

PRÁCTICA EMPRESARIAL

**ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS EN CONSTRUCCIONES
APORTICADAS**

ROMÁN ARTURO SANDOVAL JURADO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA 2006**

PRÁCTICA EMPRESARIAL

**ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS EN CONSTRUCCIONES
APORTICADAS**

ROMÁN ARTURO SANDOVAL JURADO

**Trabajo de grado realizado en modalidad de práctica empresarial como requisito
para obtener el título de Ingeniero Civil**

Director:

Ing. M.Sc. GUILLERMO MEJÍA AGUILAR

Tutor:

Arq. OSVALDO PEDRAZA COTRINO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA 2006**

AGRADECIMIENTOS

A mi madre que ha sabido luchar tanto tiempo y sin desfallecer para que mis sueños puedan hacerse realidad. A mis hermanos quienes con su silencioso apoyo han estado expectantes en la realización de mis sueños. A mis tías por reconocer el sacrificio y la colaborar tanto como lo supieron hacer.

A mi esposa Sonia Milena quien con su valioso apoyo y espera ha contribuido en gran parte con la realización de mis sueños; a mis hijos Juan Camilo y Juan Daniel quienes se han convertido en mi razón de vivir y de hacer las cosas bien.

A mis maestros de universidad por ayudarme a ver el mundo de unas dimensiones que sin su ayuda hubiesen sido bastante mal interpretadas. A mis compañeros y amigos, por que en cada uno de ellos pude reconocer a un igual que luchaba día a día por obtener sus propios triunfos.

Especialmente al doctor Álvaro Beltrán Pinzón quien ha confiado en mis capacidades y me ha ofrecido la oportunidad de demostrar mi labor dentro de su gran compañía; Al Dr. Álvaro Andrés Beltrán garcía por estar siempre impulsándome en las labores realizadas y por confiar tanto en mi trabajo; A mis compañeros de trabajo quienes han sido para mi como mis segundos maestros.

A todas las personas que de una u otra forma se han cruzado en mi camino y han colaborado en algo para que mi formación y mi vida sean integrales.

Gracias.

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	12
1. MARCO TEORICO.....	13
1.1. LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL EN COLOMBIA.....	13
1.2. EL PROYECTO DE CONSTRUCCION.....	14
1.3. MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS.....	18
1.3.1 Ruta de análisis.....	20
1.4. EL METODO DEL TRABAJO.....	22
1.5. RETOS.....	26
2. PLANIFICACION DEL PROYECTO.....	27
2.1 EL DISEÑO.....	27
2.2. COSTOS DEL PROYECTO.....	28
2.2.1 Análisis de precios unitarios.....	28
2.2.2 Presupuesto.....	31
2.2.3 La matriz de priorizacion.....	33
2.3 PROGRAMACION DE LA OBRA.....	37
2.4 EL PLAN DE INSPECCION Y ENSAYO.....	38
3. EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.....	42
3.1 NECESIDAD DE LAS MEJORAS DE METODOS.....	46
3.2 ANALISIS DE METODOS DE TRABAJO.....	47
3.2.1 Escoger el trabajo a mejorar.....	50
3.2.2 Análisis del trabajo y cada uno de los métodos.....	51
3.3 METODOS DE REGISTRO.....	51
3.3.1 Descripción del proceso.....	52
3.3.2 Esquema de circulación.....	55
3.3.3 Memoria fotográfica del avance del proceso.....	59
3.3.4 El avance de las actividades.....	68
4. ANALISIS CRITICA DEL PROCESO.....	73
4.1 CUESTIONARIO DE ANALISIS DE PROCESOS.....	73

4.1.1	Proceso.....	73
4.1.2	Gama de operaciones.....	73
4.1.3	Diseño.....	74
4.1.4	Materiales.....	74
4.1.5	Trasportes internos.....	76
4.1.6	Instrucciones.....	77
4.1.7	Control.....	78
4.1.8	condiciones de trabajo.....	79
4.2	ANALISI DE LAS TAREAS DEL PROCESO.....	80
5.	ANALISIS DE LOS DESPILFARROS.....	83
5.1	DEFINICION.....	83
5.2	EL DESPILFARRO 5QMS.....	83
5.2.1	Relacionado con los materiales.....	84
5.2.2	Relacionados con la calidad.....	87
5.2.3	Relacionados con las personas.....	88
5.2.4	Relacionados con la seguridad.....	89
6.	ANALISIS DE COSTOS.....	90
7.	ELABORACIÓN DE UN NUEVO METODO.....	93
7.1	LA DESCRIPCION DEL NUEVO METODO.....	95
7.2	ESQUEMA DE CIRCULACION METODO PROPUESTO.....	97
7.3	AVANCE DE ACTIVIDADES METODO PROPUESTO.....	99
7.4	BALANCE DE LA PROPOSICIÓN.....	101
	CONCLUSIONES.....	103
	BIBLIOGRAFIA.....	105
	ANEXOS.....	106

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Análisis de precios unitarios.....	30
Tabla 2. resumen de presupuesto en porcentajes.....	32
Tabla 3. Tabla de puntajes de materiales.....	35
Tabla 4. Cuadro organización puntajes en porcentaje.....	36
Tabla 5. Matriz de priorización.....	37
Tabla 6. El plan de inspección y ensayo.....	41
Tabla 7. Descripción del proceso para la elaboración de losa aligerada (Método actual).....	54
Tabla 8. Análisis de los desperdicios de concreto en obra.....	84
Tabla 9. Costos estructura presupuestado Vrs. Ejecutado.....	90
Tabla 10. Costos losa aligerada de entepiso.....	91
Tabla 11. Descripción del proceso losa aligerada (método propuesto).....	95
Tabla 12. Descripción del proceso para la elaboración de columnas (Método actual).....	118
Tabla 13. Descripción del proceso columnas (método propuesto).....	123
Tabla 14. Descripción del proceso escaleras (método actual).....	131
Tabla 15. Descripción del proceso escaleras (método propuesto).....	136
Tabla 16. Descripción del proceso para la elaboración de Vigas de Cubierta (método actual).....	141
Tabla 17. Descripción del proceso vigas de cubierta (método prop).....	146

