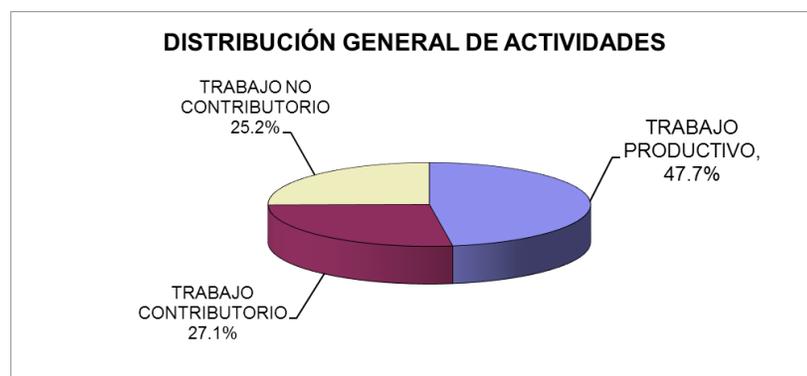
## RESUMEN GENERAL DISTRIBUCION ACTIVIDADES

### DISTRIBUCION GENERAL DE ACTIVIDADES

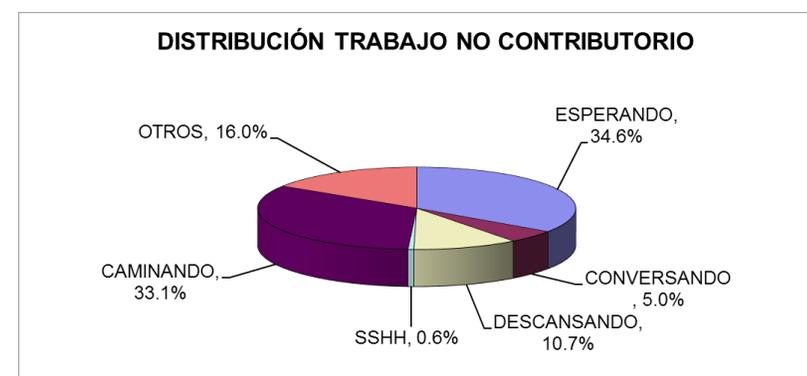
	TP	TC	TNC
<b>1er Toma</b>	197	112	91
<b>2do Toma</b>	208	99	93
<b>3er Toma</b>	152	61	83
<b>4ta Toma</b>	82	91	71
<b>TOTALES</b>	<b>639</b>	<b>363</b>	<b>338</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>47.7%</b>	<b>27.1%</b>	<b>25.2%</b>

### RESUMEN

TRABAJO PRODUCTIVO	47.7%
TRABAJO CONTRIBUTORIO	27.1%
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	25.2%
	<b>100%</b>



Actividades		1er Toma	2do Toma	3er Toma	4ta Toma	TOTALES	%
<b>ESPERANDO</b>	<b>E</b>	30	42	17	28	117	34.6%
<b>CONVERSANDO</b>	<b>C</b>	7	0	8	2	17	5.0%
<b>DESCANSANDO</b>	<b>D</b>	2	34	0	0	36	10.7%
<b>SSHH</b>	<b>S</b>	0	2	0	0	2	0.6%
<b>CAMINANDO</b>	<b>CM</b>	35	14	29	34	112	33.1%
<b>OTROS</b>	<b>O</b>	17	1	29	7	54	16.0%
						<b>338</b>	<b>100%</b>



# ANEXO II: MUROS DE ALBAÑILERÍA

**1° TOMA DATOS**

## MURO DE ALBAÑILERIA - MEDICION DE LA DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES

OBRA : EDIFICIO RAYGADA

PARTIDA: MURO DE ALBAÑILERIA

HORA INICIO: 13:00

PERIODO: 01 Minuto

NUMERO MUESTRAS: 300

Frete: PASARELLA

AUGUSTO RENGIFFO

	TP	TC	TNC	Observacion
1			E	
2			E	
3	ok			
4	ok			
5		T		
6		L		
7		L		
8		T		
9	ok			
10		T		
11	ok			
12		T		
13		T		
14	ok			
15			E	
16			V	
17			V	
18			L	
19	ok			
20		M		
21			V	
22	ok			
23		T		
24			V	
25		T		
26		L		
27		T		
28		X		
29		X		
30	ok			

	TP	TC	TNC	Observacion
76	ok			
77	ok			
78			V	
79		T		
80		T		
81		M		
82		M		
83	ok			
84			V	
85		T		
86	ok			
87			V	
88			E	
89	ok			
90		T		
91	ok			
92	ok			
93			V	
94			E	
95		T		
96		T		
97	ok			
98		I		
99			E	
100		I		
101		L		
102	ok			
103	ok			
104		T		
105	ok			

### Clasificacion del Trabajo

130	<b>Trabajo Contributorio:</b>
82	T Transporte
14	L Limpieza
15	I Instrucciones
16	M Medición
3	X Otros TC

86	<b>Trabajo No Contributorio</b>
30	V Viajes
2	O Tiempo Ocioso
47	E Espera
0	R Trabajo Rehecho
0	D Descanso

31		V	
32	T		
33		E	
34		E	
35		E	
36	X		
37		V	
38	T		
39	T		
40	T		
41	ok		
42	ok		
43	T		
44	I		
45	I		
46	I		
47		E	
48		V	
49	T		
50	ok		
51	T		
52	ok		
53	T		
54	ok		
55		E	
56	T		
57	ok		
58	T		
59		E	
60	T		
61	ok		
62		E	
63	ok		
64	I		
65	I		
66	I		
67		E	
68		V	
69	T		
70	ok		
71	ok		
72	I		
73		E	
74	T		
75	ok		

106		M	
107		M	
108		T	
109			V
110		T	
111			V
112		M	
113		M	
114	ok		
115		T	
116		T	
117	ok		
118			V
119		T	
120		T	
121		L	
122		L	
123		T	
124			V
125			V
126	ok		
127			B
128	ok		
129		T	
130		T	
131		L	
132		L	
133		I	
134	ok		
135			V
136			V
137		T	
138		T	
139		T	
140			E
141		L	
142		L	
143	ok		
144		T	
145		L	
146		L	
147	ok		
148			E
149			E
150			V

3 B Nec. Fisiologicas

300 NUMERO DE MUESTRAS

TT	19	35	21		TT	18	38	19	
----	----	----	----	--	----	----	----	----	--

	TP	TC	TNC	Observacion
151		T		
152	ok			
153			E	
154	ok			
155	ok			
156		T		
157	ok			
158		T		
159		T		
160		L		
161	ok			
162		T		
163			E	
164			E	
165			E	
166		T		
167	ok			
168		T		
169			V	
170	ok			
171		T		
172	ok			
173			E	
174			E	
175			E	
176		T		
177		T		
178			V	
179			V	
180	ok			
181	ok			
182		T		
183		M		
184			E	
185		M		
186		T		
187		T		
188	ok			
189		T		
190		T		
191	ok			
192	ok			

	TP	TC	TNC	Observacion
226			E	
227			E	
228	ok			
229			V	
230			V	
231			E	
232		M		
233		M		
234		T		
235		T		
236			V	
237	ok			
238			V	
239		T		
240		T		
241		T		
242	ok			
243			E	
244			E	
245			V	
246		T		
247			V	
248	ok			
249		T		
250	ok			
251	ok			
252			E	
253	ok			
254		T		
255		T		
256	ok			
257		T		
258	ok			
259		M		
260			E	
261	ok			
262			B	
263			B	
264			E	
265			E	
266		I		
267	ok			

193			E		268			V	
194	ok				269		M		
195			V		270		I		
196		I			271	ok			
197	ok				272	ok			
198		T			273	ok			
199		T			274			E	
200	ok				275	ok			
201		I			276	ok			
202		I			277			V	
203			E		278			E	
204			E		279			E	
205		T			280			E	
206	ok				281	ok			
207	ok				282		T		
208			E		283		T		
209			E		284			V	
210		T			285		T		
211		T			286	ok			
212		M			287	ok			
213	ok				288	ok			
214	ok				289		T		
215			E		290		T		
216			E		291		T		
217		I			292		M		
218		T			293	ok			
219		T			294	ok			
220	ok				295		M		
221	ok				296			E	
222			O		297	ok			
223			O		298	ok			
224		T			299	ok			
225		T			300		T		
TT	22	32	21		TT	25	25	25	