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Gestión de los procesos.....	15
Figura 2. Costos en ingeniería de construcción.....	17
Figura 3. El sistema de la construcción.....	18
Figura 4. Tareas, procesos, operaciones.....	19
Figura 5. Relación entre eficiencia eficacia y productividad.....	22
Figura 6. El procedimiento para mejorar procesos productivos.....	48
Figura 7. Secuencia básica para la mejora de métodos.....	49
Figura 8. Esquema de circulación losa aligerada (método actual).....	58
Figura 9. Almacenamiento de hierro y selección para cada elemento.....	59
Figura 10. Almacenamiento y armada de cama para losa.....	59
Figura 11. Colocación de malla y amarre de hierro.....	60
Figura 12. Nivelación de la plataforma.....	60
Figura 13. Colocación instalaciones sanitarias.....	61
Figura 14. Almacenamiento transporte y colocación de casetón de Guadua.....	61
Figura 15. arreglo de casetón.....	62
Figura 16. almacenamiento de concreto.....	62
Figura 17. Retiro de casetón y fundida torta inferior.....	63
Figura 18. vibrado torta.....	63
Figura 19. Colocación de casetón luego de la torta inferior.....	64
Figura 20. bombeo de concreto.....	64
Figura 21. bombeo de concreto para vigas y viguetas.....	65
Figura 22. Colocación malla superior.....	65
Figura 23. Colocación instalaciones hidrosanitarias.....	65
Figura 24. Toma de muestras.....	66

Figura 25. Verificación de niveles.....	66
Figura 26. Fundida y nivelación torta superior.....	67
Figura 27. el proceso repetitivo.....	68
Figura 28. Modelos gráficos de procesos.....	69
Figura 29. Avance de actividades losa aligerada (método actual).....	72
Figura 30. Análisis de las operaciones losa aligerada.....	82
Figura 31. El análisis de los desperdicios.....	85
Figura 32. Los productos de mala calidad.....	87
Figura 33. Relación entre las etapas de crítica y de elaboración.....	94
Figura 34. Esquema de circulación losa aligerada (método propuesto).....	98
Figura 35. Avance de obra losa aligerada (método propuesto).....	100
Figura 36. Esquema de circulación columnas (método actual).....	120
Figura 37. El diagrama de avance columnas (método actual).....	122
Figura 38. Esquema de circulación columnas (método propuesto).....	125
Figura 39. Avance de obra columnas (método propuesto).....	127
Figura 40. Amarre de hierro.....	128
Figura 41. Colocación de formaleta y nivelación.....	128
Figura 42. Almacenamiento de concreto en mezclador.....	129
Figura 43. renivelar y trancar formaleta.....	129
Figura 44. Fundir columna.....	130
Figura 45. Esquema de circulación escaleras (método actual).....	133
Figura 46. Avance de obra escaleras (método actual).....	135
Figura 47. Esquema de circulación escaleras (método propuesto).....	138
Figura 48. Avance de obra escaleras (método propuesto).....	140
Figura 49. Diagrama de recorrido vigas de cubierta (método actual).....	143
Figura 50. Avance de obra vigas de cubierta (método actual).....	145
Figura 51. Esquema de circulación vigas de cubierta (método prop).....	147
Figura 52. Diagrama de avance vigas de cubierta (método propuesto).....	149

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Presupuesto de obra.....	106
Anexo B. Programación de la obra.....	117
Anexo C. El mejoramiento columnas.....	118
Anexo D. El mejoramiento escaleras.....	131
Anexo E. El mejoramiento vigas de cubierta.....	141

RESUMEN

TITULO:

ANÁLISIS Y MEJORAMIENTO DE PROCESOS EN CONSTRUCCIONES APORTICADAS*

AUTOR:

SANDOVAL JURADO, Román Arturo **

PALABRAS CLAVES:

CONCRETO REFORZADO.
ESTRUCTURA APORTICADA.
MEJORAMIENTO.
PROCESO.

COSTO DIRECTO.
EFICIENCIA.
PROYECTO.
TAREA.

DESCRIPCIÓN.

Mejorar siempre representa para las empresas ahorro en tiempo y en dinero, entre otras cosas, para de esta manera poder ser más competitivos en el mercado, y por ende prestar servicios más eficientes y de buena calidad. Este proyecto evaluó el desarrollo de las actividades propias de la estructura de la obra, teniendo en cuenta los materiales críticos (concreto y acero) de una construcción en sistema aporticado tradicional: el proyecto Belho Palmar de BP. CONSTRUCTORES SA. Y como aporte se elaboro un dossier de análisis de los procesos seleccionados del proyecto.

Este proyecto cubre la totalidad de los procesos que se involucran en la elaboración de la estructura de del edificio y consta de varios pasos importantes a seguir como son: descripción del proceso, diagrama de recorrido y avance de actividades, tanto para el método utilizado actualmente como para el propuesto, soportando este ultimo en una critica de cada una de las tareas realizadas por los operadores en la transformación de la materia prima en productos tangibles. Además se cuantifican los desperdicios y se presenta un análisis detallado de los desperdicios del concreto, siendo la losa aligerada de entrepiso la que más lo produjo debido a la deficiente manipulación del aligerado.

Según el Balance de proposición podemos llegar a la conclusión, en términos económicos, que el método propuesto presenta un ahorro significativo para el proceso, y a su vez permite realizar una serie de planteamientos que pueden llegar a ser de mucha utilidad en el momento de aplicar la nueva metodología en la elaboración de los procesos en nuevos proyectos.

* Proyecto de grado modalidad practica empresarial.

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil, Ing. M.Sc. Guillermo Mejía Aguilar.

SUMMARY

TITLE: ANALYSIS AND IMPROVEMENT OF PROCESSES IN CONSTRUCTIONS APORTICADAS*

AUTHOR: SANDOVAL JURADO, Román Arturo**

KEY WORDS:

SUM UP REINFORCED	DIRECT COST
APORTICADA STRUCTURES.	EFFICIENCY.
IMPROVEMENT.	PROJECT.
PROCESS.	TASK.

DESCRIPTION.

To improve always represents for the companies saving in time and in money, among other things, for this way to be able to be more competitive in the market, and for ende to lend more efficient services and of good quality. This project evaluated the development of the activities characteristic of the structure of the work, keeping in mind the critical materials (I sum up and steel) of a construction in system traditional aporticado: the project Belho Palmar of BP. BUILDING INC. And like contribution you elaborates a dossier of analysis of the selected processes of the project.

This project covers the entirety of the processes that you/they are involved in the elaboration of the structure of of the building and it consists from several important steps to continue like they are: description of the process, journey diagram and advance of activities, so much for the method used at the moment like for the one proposed, supporting this I finish in one it criticizes of each one of the tasks carried out by the operators in the transformation of the matter it prevails in tangible products. They are also quantified the waste and a detailed analysis of the waste of the concrete is presented, being the unloaded flagstone of entrepiso the one that more it produced it due to the faulty manipulation of the one unloaded.

According to the proposition Balance we can reach the conclusion, in economic terms that the proposed method presents a significant saving for the process, and in turn he/she allows to carry out a series of positions that you/they can end up being of a lot of utility in the moment to apply the it moves methodology in the elaboration of the processes in new projects.

* Project of grade modality practices managerial.

** Ability of Physical-mechanical Engineerings, School of Civil Engineering, Engineer M.Sc. Guillermo Mejia Aguilar.

GLOSARIO

AGREGADO: Conjunto de partículas inertes, naturales o artificiales apropiadas para la fabricación del hormigón.

AYUDANTE: Obrero raso, que esta para asistir al oficial en lo que necesite.

BOMBEO: transporte de concreto a través de un camión auto bomba

CAMION AUTOBOMBA: Es un camión que consta de una bomba impulsadota de concreto y una manguera flexible.

CONCRETO: mezcla de cemento Pórtland como sustancia aglutinadora, agregado fino (arena), agregado grueso (triturado) y agua. Algunos autores también incluyen el aire como una sustancia que lo compone, ya que la cantidad de aire incluida dentro del concreto debe ser controlada para garantizar la resistencia requerida.

CONCRETO REFORZADO: concreto cuyas capacidades de resistencia estructural son optimizadas con el uso de refuerzo con acero estructural.

CONTRATISTA: persona que por contrato es la responsable de la ejecución de una obra, material o de proveer algún servicio para alguna corporación.

COSTO DIRECTO: es el costo de los materiales, la mano de obra y el equipo necesario para la realización de un proceso productivo.

DOSSIER: Procedimiento a seguir para la presentación de un Informe o expediente

ESTRUCTURA APORTICADA: conjunto de pórticos (vigas columnas y placas) que conforman un edificio.

EFICIENCIA: medida para el aprovechamiento de los recursos.

FORMALETA: elemento que hace la función de molde en elementos estructurales de edificaciones, dentro del cual se vacía el concreto.

FRAGUADO: cambio del estado fluido al estado rígido de una pasta de cemento, mortero o concreto, que implica pérdida de plasticidad.

HIERRO: termino utilizado comúnmente para referirse a las varillas de refuerzo que vienen en pulgadas, ya que anteriormente se utilizaba el hierro como principal elemento para el refuerzo de estructuras, pero debido a que su tipo de rotura no es suficientemente dúctil, las investigaciones de aleaciones con carbono llevaron a la utilización del acero como material indispensable para el reforzamiento de estructuras.

MALLA ELECTROSOLDADA: malla formada con varillas de diámetro milimétrico unidas entre si formando ángulos rectos, mediante un proceso de electrosoldado con espaciamentos exactamente definidos. La electrosoldadura es una combinación de fusión eléctrica y presión en la intersección de las varillas. La malla electrosoldada se usa como refuerzo por temperatura en el sistema tradicional.

MIXER: significa “mezcladora” en inglés y es un término muy utilizado en el medio para referirse al camión mezclador.

OFICIAL: persona que trabaja en un oficio manual, con un proceso de aprendizaje culminado pero sin ser maestro aun.

PROCESO: serie de actividades consecuentes, que requieren de un orden, un procedimiento, transformar los recursos en productos tangibles.

SISTEMA TRADICIONAL: sistema constructivo in situ, en el cual los principales elementos estructurales son columnas, vigas y placas aligeradas.

INTRODUCCION

Uno de los principales problemas que se presentan hoy día en las empresas del país es el no tener un control estricto sobre los procesos productivos que se llevan a cabo en la cotidianidad de las mismas. Es por esto que el presente libro va enfocado hacia la proposición de una mejora en las actividades propias de las construcciones de edificaciones aporticadas que constituyen un gran porcentaje de la totalidad de las construcciones del país.

Las construcciones aporticadas constan de varias operaciones que se basan en una serie de procesos, los cuales tienen un fundamento específico, que será planteado por medio de un adecuado procedimiento para luego tratar de proponer algunas mejoras que se verán reflejadas en edificaciones posteriores de la compañía o de otras compañías que deseen aplicar mejoras a este tipo de procesos.

En el presente libro contiene todos los pasos que se llevan a cabo para la elaboración de un proyecto desde la fase de planificación, programación, ejecución y control de las actividades propias del estudio en mención.

Para el análisis y mejora de los procesos tendremos en cuenta muchos factores importantes que intervienen en la construcción de este tipo de elementos tales como el factor humano, los materiales, los espacios y los tiempos de ejecución de los mismos. Adicionalmente tendremos en cuenta el entorno social, político y económico del país para poder evaluar las causas que puedan afectar al proceso externamente.

Finalmente el ejemplar contiene una serie de aportes que pueden servir de guía para tener especial cuidado en la elaboración de este tipo de edificaciones y a su vez obtener los mejores resultados en la ejecución del proceso.

1. MARCO TEORICO

1.1 LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL EN COLOMBIA

La construcción en Colombia, al igual que en el resto del mundo es hoy por hoy sinónimo de progreso y soporte de la economía de los habitantes del mismo. Es por esto que a menudo se están buscando métodos que fortalezcan esta actividad y ayuden a la optimización de la misma dentro de las normativas que la rigen.