### RESUMEN

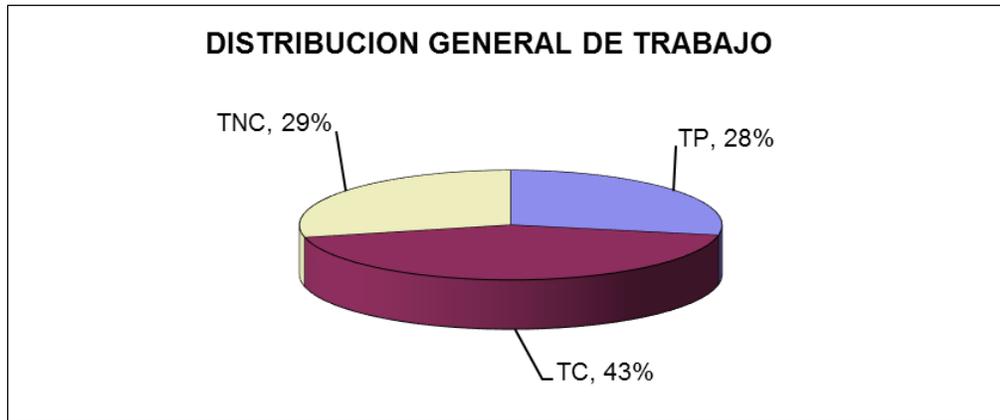
TP	TC	TNC
84	130	86

43%    29%

## MEDICION DE LA DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES

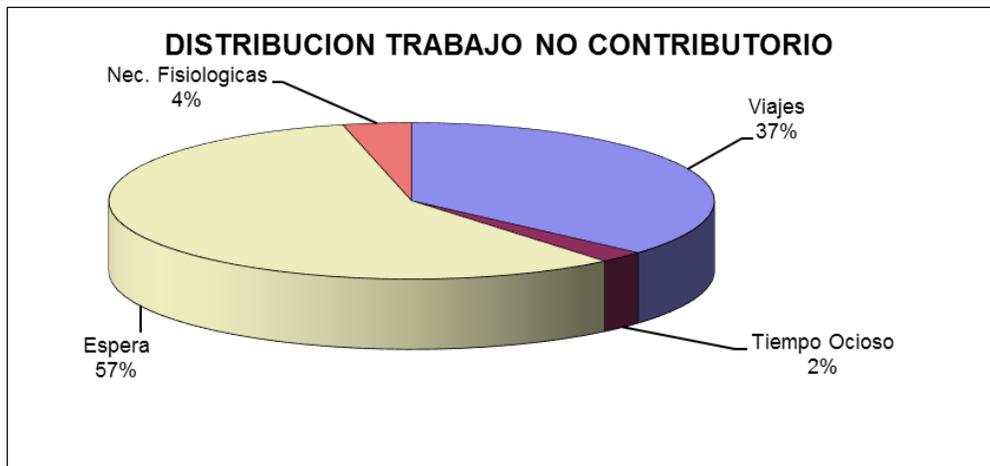
### 1. DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE
TP	84	28%
TC	130	43%
TNC	86	29%
300		100%



### 2. DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE	DESCRIPCION
Viajes	30	37%	Viajes
Tiempo Ocioso	2	2%	Tiempo Ocioso
Espera	47	57%	Espera
Trabajo Rehecho	0	0%	Trabajo Rehecho
Descanso	0	0%	Descanso
Nec. Fisiologicas	3	4%	Nec. Fisiologicas
82		100%	



**3° TOMA DATOS**

**MURO DE ALBAÑILERIA - MEDICION DE LA DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES**

OBRA : EDIFICIO RAYGADA  
 PARTIDA: MURO DE ALBAÑILERIA  
 HORA INICIO: 14:00  
 PERIODO: 01 Minuto  
 NUMERO MUESTRAS: 300

Frente: PASARELLA  
 AUGUSTO  
 RENGIFFO

	TP	TC	TNC	Observacion
1		T		
2	ok			
3			E	
4			V	
5	ok			
6			E	
7	ok			
8		T		
9			E	
10	ok			
11			O	
12		M		
13	ok			
14			V	
15	ok			
16			V	
17	ok			
18		M		
19			O	
20		T		
21	ok			
22		M		
23		T		
24			V	
25	ok			
26			V	
27	ok			
28	ok			
29			E	
30		T		
31			V	
32	ok			

	TP	TC	TNC	Observacion
76	ok			
77		T		
78		M		
79		T		
80		L		
81			V	
82			E	
83			E	
84		T		
85			V	
86			V	
87	ok			
88		T		
89	ok			
90			E	
91	ok			
92		L		
93		L		
94		T		
95		T		
96	ok			
97			E	
98			E	
99			V	
100		T		
101		T		
102		T		
103		X		
104			V	
105			E	
106	ok			
107		T		

**Clasificacion del Trabajo**

120	<b>Trabajo Contributorio:</b>
82	<b>T</b> Transporte
15	<b>L</b> Limpieza
4	<b>I</b> Instrucciones
15	<b>M</b> Medicion
4	<b>X</b> Otros TC

94	<b>Trabajo No Contributorio</b>
45	<b>V</b> Viajes
3	<b>O</b> Tiempo Ocioso
42	<b>E</b> Espera
0	<b>R</b> Trabajo Rehecho
0	<b>D</b> Descanso
4	<b>B</b> Nec. Fisiologicas

300 NUMERO DE MUESTRAS

33		M			108		T		
34	ok				109		X		
35	ok				110		T		
36		T			111	ok			
37		T			112			B	
38			E		113		I		
39			E		114	ok			
40		T			115	ok			
41		T			116		T		
42	ok				117		M		
43			E		118			E	
44			E		119			E	
45		T			120	ok			
46		T			121		T		
47		T			122			V	
48			V		123	ok			
49		T			124			E	
50		T			125	ok			
51			V		126			V	
52	ok				127		M		
53		M			128		M		
54		I			129			E	
55		T			130			E	
56		T			131	ok			
57		T			132			O	
58		T			133			V	
59		I			134		M		
60	ok				135		T		
61			E		136		L		
62	ok				137		L		
63			E		138	ok			
64	ok				139			V	
65	ok				140		T		
66			E		141	ok			
67			E		142		X		
68		T			143		X		
69		T			144		M		
70			V		145	ok			
71	ok				146			V	
72		T			147			V	
73		T			148			E	
74	ok				149	ok			
75		M			150	ok			
TT	22	30	23		TT	18	32	25	

	TP	TC	TNC	Observacion
151			V	
152			E	
153			V	
154		T		
155		T		
156			V	
157	ok			
158	ok			
159		M		
160		I		
161	ok			
162			V	
163		T		
164	ok			
165		T		
166	ok			
167		T		
168		L		
169			V	
170			E	
171			V	
172			V	
173		T		
174		T		
175	ok			
176	ok			
177			E	
178		M		
179	ok			
180			V	
181	ok			
182			V	
183		M		
184		T		
185		T		
186	ok			
187		T		
188	ok			
189	ok			
190		T		
191		T		
192		T		
193			V	

	TP	TC	TNC	Observacion
226	ok			
227		T		
228		T		
229		L		
230		T		
231	ok			
232	ok			
233		T		
234			E	
235	ok			
236		T		
237			E	
238		T		
239			E	
240		L		
241		T		
242		T		
243	ok			
244			V	
245			V	
246	ok			
247			E	
248	ok			
249		T		
250	ok			
251		T		
252	ok			
253			V	
254		T		
255		L		
256		T		
257	ok			
258	ok			
259	ok			
260			V	
261			V	
262	ok			
263			E	
264	ok			
265	ok			
266		T		
267		T		
268		L		

194			V		269		L		
195			V		270			V	
196	ok				271			V	
197			V		272			E	
198		T			273		T		
199			E		274		T		
200		T			275			B	
201		L			276		T		
202	ok				277		T		
203			E		278	ok			
204	ok				279			E	
205	ok				280			E	
206	ok				281			B	
207			V		282			B	
208			V		283		T		
209			E		284			V	
210	ok				285	ok			
211	ok				286	ok			
212			E		287		T		
213			E		288		T		
214	ok				289			E	
215	ok				290		T		
216		T			291		L		
217		T			292			E	
218	ok				293		L		
219			V		294		T		
220	ok				295	ok			
221		T			296	ok			
222		T			297	ok			
223		L			298			V	
224	ok				299		T		
225	ok				300		T		
TT	25	26	24		TT	21	32	22	