Una de las alternativas más utilizadas para la construcción de vivienda en nuestro país, y la mas reconocida, es aquella que se conoce como construcción aporticada tradicional, la cual esta conformada por una serie de pórticos (vigas y columnas) perfectamente rigidizadas en sus nodos, y sus placas se distinguen por estar compuestas por una serie de vigas y viguetas que, a su vez, están separadas por una especie de formaleta no recuperable llamada casetón lo que hace a la estructura de gran volumen un poco mas liviana.

La construcción de este tipo de estructuras se ha realizado desde tiempos inmemorables y por lo general las técnicas usadas para elaborar este tipo de productos se han convertido en una rutina para aquellos que ejercen su profesión en este tipo de trabajos.

Hoy y ante la exigencia que tienen los consumidores, y ante las normas que nos rigen la construcción de estructuras sismorresistentes en Colombia, las empresas de la construcción se están percatando de la importancia que representa para ellas y para el país el alcanzar unos niveles básicos en los estándares de calidad de sus productos, y por tanto, están abriendo sus puertas para que se planteen nuevas ideas con respecto a cada uno de los temas que tienen que ver con la calidad de los productos. Es por esto que ante la inminente llegada del tratado de libre comercio (TLC) los retos que se nos avecinan son muy grandes y los constructores nacionales debemos estar preparados

para competir con la empresa extranjera, obteniendo productos con altos estándares de calidad a precios más competitivos.

1.2. EL PROYECTO DE CONSTRUCCION:

En ocasiones cuando hablamos de proyectos de la construcción nos parece que nos referimos a procesos sencillos donde todos los elementos que la componen son hechos empíricamente y que cualquier persona puede obtener los resultados esperados sin tanto esfuerzo, pero en una sociedad cambiante donde los aspectos económicos y mercantilistas se toman las palazas, se presentan cada vez mas necesidades y aparecen puntos esenciales a los cuales debemos dar gran relevancia:

- La globalización es hoy por hoy uno de los grandes entes que obligan a las empresas a aumentar los índices de calidad ya que la competencia se aumenta cada vez más y los contendores son cada día más fuertes.
- Los clientes por el exceso de oferta que se presenta en las ciudades son cada día más exigentes e inestables.
- Los diseños de las edificaciones cada día son mas novedosos y los materiales cada ves mas resistentes y competitivos.
- La forma como se hacen las cosas cambia constantemente y las empresas deben ajustarse a este tipo de cambios.

Es preciso tener en cuenta que cada uno de los puntos anteriores obliga al constructor moderno a ser más ágil, implementar nuevas técnicas de mercadeo y sobre todo tratar siempre de satisfacer los deseos de los clientes, con productos de buena calidad y que alcancen tiempos de construcción bastante cortos ya que los compromisos con los mismos son inaplazables.

El proyecto de construcción debe ser concebido desde varios puntos de vista a saber, los cuales se deben tener en cuenta a la hora de obtener los mejores resultados.

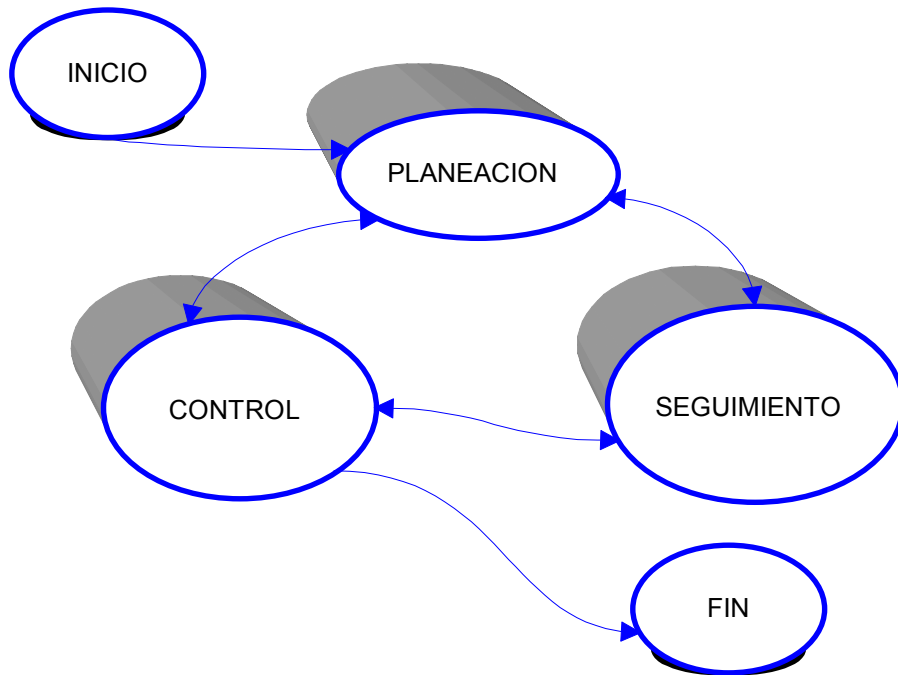


Figura 1. Gestión de los procesos

Uno de los temas que mas afecta hoy día a los proyectos en el sector de la construcción es el tema económico, pues las empresas deben obtener mejores productos con menos recursos económicos, lo que se convierte en un reto para los ingenieros que elaboran los presupuestos de las obras (planeación). Además constituye un gran reto el poder disminuir o reutilizar todo tipo de desperdicios que se producen a lo largo de la actividad productiva (seguimiento) y por ultimo tratar de optimizar las operaciones que se ejecutan dentro de los procesos (control).

Por lo anterior es muy importante que las empresas de la construcción tengan un departamento técnico especializado en la concepción, planificación y elaboración de los presupuestos, y un grupo operativo que pueda llevar a cabo todos los planes

concebidos para la buena ejecución de los proyectos en donde no solo se llegue a optimizar la producción sino que también tengan la capacidad de relacionarse con las personas que trabajan para la elaboración de los productos.

Además de los costos que se incluyen en los presupuestos de obra junto con todos los análisis que se requieren para su soporte es muy importante que se tengan en cuenta los tiempos de producción ya que los clientes requieren entre otras:

- Productos de excelente calidad
- Precios competitivos
- Que el tiempo de producción sea la menor ya que las compras se hacen sobre planos.
- Que las entregas se hagan a tiempo.
- Que los servicios de posventa sean los mejores por que ellos son la base del negocio.

La tendencia es que como los proyectos se venden sobre planos la complejidad en las entregas se hace verdaderamente un trabajo de mucha responsabilidad, hecho que obliga a los constructores a idear planes de organización del tiempo para la ejecución de la obra y la posterior entrega.

Una de las formas que plantea la empresa para dar importancia a los productos tiene que ver con la matriz de priorización de los materiales donde se les adjudica un puntaje a cada uno de los materiales con respecto a todos los materiales concebidos para la construcción, posteriormente ordenarlos descendientemente de acuerdo con la sumatoria de sus puntajes para de esta forma ser graficados de acuerdo a su nivel de importancia, hecho que nos permite ver que tipo de materiales son los mas importantes

y a cuales debemos controlar mas frecuentemente.

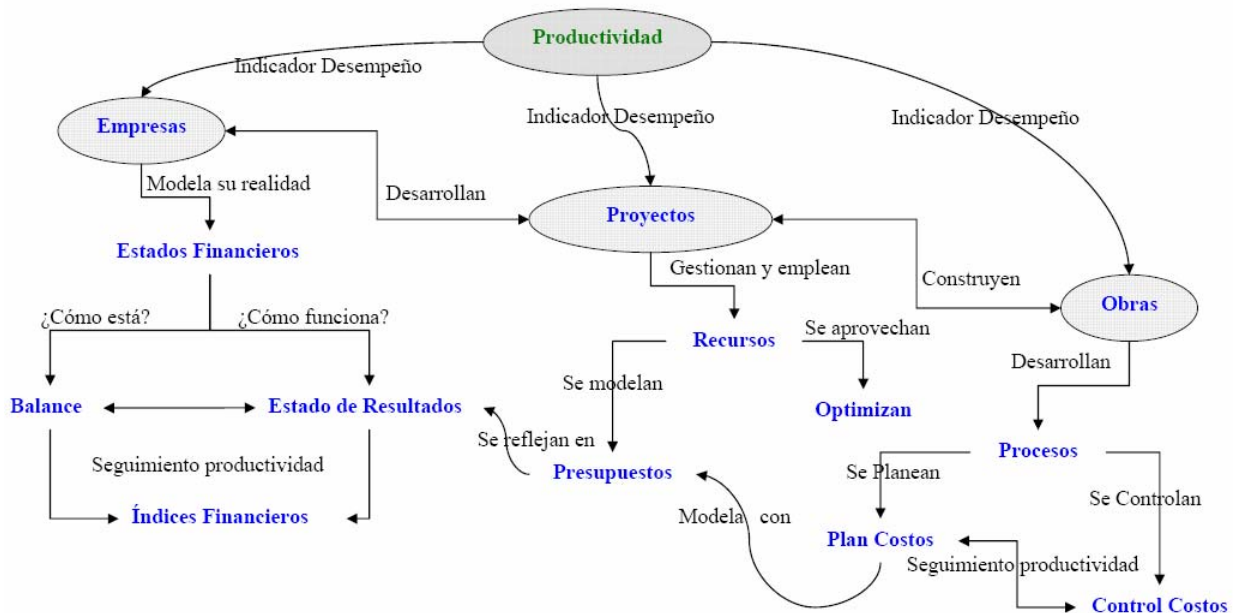


Figura 2. Costos en ingeniería de construcción

La ejecución de las labores junto con el control del tiempo y del costo de los procesos constituyen lo que se llama proyecto de construcción, y con la ayuda de las personas quienes son concebidas hoy como pieza fundamental en la ejecución y concepción del trabajo podemos obtener los mejores resultados.

1.3 MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS:

Para las empresas del sector productivo es de gran importancia el estudio de los métodos y tiempos en la ejecución de los procesos que se llevan a cabo para llegar a obtener el producto final. Es por esto que a lo largo de este informe trataremos de mostrar e implementar el mejoramiento de los procesos que se realizan para la ejecución de construcciones del sistema tradicional (construcciones aporticadas), por medio de materias primas.

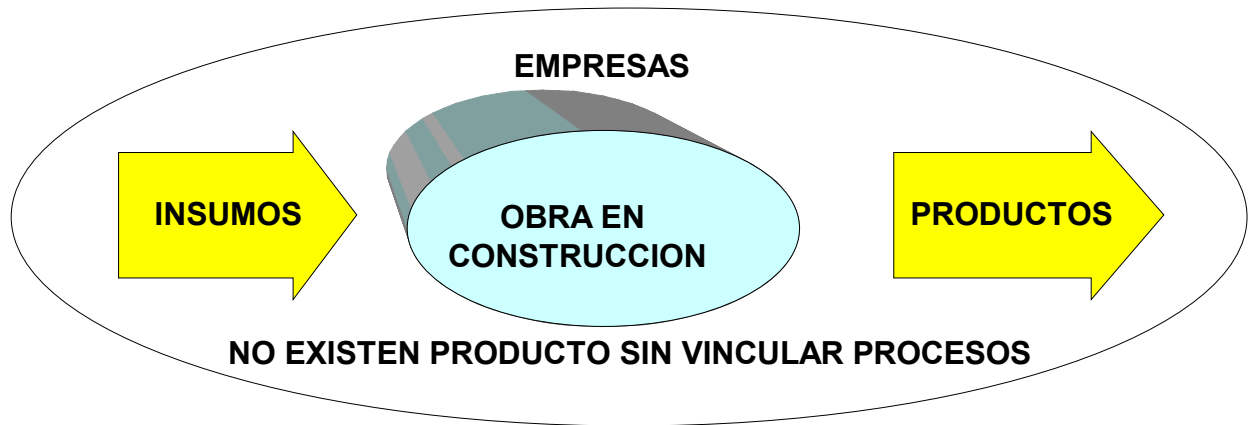


Figura 3. El sistema de la construcción

Los procesos deben ser mejorados constantemente sin olvidar que la reducción de despilfarros, no puede afectar la calidad de los productos o servicios de la empresa.