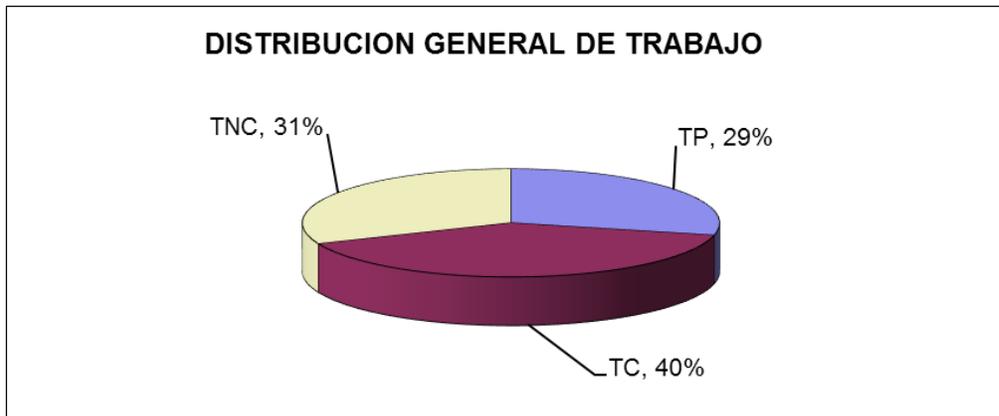
RESUMEN

TP	TC	TNC
86	120	94

## MEDICION DE LA DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES

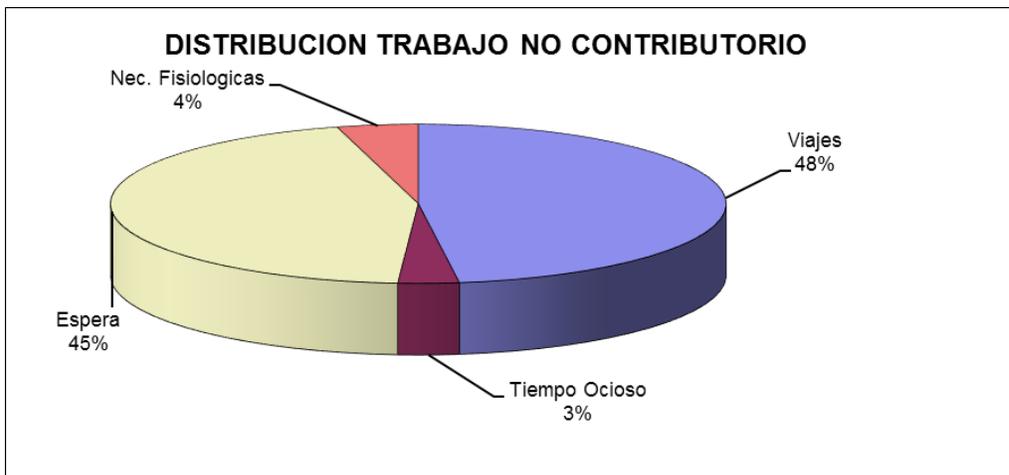
### 1. DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE
TP	86	29%
TC	120	40%
TNC	94	31%
<b>300</b>		<b>100%</b>



### 2. DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE	DESCRIPCION
Viajes	45	48%	Viajes
Tiempo Ocioso	3	3%	Tiempo Ocioso
Espera	42	45%	Espera
Trabajo Rehecho	0	0%	Trabajo Rehecho
Descanso	0	0%	Descanso
Nec. Fisiologicas	4	4%	Nec. Fisiologicas
<b>94</b>		<b>100%</b>	



**3° TOMA DATOS**

**MURO DE ALBAÑILERIA - MEDICION DE LA DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES**

OBRA : EDIFICIO RAYGADA  
 PARTIDA: MURO DE ALBAÑILERIA  
 HORA INICIO: 15:00  
 PERIODO: 01 Minuto  
 NUMERO MUESTRAS: 300

Frete: PASARELLA  
 DANIEL  
 BORNAS

	TP	TC	TNC	Observacion
1			D	
2		X		
3			D	
4		T		
5		X		
6		X		
7			V	
8		X		
9		T		
10	OK			
11	OK			
12	OK			
13	OK			
14			V	
15			V	
16	OK			
17		I		
18		I		
19		T		
20	OK			
21	OK			
22			D	
23		T		
24			D	
25	OK			
26		X		
27		X		
28	OK			
29		I		
30		I		
31			V	
32			V	
33		T		

	TP	TC	TNC	Observacion
76			D	
77			D	
78			D	
79			V	
80			D	
81		T		
82	OK			
83		X		
84			D	
85	OK			
86			V	
87			E	
88			E	
89			E	
90			V	
91			V	
92		X		
93			D	
94			V	
95		T		
96		T		
97			V	
98		T		
99			V	
100		L		
101			V	
102		T		
103		T		
104		T		
105			D	
106		T		
107			V	
108			V	

**Clasificacion del Trabajo**

112	<b>Trabajo Contributorio:</b>
53	T Transporte
14	L Limpieza
10	I Instrucciones
21	M Medición
14	X Otros TC

99	<b>Trabajo No Contributorio</b>
40	V Viajes
0	O Tiempo Ocioso
27	E Espera
0	R Trabajo Rehecho
32	D Descanso
0	B Nec. Fisiologicas

**300 NUMERO DE MUESTRAS**

34			V		109			V	
35			D		110		T		
36			D		111		T		
37			D		112	OK			
38			V		113			D	
39		M			114			D	
40			E		115		T		
41			E		116		T		
42		T			117		T		
43			D		118		L		
44			V		119			D	
45			V		120			V	
46			D		121		T		
47			D		122			D	
48		X			123	OK			
49			D		124		T		
50	OK				125	OK			
51			V		126			D	
52	OK				127		T		
53	OK				128			V	
54			D		129	OK			
55		L			130		L		
56	OK				131		L		
57			E		132			D	
58	OK				133		L		
59		T			134		X		
60		L			135		X		
61		M			136			V	
62		M			137		L		
63			D	D	138			V	
64		X			139			D	
65		T			140		T		
66		T			141			D	
67	OK				142	OK			
68			D		143		T		
69			D		144			E	
70		T			145		T		
71			D		146			E	
72		T			147	OK			
73		X			148			V	
74		X			149		T		
75		T			150		T		
TT	15	31	29		TT	8	31	36	

	TP	TC	TNC	Observacion
151	ok			
152	ok			
153	ok			
154	ok			
155	ok			
156		T		
157		T		
158	ok			
159	ok			
160	ok			
161	ok			
162	ok			
163	ok			
164		M		
165		M		
166	ok			
167		T		
168			E	
169		M		
170		M		
171		T		
172			V	
173	ok			
174	ok			
175	ok			
176			V	
177			V	
178		T		
179		L		
180		L		
181			E	
182	ok			
183			E	
184			V	
185		L		
186			E	
187	ok			
188	ok			
189	ok			
190	ok			
191	ok			
192		T		
193			E	
194		T		

	TP	TC	TNC	Observacion
226		T		
227		T		
228	ok			
229	ok			
230	ok			
231			E	
232		M		
233	ok			
234			V	
235		T		
236		M		
237	ok			
238		L		
239		L		
240		M		
241	ok			
242	ok			
243	ok			
244			V	
245	ok			
246		I		
247		I		
248	ok			
249	ok			
250	ok			
251	ok			
252			V	
253			V	
254		M		
255		M		
256		M		
257	ok			
258			V	
259			V	
260		M		
261			E	
262		M		
263		L		
264			B	
265		T		
266			E	
267	ok			
268	ok			
269	ok			

195		M			270	ok			
196		M			271			E	
197			E		272		T		
198	ok				273		I		
199	ok				274	ok			
200	ok				275	ok			
201	ok				276			E	
202	ok				277			E	
203	ok				278	ok			
204	ok				279			B	
205		T			280			V	
206		T			281	ok			
207	ok				282		M		
208	ok				283	ok			
209		M			284	ok			
210		T			285		I		
211			E		286			V	
212			V		287		T		
213	ok				288	ok			
214	ok				289	ok			
215	ok				290	ok			
216	ok				291	ok			
217	ok				292		T		
218	ok				293		T		
219		M			294	ok			
220			E		295			E	
221			E		296		M		
222		I			297	ok			
223		I			298			V	
224		T			299			E	
225		T			300			E	
TT	36	25	14		TT	30	25	20	

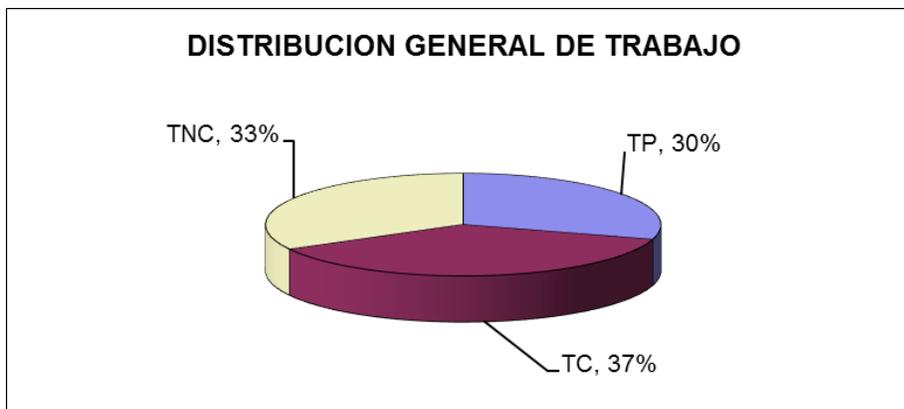
RESUMEN

TP	TC	TNC
89	112	99

## MEDICION DE LA DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES

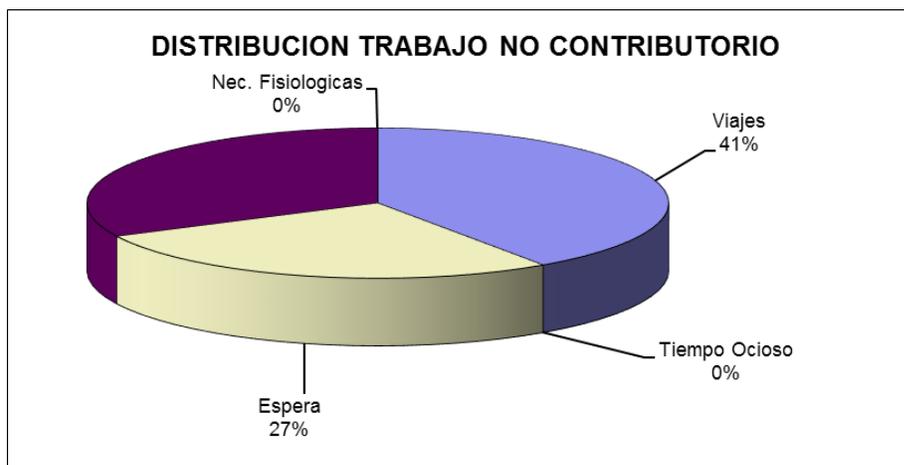
### 1. DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE
TP	89	30%
TC	112	37%
TNC	99	33%
<b>300</b>		<b>100%</b>



### 2. DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE	DESCRIPCION
Viajes	40	40%	Viajes
Tiempo Ocioso	0	0%	Tiempo Ocioso
Espera	27	27%	Espera
Trabajo Rehecho	0	0%	Trabajo Rehecho
Descanso	32	32%	Descanso
Nec. Fisiologicas	0	0%	Nec. Fisiologicas
<b>99</b>		<b>100%</b>	



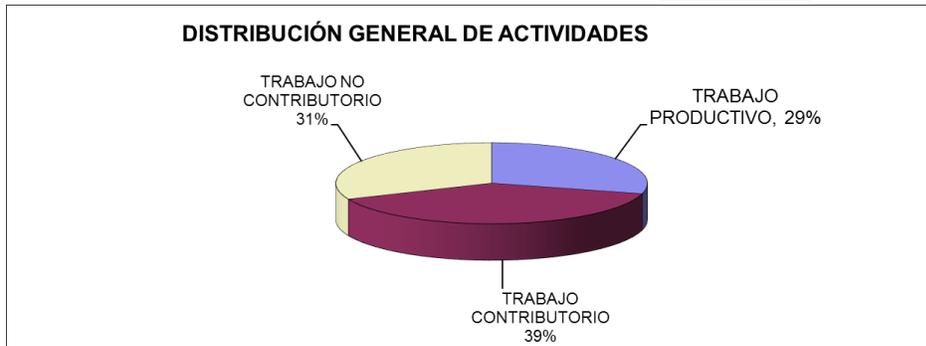
**RESUMEN GENERAL DISTRIBUCION ACTIVIDADES**

**DISTRIBUCION GENERAL DE ACTIVIDADES**

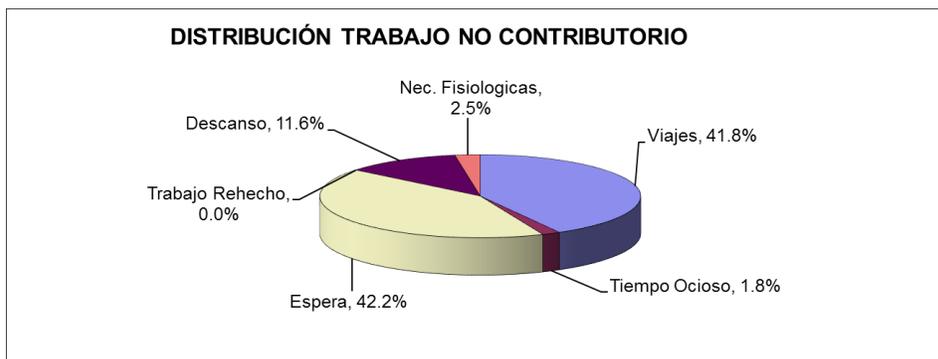
Actividades	TP	TC	TNC
1er Toma	84	130	86
2do Toma	86	120	94
3er Toma	89	99	99
<b>TOTALES</b>	<b>259</b>	<b>349</b>	<b>279</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>29%</b>	<b>39%</b>	<b>31%</b>

**RESUMEN**

TRABAJO PRODUCTIVO	29%
TRABAJO CONTRIBUTORIO	39%
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	31%
	<b>100%</b>



Actividades	1er Toma	2do Toma	3er Toma	TOTALES	%
<b>Viajes</b>	<b>V</b>	30	45	40	115
<b>Tiempo Ocioso</b>	<b>O</b>	2	3	0	5
<b>Espera</b>	<b>E</b>	47	42	27	116
<b>Trabajo Rehecho</b>	<b>R</b>	0	0	0	0
<b>Descanso</b>	<b>D</b>	0	0	32	32
<b>Nec. Fisiologicas</b>	<b>B</b>	3	4	0	7
				<b>275</b>	<b>100%</b>



# ANEXO III: TARRAJEO DE MUROS

**1° TOMA DATOS**

**TARRAJEO DE MUROS - MEDICION DE LA DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES**

**OBRA :** EDIFICIO RAYGADA  
**FECHA:** FEBRERO 2011  
**PARTIDA:** TARRAJEO DE MURO  
**HORA INICIO:** 9:30:00 a. m.  
**HORA TERMINO:** 11:09:00 a. m.  
**PERIODO:** 01 Minuto  
**NUMERO MUESTRAS:** 100  
**CUADRILLA:** 02 OP

LEYENDA TRABAJO NO CONTRIBUTORIO			
E	ESPERANDO	S	SSHH
C	CONVERSANDO	CM	CAMINANDO
D	DESCANSANDO	O	OTROS

Nro	HORA	TP	TC	TNC						TOTAL CUADRILLA
				E	C	D	S	CM	O	
1	9:30:00	1			1					2
2	9:31:00	1						1		2
3	9:32:00	1						1		2
4	9:33:00	1						1		2
5	9:34:00	1	1							2
6	9:35:00	1	1							2
7	9:36:00	1	1							2
8	9:37:00	1	1							2
9	9:38:00	1	1							2
10	9:39:00				1			1		2
11	9:40:00				1			1		2
12	9:41:00					1		1		2
13	9:42:00					1		1		2
14	9:43:00					1		1		2
15	9:44:00					1		1		2
16	9:45:00							2		2
17	9:46:00							1	1	2
18	9:47:00	1						1		2
19	9:48:00	1	1							2
20	9:49:00	1			1					2
21	9:50:00	1					1			2
22	9:51:00	1					1			2
23	9:52:00	1	1							2

24	9:53:00	1	1							2
25	9:54:00	1						1		2
26	9:55:00	1						1		2
27	9:56:00	1						1		2
28	9:57:00	1	1							2
29	9:58:00	1	1							2
30	9:59:00	1						1		2
31	10:00:00	1					1			2
32	10:01:00	1					1			2
33	10:02:00							2		2
34	10:03:00							2		2
35	10:04:00	1	1							2
36	10:05:00		1			1				2
37	10:06:00		1			1				2
38	10:07:00	1	1							2
39	10:08:00	2								2
40	10:09:00	2								2
41	10:10:00	2								2
42	10:11:00	2								2
43	10:12:00	2								2
44	10:13:00	2								2
45	10:14:00	2								2
46	10:15:00	2								2
47	10:16:00	1	1							2
48	10:17:00		1	1						2
49	10:18:00		1				1			2
50	10:19:00		1					1		2
51	10:20:00	1					1			2
52	10:21:00	1		1						2
53	10:22:00	1						1		2
54	10:23:00	1		1						2
55	10:24:00	1					1			2
56	10:25:00	1		1						2
57	10:26:00				1			1		2
58	10:27:00				1			1		2
59	10:28:00		1					1		2
60	10:29:00		1					1		2
61	10:30:00					2				2
62	10:31:00	1	1							2
63	10:32:00	1							1	2
64	10:33:00	1							1	2
65	10:34:00	1							1	2
66	10:35:00	1							1	2
67	10:36:00	1							1	2
68	10:37:00	1							1	2
69	10:38:00	1	1							2
70	10:39:00	1	1							2
71	10:40:00	1	1							2