Mejorar un proceso significa hacerlo mas eficiente empleando el mínimo de recursos y obteniendo los mismos o mejores resultados. Además de lo anterior y desde el punto de vista estratégico, seria muy importante hacer las cosas mucho mejor que las empresas de la competencia.

Un proyecto de construcción tiene una serie de actividades que las podemos agrupar en varias formas como:

- **LAS OPERACIONES:** Un capítulo dentro del presupuesto que se divide a su vez en procesos.
- **LOS PROCESOS:** se distinguen por que son los encargados de la transformación de materias primas. Están divididos en una seré de tareas
- **LAS TAREAS:** son las actividades de transformación de las materias primas hasta llegar al fin del proceso

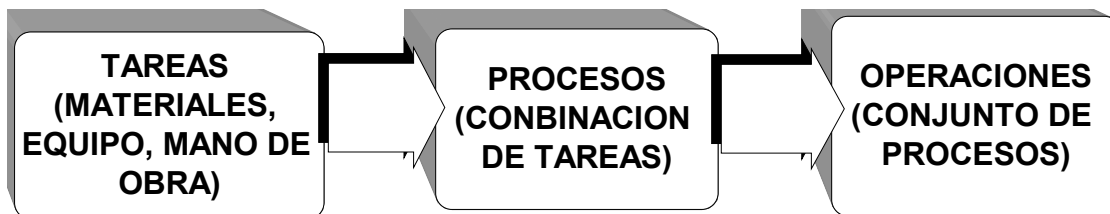


FIGURA 4. Tareas, Procesos, Operaciones

Cuando se detectan despilfarros, que es uno de las principales fugas económicas, se pueden atacar desde dos ángulos diferentes como son:

- Las mejoras reales que permiten atacar el problema de fondo y dar una solución definitiva al despilfarro para que no se vuelva a presentar en proyectos posteriores.
- Las mejoras tipo parche que son aquellas que se presentan cuando se dan mejoras parciales, o sea que eliminan el síntoma visible del problema pero por un corto plazo pero lo mas probable es que este se vera nuevamente en un futuro proyecto.

Para mejorar continuamente se debe tener constancia y compromiso para lograr este propósito. Una empresa que quiera realmente sobresalir, podrá hacerlo

sobreponiéndose y venciendo las dificultades que algunas veces pueden parecer imposibles de resolver. Es allí donde esta la clave del éxito.

Para tratar este tipo de mejoras empezamos por mencionar algunos principios de la productividad y el estudio del trabajo que corresponden al punto de partida obligado para cualquier estudio de mejoramiento de procesos. La productividad se basa en la utilización de menores recursos para obtener mayores resultados.

El ingeniero Néstor Raúl Ortiz en su libro (Análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa) enuncia un flujo donde describe el estudio del trabajo, y que será utilizado como una alternativa en nuestros análisis. Además presenta diez principios básicos que se deben tener en cuenta para realizar el mejoramiento de los procesos en una empresa los cuales mencionamos en la primera parte del análisis. Los cuales nos parecen bastante importantes sus enunciados.

La forma de hacer el análisis es muy variada ya que algunos autores la tratan desde las operaciones, otros desde los operarios y otros desde los despilfarros. En el planteamiento que presentamos en el libro nos enfocaremos en dos de los tres puntos principales, el basado en los despilfarros y el basado en el seguimiento de las actividades propias del proceso. Es por esto que presentamos dos graficas que me dejan ver el procedimiento a seguir para mejorar procesos productivos.

El punto de partida para la elaboración de un análisis y un mejoramiento es identificar los procesos que queremos mejorar y a raíz de eso partir con el análisis.

1.3.1 La ruta de análisis

Uno de los principales elementos que debemos presentar es un método de análisis y mejoramiento, que por lo general se convierte en una guía que pueda ser entendida por todos los lectores que deseen hacer de este texto la base de sus estudios.

El procedimiento a seguir en el estudio y análisis de los métodos de trabajo, Se basa en una serie de pasos fundamentales que presenta Francesc Castanyer Figueras en su libro (control de métodos y tiempos), quien propone los pasos para hacer el análisis de los procesos como son: el cuadro de descripción del proceso, el diagrama de recorrido de las actividades propias del proceso y el Avance de las actividades del proceso, los cuales utilizan una serie de símbolos ampliamente reconocidos en este tipo de estudios.

Como un segundo paso se presenta el análisis crítico del proceso (basado en un cuestionario utilizado por muchos autores) y el análisis crítico de las actividades (basado en el Que, Como, Donde, Quien, el cual permite la identificación de los errores del proceso), convirtiéndose en la base del mejoramiento del método.

Otro de los pasos que son indispensables para el análisis del método actual es el análisis de los despilfarros basado en la teoría expuesta por el Ingeniero Néstor Raúl Ortiz en el libro (análisis y mejoramiento de los procesos de la empresa), llamada despilfarro 5MQS quien hace referencia a siete fuentes de despilfarro: cinco que inician por M, una que inicia por Q y otra por S. las cuales se constituyen en la plataforma para el análisis de las mejoras en términos económicos que se deben implementar.

Por ultimo presenta la base y el aporte a la empresa, la cual contiene la implementación del nuevo método, que, basado en el análisis y la critica adopta cuerpo para poder disminuir costos en términos de personal o eliminación de actividades innecesarias. El nuevo método se basa en la mejora continua y la verificación de los resultados propuestos los cuales pueden o no aportar al proceso, si no lo hacen se debe retroalimentar el análisis hasta llegar a la optimización del proceso.

1.4. EL METODO DEL TRABAJO

El método del trabajo se basa en la sucesión de operaciones que se ejecutan en el mismo, estas secuencias se pueden catalogar como indicadores de gestión y son de gran utilidad para la gerencia, porque así como brindan información puntual sobre gran cantidad de factores que pueden alterar la productividad, permiten conocer su evolución, lo cual se constituye en una herramienta valiosa por que sirve como carta de navegación para la empresa.

$$\text{PRODUCTIVIDAD} = \frac{\text{RESULTADOS}}{\text{RECURSOS EMPLEADOS}}$$

De acuerdo con esta relación son varias las formas de mejorar la productividad.