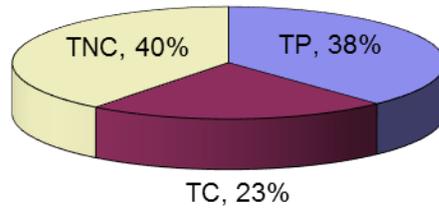
72	10:41:00	1	1							2
73	10:42:00	1	1							2
74	10:43:00	1	1							2
75	10:44:00	1	1							2
76	10:45:00	1	1							2
77	10:46:00	1	1							2
78	10:47:00	1	1							2
79	10:48:00	1	1							2
80	10:49:00		1						1	2
81	10:50:00				1				1	2
82	10:51:00					1			1	2
83	10:52:00			1				1		2
84	10:53:00					1		1		2
85	10:54:00					1	1			2
86	10:55:00		1				1			2
87	10:56:00		1	1						2
88	10:57:00	1	1							2
89	10:58:00							2		2
90	10:59:00	1	1							2
91	11:00:00	1	1							2
92	11:01:00	1	1							2
93	11:02:00	1	1							2
94	11:03:00	1	1							2
95	11:04:00	1	1							2
96	11:05:00	1		1						2
97	11:06:00	1			1					2
98	11:07:00		1					1		2
99	11:08:00		1				1			2
100	11:09:00		1						1	2
<b>TOTALES</b>		<b>76</b>	<b>45</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>32</b>	<b>11</b>	<b>200</b>
<b>RESUMEN</b>		<b>76</b>	<b>45</b>	<b>79</b>						<b>200</b>

## RESUMEN

### 1. DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO

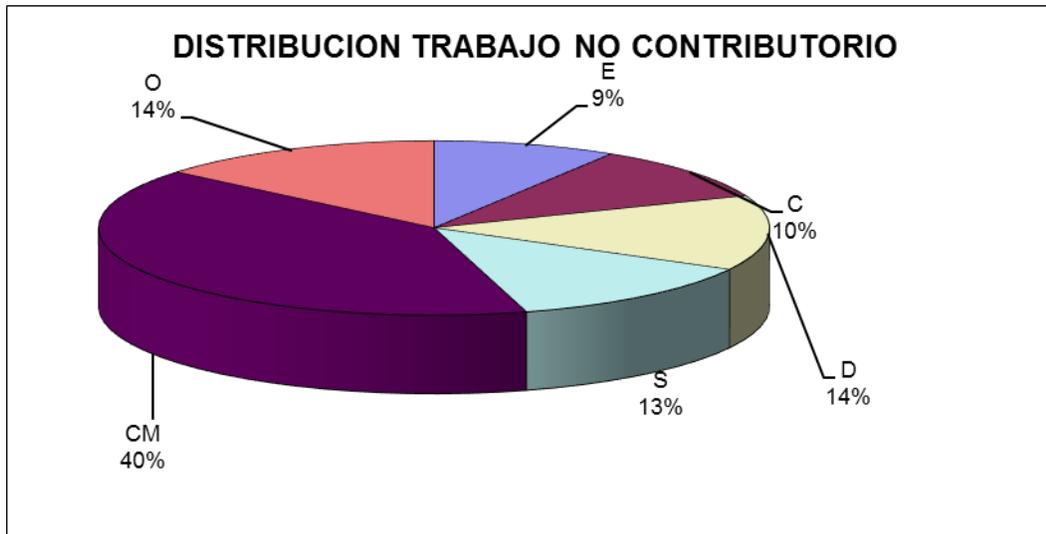
TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE
TP	76	38%
TC	45	23%
TNC	79	40%
	<b>200</b>	<b>100%</b>

## DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO



### 1. DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO

TOTAL CANTIDADES	PORCENTAJE	DESCRIPCION	
E	7	9%	ESPERANDO
C	8	10%	CONVERSANDO
D	11	14%	DESCANSANDO
S	10	13%	SSHII
CM	32	41%	CAMINANDO
O	11	14%	OTROS



## TARRAJEO DE MUROS - MEDICION DE LA DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES

**OBRA :** EDIFICIO RAYGADA  
**FECHA:** FEBRERO 2011  
**PARTIDA:** TARRAJEO DE MURO  
**HORA INICIO:** 9:00:00 a. m.  
**HORA TERMINO:** 10:39:00 a. m.  
**PERIODO:** 01 Minuto  
**NUMERO MUESTRAS:** 100  
**CUADRILLA:** 02 OP

LEYENDA TRABAJO NO CONTRIBUTORIO			
E	ESPERANDO	S	SSHH
C	CONVERSANDO	CM	CAMINANDO
D	DESCANSANDO	O	OTROS

Nro	HORA	TP	TC	TNC						TOTAL CUADRILLA
				E	C	D	S	CM	O	
1	9:00:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
2	9:01:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
3	9:02:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
4	9:03:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
5	9:04:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
6	9:05:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
7	9:06:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
8	9:07:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
9	9:08:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
10	9:09:00	0	0	0	0	0	1	0	1	2
11	9:10:00	0	0	2	0	0	0	0	0	2
12	9:11:00	0	0	1	0	0	0	0	1	2
13	9:12:00	0	0	0	1	1	0	0	0	2
14	9:13:00	0	0	0	0	0	0	0	2	2
15	9:14:00	0	0	0	0	0	0	0	2	2
16	9:15:00	1	0	1	0	0	0	0	0	2
17	9:16:00	1	0	1	0	0	0	0	0	2
18	9:17:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
19	9:18:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
20	9:19:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
21	9:20:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
22	9:21:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
23	9:22:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
24	9:23:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
25	9:24:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
26	9:25:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
27	9:26:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2

28	9:27:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
29	9:28:00	1	0	0	0	1	0	0	0	2
30	9:29:00	1	0	0	0	0	1	0	0	2
31	9:30:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
32	9:31:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
33	9:32:00	1	0	1	0	0	0	0	0	2
34	9:33:00	1	0	1	0	0	0	0	0	2
35	9:34:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
36	9:35:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
37	9:36:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
38	9:37:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
39	9:38:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
40	9:39:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
41	9:40:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
42	9:41:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
43	9:42:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
44	9:43:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
45	9:44:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
46	9:45:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
47	9:46:00	0	1	1	0	0	0	0	0	2
48	9:47:00	0	1	0	1	0	0	0	0	2
49	9:48:00	0	1	0	1	0	0	0	0	2
50	9:49:00	0	1	0	0	1	0	0	0	2
51	9:50:00	0	1	0	0	0	0	0	1	2
52	9:51:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
53	9:52:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
54	9:53:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
55	9:54:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
56	9:55:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
57	9:56:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
58	9:57:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
59	9:58:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
60	9:59:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
61	10:00:00	0	1	1	0	0	0	0	0	2
62	10:01:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
63	10:02:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
64	10:03:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
65	10:04:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
66	10:05:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
67	10:06:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
68	10:07:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
69	10:08:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
70	10:09:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
71	10:10:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
72	10:11:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
73	10:12:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
74	10:13:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
75	10:14:00	0	1	1	0	0	0	0	0	2

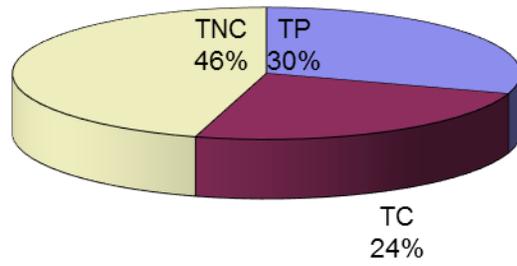
76	10:15:00	0	2	0	0	0	0	0	0	2
77	10:16:00	0	2	0	0	0	0	0	0	2
78	10:17:00	0	2	0	0	0	0	0	0	2
79	10:18:00	0	2	0	0	0	0	0	0	2
80	10:19:00	0	2	0	0	0	0	0	0	2
81	10:20:00	0	2	0	0	0	0	0	0	2
82	10:21:00	0	2	0	0	0	0	0	0	2
83	10:22:00	0	2	0	0	0	0	0	0	2
84	10:23:00	1	0	0	0	0	1	0	0	2
85	10:24:00	1	0	0	0	0	1	0	0	2
86	10:25:00	1	0	0	0	0	1	0	0	2
87	10:26:00	1	0	0	0	0	1	0	0	2
88	10:27:00	1	0	0	1	0	0	0	0	2
89	10:28:00	1	0	0	1	0	0	0	0	2
90	10:29:00	1	0	0	0	0	1	0	0	2
91	10:30:00	1	0	0	0	0	1	0	0	2
92	10:31:00	1	0	0	0	0	1	0	0	2
93	10:32:00	1	0	0	0	0	1	0	0	2
94	10:33:00	1	0	0	0	0	0	0	1	2
95	10:34:00	1	0	0	0	0	0	0	1	2
96	10:35:00	1	0	0	0	0	0	0	1	2
97	10:36:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
98	10:37:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
99	10:38:00	1	0	0	0	1	0	0	0	2
100	10:39:00	1	0	0	0	1	0	0	0	2
<b>TOTALES</b>		<b>60</b>	<b>49</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>44</b>	<b>17</b>	<b>200</b>
<b>RESUMEN</b>		<b>60</b>	<b>49</b>	<b>91</b>						<b>200</b>

## RESUMEN

### 1. DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE
TP	60	30%
TC	49	25%
TNC	91	46%
<b>200</b>		<b>100%</b>

## DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO

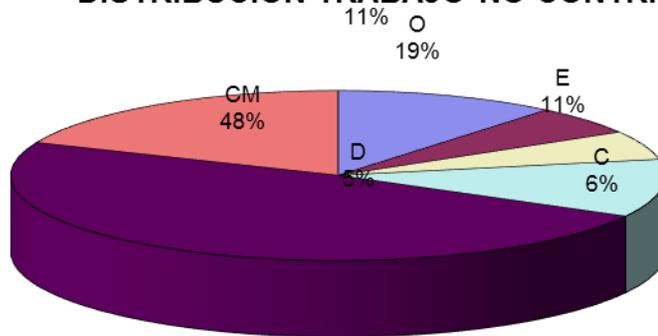


### 1. DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE	DESCRIPCION
E	10	11%	ESPERANDO
C	5	5%	CONVERSANDO
D	5	5%	DESCANSANDO
S	10	11%	SSHII
CM	44	48%	CAMINANDO
O	17	19%	OTROS

91                      100%

### DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO



**3° TOMA DATOS**

**TARRAJEO DE MUROS - MEDICION DE LA DISTRIBUCION DE ACTIVIDADES**

**OBRA :** EDIFICIO RAYGADA  
**FECHA:** FEBRERO 2011  
**PARTIDA:** TARRAJEO DE MURO  
**HORA INICIO:** 9:17:00 a. m.  
**HORA TERMINO:** 10:51:00 a. m.  
**PERIODO:** 01 Minuto  
**NUMERO MUESTRAS:** 100  
**CUADRILLA:** 02 OP

LEYENDA TRABAJO NO CONTRIBUTORIO			
E	ESPERANDO	S	SSHH
C	CONVERSANDO	CM	CAMINANDO
D	DESCANSANDO	O	OTROS

Nro	HORA	TP	TC	TNC						TOTAL CUADRILLA
				E	C	D	S	CM	O	
1	9:17:00	0	1	1	0	0	0	0	0	2
2	9:18:00	0	1	1	0	0	0	0	0	2
3	9:19:00	1	0	1	0	0	0	0	0	2
4	9:20:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
5	9:21:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
6	9:22:00	1	0	1	0	0	0	0	0	2
7	9:23:00	1	0	1	0	0	0	0	0	2
8	9:24:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
9	9:25:00	1	0	1	0	0	0	0	0	2
10	9:26:00	1	0	0	0	0	0	0	1	2
11	9:27:00	1	0	0	0	0	0	0	1	2
12	9:28:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
13	9:29:00	2	0	0	0	0	0	1	0	3
14	9:30:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
15	9:31:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
16	9:32:00	0	1	0	0	0	0	0	0	1
17	9:33:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
18	9:34:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
19	9:35:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
20	9:36:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
21	9:37:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
22	9:38:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
23	9:39:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
24	9:40:00	0	1	0	0	0	1	0	0	2
25	9:41:00	0	1	0	0	0	1	0	0	2
26	9:42:00	0	1	0	0	0	1	0	0	2
27	9:43:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2

28	9:44:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
29	9:45:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
30	9:46:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
31	9:47:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
32	9:48:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
33	9:49:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
34	9:50:00	0	0	0	1	0	0	1	0	2
35	9:51:00	0	1	0	0	0	0	0	1	2
36	9:52:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
37	9:53:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
38	9:54:00	0	2	0	0	0	0	0	0	2
39	9:55:00	0	2	0	0	0	0	0	0	2
40	9:56:00	0	2	0	0	0	0	0	0	2
41	9:57:00	0	2	0	0	0	0	0	0	2
42	9:58:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
43	9:59:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
44	10:00:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
45	10:01:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
46	10:02:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
47	10:03:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
48	10:04:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
49	10:05:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
50	10:06:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
51	10:07:00	0	0	0	0	2	0	0	0	2
52	10:08:00	0	0	0	0	2	0	0	0	2
53	10:09:00	0	0	0	0	1	0	0	1	2
54	10:10:00	0	0	0	0	1	0	1	0	2
55	10:11:00	0	0	0	0	2	0	0	0	2
56	10:12:00	0	0	1	0	0	0	1	0	2
57	10:13:00	0	0	1	0	0	0	0	1	2
58	10:14:00	0	0	1	0	0	0	1	0	2
59	10:15:00	0	0	0	0	1	0	0	1	2
60	10:16:00	0	1	0	0	1	0	0	0	2
61	10:17:00	0	1	0	0	0	0	1	0	2
62	10:18:00	1	0	0	0	0	0	0	1	2
63	10:19:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
64	10:20:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
65	10:21:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
66	10:22:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
67	10:23:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
68	10:24:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
69	10:25:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
70	10:26:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
71	10:27:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
72	10:28:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
73	10:29:00	0	0	0	0	0	0	2	0	2
74	10:30:00	0	0	0	0	0	0	2	0	2
75	10:31:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2

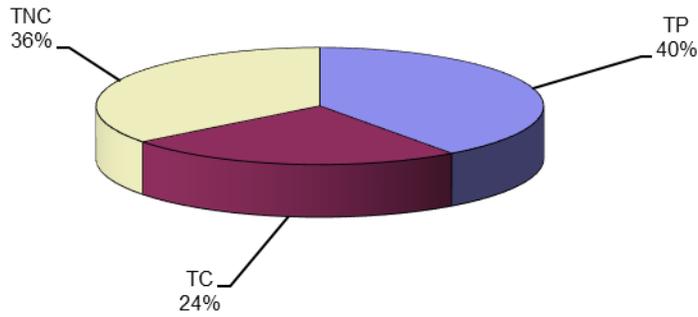
76	10:32:00	1	0	0	0	0	0	1	0	2
77	10:33:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
78	10:34:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
79	10:35:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
80	10:36:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
81	10:37:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
82	10:38:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
83	10:39:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
84	10:40:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
85	10:41:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
86	10:42:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
87	10:43:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
88	10:44:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
89	10:45:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
90	10:46:00	2	0	0	0	0	0	0	0	2
91	10:47:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
92	10:48:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
93	10:49:00	1	1	0	0	0	0	0	0	2
94	10:50:00	0	0	0	1	0	0	1	0	2
95	10:51:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
96	10:52:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
97	10:53:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
98	10:54:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
99	10:55:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
100	11:55:00	0	0	0	0	0	0	1	1	2
<b>TOTALES</b>		<b>80</b>	<b>49</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>3</b>	<b>30</b>	<b>17</b>	<b>200</b>
<b>RESUMEN</b>		<b>80</b>	<b>49</b>	<b>71</b>						<b>200</b>

## RESUMEN

### 1. DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE
TP	80	40%
TC	49	25%
TNC	71	36%
	<b>200</b>	<b>100%</b>

## DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO



### 1. DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO

TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE	DESCRIPCION
<b>E</b>	9	13%	ESPERANDO
<b>C</b>	2	3%	CONVERSANDO
<b>D</b>	10	14%	DESCANSANDO
<b>S</b>	3	4%	SSHH
<b>CM</b>	30	42%	CAMINANDO
<b>O</b>	17	24%	OTROS

71                      100%

## DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO



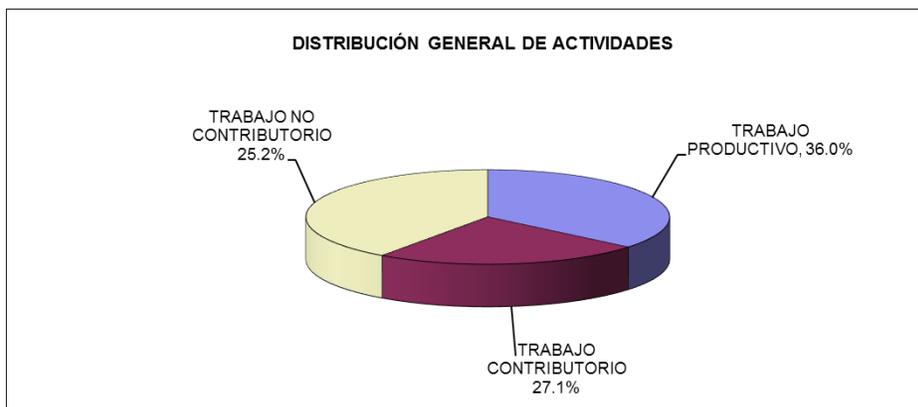
## RESUMEN GENERAL DISTRIBUCION ACTIVIDADES