- Obteniendo el mismo resultado con los menores recursos
- Obteniendo mejores resultados con los mismos recursos
- Obteniendo mejores resultados con menos recursos.

El objetivo de cualquier proceso productivo es lograr una alta productividad, lo que se consigue mediante la obtención de alta eficiencia y efectividad, como podemos observar en la figura siguiente.



FIGURA 5. Relación entre la eficiencia, efectividad y productividad.

La productividad puede definirse entonces como una medida de eficiencia empresarial para un periodo de tiempo determinado. Esta medida evalúa la gestión de la empresa en términos de aprovechamiento de sus recursos para cumplir con las actividades normales de trabajo.

El incremento sostenido de la productividad lleva a la empresa a mejorar su posición competitiva, elevando la calidad de sus productos y sus ingresos económicos.

Cuando hablamos de optimización de los recursos hacemos referencia a la maquinaria, los materiales, el capital invertido y el tiempo empleado por los operarios.

Un sistema productivo como la construcción, se caracteriza por la transformación de insumos y recursos en productos deseados como los siguientes:

- Los materiales
- La mano de obra
- Maquinarias, herramientas y equipos
- Información

Y a su vez distintos medios de productividad de acuerdo con los productos.

Existe una gran cantidad de factores que afectan de diferentes formas la productividad en los proyectos de construcción. El profesional encargado de la administración de la obra, debe conocer cuales de ellos son positivos y cuales negativos, para actuar sobre los últimos y disminuir o eliminar su efecto.

Algunos factores con incidencias negativas sobre la productividad en proyectos de la construcción son entre otros:

- Errores en los diseños y falta de especificaciones
- Modificaciones a los diseños durante la ejecución del proyecto
- Falta de supervisión de los trabajos
- Agrupamiento de trabajadores en espacios muy reducidos

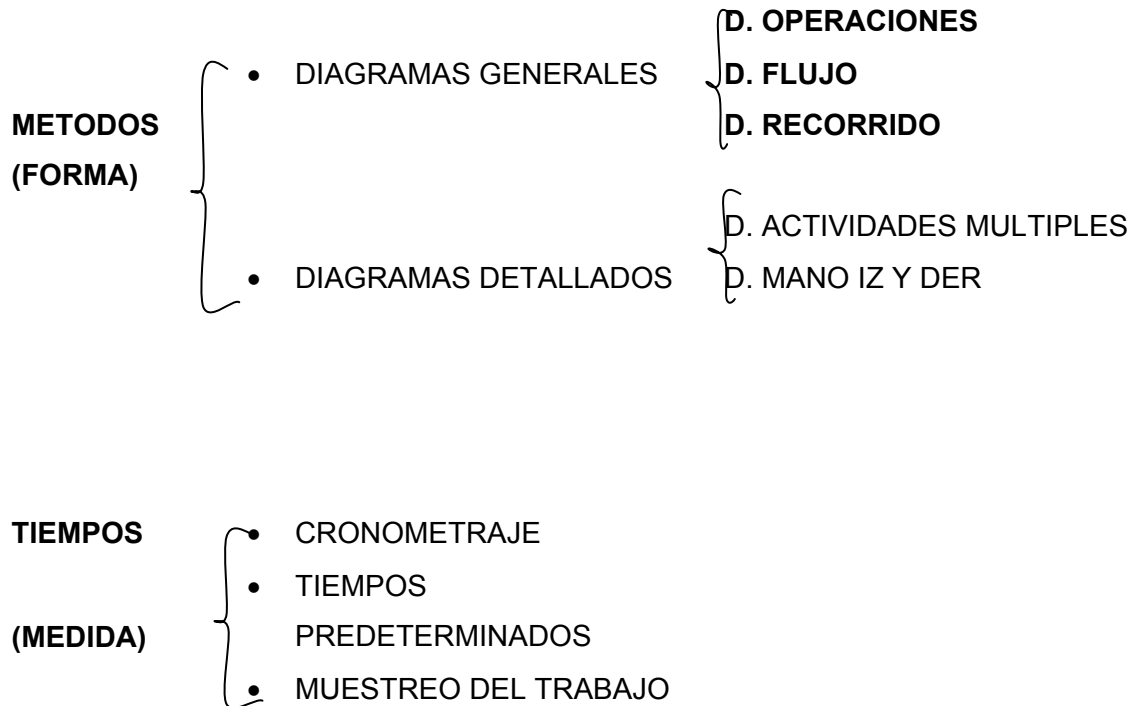
- Alta rotación de trabajadores
- Pobres condiciones de seguridad industrial generando altas tasas de accidentes
- Composición inadecuada de las cuadrillas de trabajo
- Distribución inadecuada de los materiales en la obra
- Falta de los materiales requeridos
- Falta de suministro de herramientas y equipos
- Lotes con condiciones difíciles para su desarrollo
- Excesivo control de calidad
- Características de duración y tamaño de la obra que no motivan al personal
- Clima y condiciones adversas de la obra.
- Políticas no motivadoras
- Mano de obra no calificada.

Para mejorar este tipo de índices debemos tener en cuenta que los encargados de la administración deben implementar un ciclo de mejoramiento de la productividad donde primero se mida la productividad, luego se evalúen los factores que la afecten, y por ultimo se implementen planes de mejoramiento. De esta forma el sistema que se implemente para la medición de la productividad debe poseer los siguientes objetivos:

- Evaluar de forma objetiva el desempeño del proyecto
- Referenciar el ciclo de mejoramiento para próximas etapas de construcción
- Realizar análisis de tendencias, proyectando resultados para futuras obras y terminación de la obra
- Determinar por que una obra o actividad es más productiva que otras similares.

Buscar el mejor aprovechamiento de los recursos, es el único medio para conseguir el objetivo deseado: incrementar la productividad. La estrategia empleada será entonces el estudio del trabajo, su análisis y su mejoramiento.

El estudio del trabajo comprende dos tipos de análisis, El primero se enfoca al análisis del método empleado para ejecutar una tarea o un trabajo, y el segundo se enfoca al análisis del tiempo dedicado para ejecutar esas tareas. (Análisis y mejoramiento de los procesos en la empresa: Néstor Raúl Ortiz P.)