### DISTRIBUCION GENERAL DE ACTIVIDADES

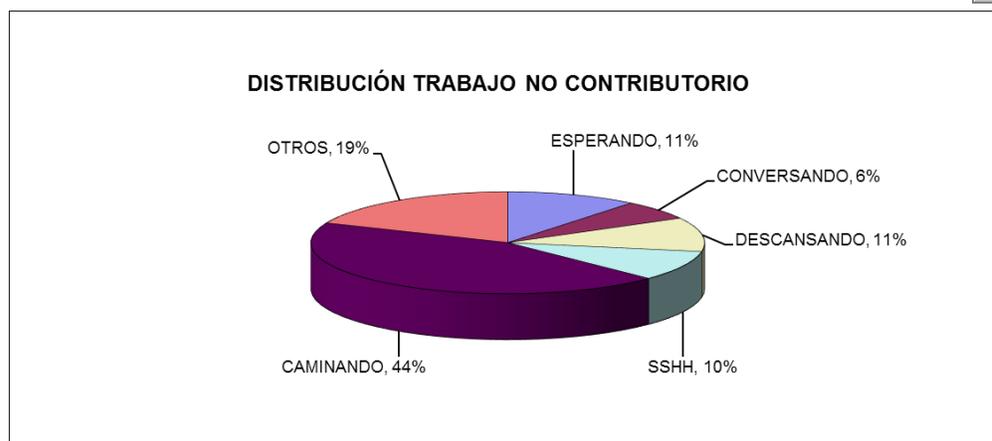
Descripción	TP	TC	TNC
1er Toma	76	45	79
2do Toma	60	49	91
3er Toma	80	49	71
<b>TOTALES</b>	<b>216</b>	<b>143</b>	<b>241</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>36.0%</b>	<b>23.8%</b>	<b>40.2%</b>

### RESUMEN

TRABAJO PRODUCTIVO	36.0%
TRABAJO CONTRIBUTORIO	23.8%
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	40.2%
	<b>100%</b>



Actividades		1er Toma	2do Toma	3er Toma	TOTALES	%
ESPERANDO	E	7	10	9	26	11%
CONVERSANDO	C	8	5	2	15	6%
DESCANSANDO	D	11	5	10	26	11%
SSHH	S	10	10	3	23	10%
CAMINANDO	CM	32	44	30	106	44%
OTROS	O	11	17	17	45	19%
					<b>241</b>	<b>100%</b>



# ANEXO IV: COLOCACION DE CONCRETO

## CATA BALANCE INICIO - COLOCACION DE CONCRETO

**OBRA :** EDIFICIO RAYGADA  
**FECHA:** FEBREO 2011  
**PARTIDA:** COLOCACION DE CONCRETO  
**HORA INICIO:** 9:30:00 a. m.  
**HORA TERMINO:** 11:09:00 a. m.  
**PERIODO:** 01 Minuto  
**NUMERO MUESTRAS:** 100  
**CUADRILLA:** 03 OP + 02 OF + 11 PEON

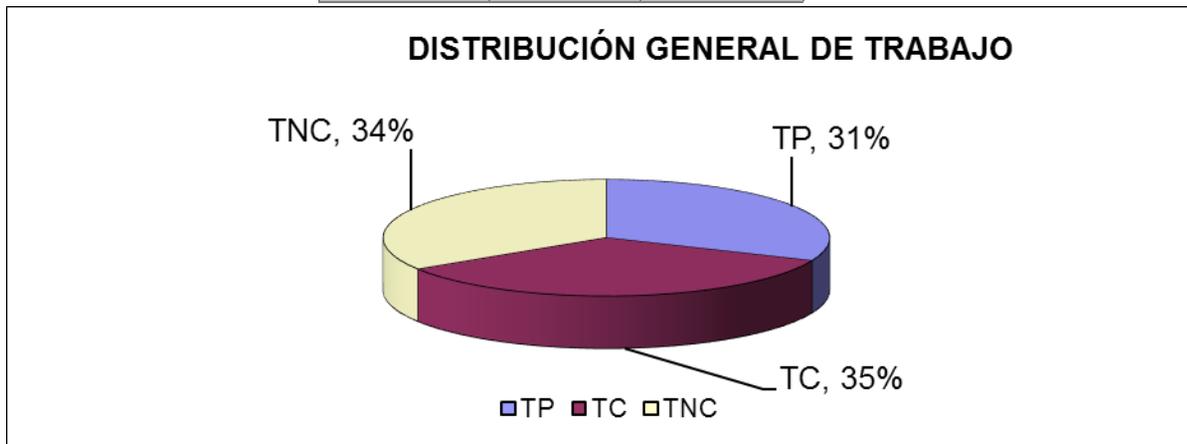
Nro	HORA	OP 1 - Abastecimiento	OP 2 - Buguis	OP 3 - Buguis	PEON 1 - Mezclado	PEON 2 - vibrado	PEON 3	PEON 4	PEON 5	PEON 6	PEON 7	PEON 8	PEON 9	PEON 10 - reglado	PEON 11 -reglado
1	1:30:00	5	9	9	1	11	1	1	5	1	1	1	4	1	1
2	1:31:00	5	9	8	1	11	1	1	5	1	1	1	4	1	1
3	1:32:00	1	9	13	1	11	1	10	4	10	1	10	1	12	1
4	1:33:00	1	8	9	1	11	10	5	4	5	1	5	10	12	12
5	1:34:00	5	9	8	8	11	10	10	10	10	1	5	10	12	12
6	1:35:00	5	8	13	8	1	10	5	5	5	1	10	10	12	12
7	1:36:00	5	9	9	8	11	10	10	10	5	5	5	10	12	12
8	1:37:00	5	8	8	2	11	5	5	10	10	10	10	5	12	12
9	1:38:00	5	9	13	2	1	10	1	10	5	5	1	10	12	12
10	1:39:00	5	8	1	2	1	1	10	1	10	10	5	5	13	12
11	1:40:00	1	9	1	2	1	1	5	1	1	5	5	1	13	12
12	1:41:00	5	8	9	8	11	1	10	10	1	5	1	1	13	13
13	1:42:00	5	5	8	1	1	10	10	10	1	1	10	1	12	13
14	1:43:00	5	5	13	8	11	5	1	1	5	1	10	5	12	13
15	1:44:00	5	5	9	2	11	10	1	1	5	5	5	10	12	13
16	1:45:00	5	5	8	2	11	5	10	1	10	5	10	5	12	13
17	1:46:00	1	9	13	2	11	10	5	5	5	1	5	5	13	12
18	1:47:00	1	8	9	1	11	5	10	10	10	10	5	1	13	12
19	1:48:00	13	1	8	1	1	10	1	10	10	10	10	1	12	12

20	1:49:00	13	1	13	1	1	10	1	5	10	10	5	5	12	12
21	1:50:00	13	1	9	8	1	10	10	5	1	10	10	5	12	12
22	1:51:00	13	9	5	8	1	1	5	5	10	5	10	1	13	12
23	1:52:00	5	9	5	1	11	3	10	10	10	5	5	10	13	12
24	1:53:00	5	9	9	1	11	2	5	1	5	2	1	5	3	12
25	1:54:00	5	8	9	8	11	2	5	1	1	2	1	10	3	12
26	1:55:00	5	9	9	1	1	5	10	5	1	10	5	5	3	12
27	1:56:00	5	8	9	8	1	10	5	5	1	5	10	5	3	12
28	1:57:00	5	9	9	1	1	5	10	10	10	10	10	10	1	12
29	1:58:00	5	8	8	1	1	10	5	5	5	10	10	10	12	1
31	2:00:00	5	8	8	1	1	10	1	5	1	10	10	1	12	1

**RESUMEN**

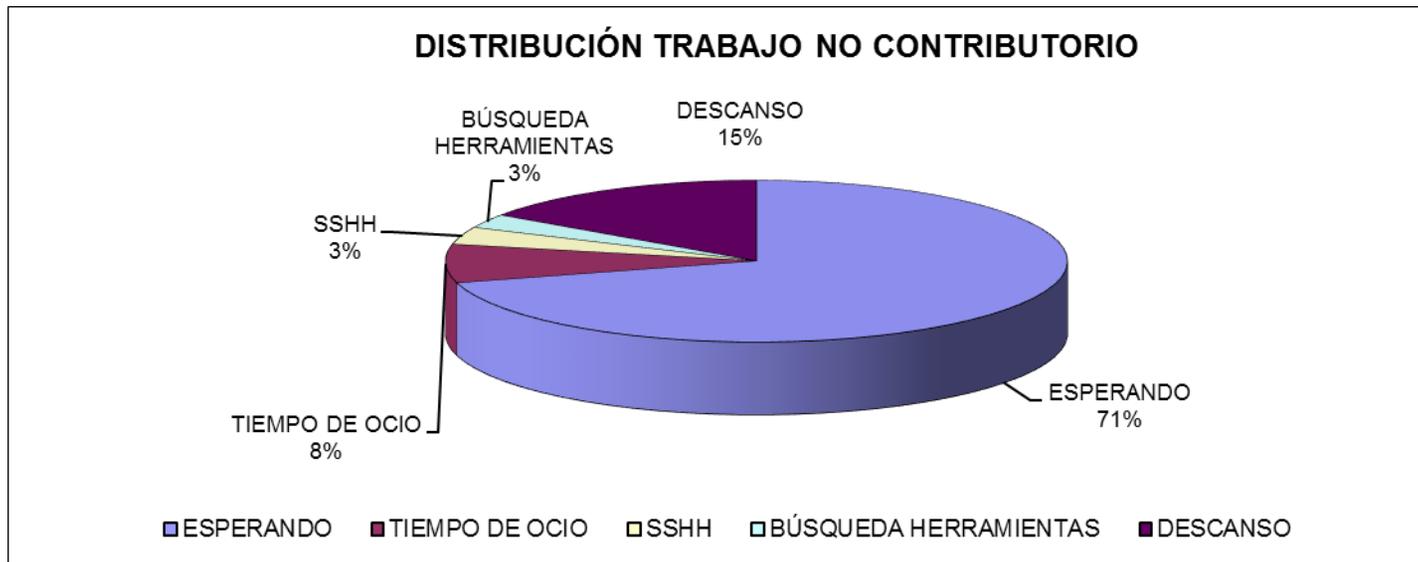
**DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO**

	TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE	
TP	TP	132	31%	
TC	TC	145	35%	
TNC	TNC	143	34%	
	<b>TOTAL</b>	<b>420</b>	<b>100%</b>	



**DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO**

	TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE	DESCRIPCION
1	1	101	71%	ESPERANDO
2	2	11	8%	TIEMPO DE OCIO
3	3	5	3%	SSHH
4	4	4	3%	BUSQUEDA HERRAMIENTAS
13	13	22	15%	DESCANSO
	<b>TOTAL</b>	<b>143</b>	<b>100%</b>	



**CATA BALANCE FINAL - COLOCACION DE CONCRETO**

Nro	HORA	OP 1 - Abastecimiento	OP 2 - Buguis	OP 3 - Buguis	PEON 1 - Mezclado	PEON 2 - vibrado	PEON 3	PEON 4	PEON 5	PEON 6	PEON 7	PEON 8	PEON 10 - reglado
1	1:30:00	5	9	7	1	11	1	1	5	1	1	1	1
2	1:31:00	5	9	7	1	11	1	1	5	1	1	1	12
3	1:32:00	1	9	7	8	11	1	10	4	10	1	10	12
4	1:33:00	1	8	7	8	1	10	5	4	5	1	5	12
5	1:34:00	5	9	1	8	1	10	10	10	10	1	5	12
6	1:35:00	5	9	1	8	1	10	5	5	5	1	10	12
7	1:36:00	5	9	1	8	11	10	10	10	5	5	5	12
8	1:37:00	5	8	1	2	11	5	5	10	10	10	10	12
9	1:38:00	5	9	7	2	1	10	1	10	5	5	1	12
10	1:39:00	5	8	7	2	1	1	10	1	10	10	5	12
11	1:40:00	1	9	1	2	1	1	5	1	1	5	5	12
12	1:41:00	5	8	7	8	11	1	10	10	1	5	1	13
13	1:42:00	5	5	7	1	1	10	10	10	1	1	10	12
14	1:43:00	5	5	7	8	11	5	1	1	5	1	10	12
15	1:44:00	5	5	7	2	11	10	1	1	5	5	5	12
16	1:45:00	5	5	1	2	11	5	10	1	10	5	10	12
17	1:46:00	1	9	1	2	11	10	5	5	5	1	5	13
18	1:47:00	1	8	7	1	11	5	10	10	10	10	5	13
19	1:48:00	13	1	7	1	1	10	1	10	10	10	10	12
20	1:49:00	13	1	7	8	1	10	1	5	10	10	5	12
21	1:50:00	13	1	7	8	1	10	10	5	1	10	10	12
22	1:51:00	13	9	7	8	1	1	5	5	10	5	10	13
23	1:52:00	5	9	1	1	11	3	10	10	10	5	5	13
24	1:53:00	5	9	1	1	11	2	5	1	5	2	1	3
25	1:54:00	5	8	7	8	11	2	5	1	1	2	1	3
26	1:55:00	5	9	7	1	1	5	10	5	1	10	5	3
27	1:56:00	5	8	7	8	1	10	5	5	1	5	10	3

LEYENDA TRABAJO NO CONTRIBUTORIO			
1	ESPERANDO	3	SSHH
2	TIEMPO DE OCIO	4	TRABAJO REHECHO
13	DESCANSO		

LEYENDA TRABAJO CONTRIBUTORIO			
5	TRANSPORTE HORIZONTAL	8	MEZCLADO
6	COLOCACION DE CHUTE	9	DOSIFICACION
7	ACOMODAR BUGUIS		

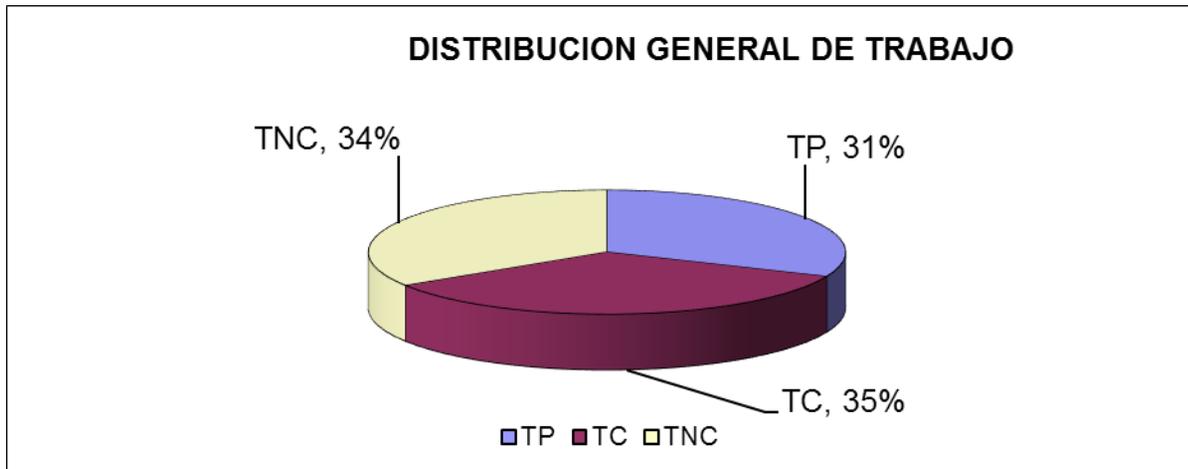
LEYENDA TRABAJO PRODUCTIVO			
10	VACIADO DE CONCRETO		
11	VIBRADO DE CONCRETO		
12	REGLADO		

28	1:57:00	5	9	1	8	1	5	10	10	10	10	10	12
29	1:58:00	5	8	1	1	1	10	5	5	5	10	10	12
31	2:00:00	5	8	7	1	1	10	1	5	1	10	10	12

## RESUMEN

### DISTRIBUCION GENERAL DE TRABAJO

	TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE	
TP	TP	104	29%	
TC	TC	136	38%	
TNC	TNC	120	33%	
	TOTAL	360	100%	



**DISTRIBUCION TRABAJO NO CONTRIBUTORIO**

	TOTAL CANTIDADES		PORCENTAJE	DESCRIPCION
1	1	93	78%	ESPERANDO
2	2	11	9%	TIEMPO DE OCIO
3	3	5	4%	SSHH
4	4	2	2%	BUSQUEDA HERRAMIENTAS
13	13	9	8%	DESCANSO
	<b>TOTAL</b>	<b>120</b>	<b>100%</b>	