1.5 RETOS

El estado colombiano se prepara hoy para enfrentar un gran reto a nivel mundial como es la apertura del tratado de libre comercio TLC el cual obliga a las empresas a competir fuertemente por mantener sus productos en el mercado. La empresa de la construcción no es ajena al TLC ya que es una empresa transformadora de productos donde intervienen gran cantidad de procesos.

Por tal motivo hoy en cada una de las empresas que están pensando en su futuro económico se debe pensar en ser estrictas cumplidoras de las normas y optimizar al máximo los procesos que desarrolla con el fin de ser competitivas en un mercado que apunta hoy mas que nunca a ser estricto. Sin embargo en nuestro país el mejoramiento de la productividad empresarial no ha sido un tema de mucho estudio, y a su vez no se le ha dado la importancia que merecen, y mas bien han orientado sus esfuerzos a las actividades cotidianas del día a día, sin darse cuenta que el espacio en donde sus empleados podrían desplegar toda su creatividad y talento, ha sido ocupada por la ejecución de tareas netamente operativas.

El mejoramiento de los procesos en obra se convierte pues en un medio directo para que las empresas estén dinámicas, para que puedan aplicar sus gestiones de calidad y para que las actividades que se llevan a cabo en su industria estén sometidas siempre al máximo de su rendimiento.

Adicionalmente en esta época en que la reactivación económica en nuestro país muestra signos de recuperación no podemos hacernos los de la vista gorda, ya que es la empresa de la construcción un motor que aporta a la economía del país, y es el Ingeniero residente y las políticas que se implanten en las empresas las encargadas de que todas estas inversiones que se están realizando en el momento sean llevadas a cabo dentro de la mas rigurosa transparencia y con la mejor de las técnicas para de esta manera poder ser competentes en un mercado que aunque en recuperación aun es difícil y muy sectorizado.

2. PLANIFICACION DEL PROYECTO

Una de las principales etapas en la ejecución de cualquier tipo de proyecto de construcción es la etapa de planificación del proyecto. Es aquí donde se preverán las actividades a realizar y donde se planifica la forma de ejecución, el tiempo y el costo de la obra. Es por esto que tocaremos el tema punto por punto hasta llegar a la ejecución del proceso.

Cabe anotar que los puntos aquí mencionados son los que se llevaron a cabo en la empresa para la realización de la obra EDIFICIO BELHO PALMAR, a la que nos referiremos de aquí en adelante.

2.1. EL DISEÑO

Para este tipo de actividades se tiene en cuenta primero que todo la parte de diseño ya que si existe un diseño adecuado podemos acercarnos mucho a la realidad en la ejecución de la obra. Un buen diseño me permite recopilar la información suficiente para una adecuada planificación del proyecto. Es importante tener en cuenta que los diseños deben revisarse cuidadosamente ya que pueden existir tantas inconsistencias como actividades a realizar.

Para la fase de diseño es bastante importante que tanto el diseñador Arquitectónico como EL Estructural Estén en constante comunicación y que cada uno de ellos sea conciente de la importancia del otro dentro de la concepción del proyecto. A demás debemos tener en cuenta que los diseños eléctricos, Hidráulicos y de gas concuerden directamente con los planos arquitectónicos y estructurales reales por que esto nos ahorrara grandes dolores de cabeza el la ejecución de los mismos.

2.2. COSTOS DEL PROYECTO

Uno de los factores más importantes en la planeación del proyecto y uno de los puntos a los que esta enfocado principalmente este libro es la ejecución y control del presupuesto a lo largo de cada una de las actividades propias de estudio dentro del proyecto.

La elaboración del presupuesto debe ser ejecutada por una persona que conozca mucho sobre el tema ya que esta lista de precios nos pueden llevar a tener o no tener éxito en la ejecución del proyecto total. A partir de los diseños debemos calcular las respectivas cantidades de obra que se van requerir para la ejecución del proyecto basándonos en las especificaciones del diseño arquitectónico y en los requerimientos del dueño del proyecto. Debo aclarar que es una labor ardua y de mucha responsabilidad ya que si el presupuesto esta mal elaborado se puede llegar perder mucho dinero del constructor.

El proyecto que estudiaremos en este libro hasta la etapa de estructura es un edificio de cinco (5) pisos mas un sótano, en el cual trataremos de encontrar todas las fallas causadas por cada uno de los factores que intervienen en la ejecución del presupuesto.

2.2.1 análisis de precios unitarios

Para efectos de presupuesto se hace el análisis de precios unitarios que en definitiva es encontrar el costo por metro cuadrado o lineal de cada una de las actividades incluyendo todos los posibles imprevistos que se puedan llegar presentar. Para efectos explicativos tomaremos la parte que nos concierne estudiar en este libro con los valores que se dieron para cada una de las actividades propias de la estructura

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aperticadas

4.3 Columneta concreto					Equipo	Material	Gente	Otros
ANDAM	Andamio tubular	2.00000	hora	150	300			
VIBRA	Vibrador de concreto	0.40000	hora	8,000	3,200			
HERRA	Herramienta - equipo	0.50000	gb	1,000	500			
PARAL	Paral telescópico 2.20 mts.	2.00000	hora	1,120	2,240			
FOCOL	Formaleta para columna	0.75000	m2	100,000		75,000		
C3004	Concreto 3000 psi 3/4	1.05000	m3	216,839		227,681		
CUAES	Cuadrilla estructuras	0.56497	jn	200,000			112,994	
DIRECTO: \$ 421915/ M3					6,240	302,681	112,994	

4.2 Columna Concreto

					Equipo	Material	Gente	Otros
ANDAM	Andamio tubular	2.00000	hora	150	300			
VIBRA	Vibrador de concreto	0.40000	hora	8,000	3,200			
HERRA	Herramienta - equipo	5.00000	gb	1,000	5,000			
PARAL	Paral telescopico 2.20 mts.	4.00000	hora	1,120	4,480			
FOCOL	Formaleta para columna	1.67000	m2	100,000		167,000		
C3004	Concreto 3000 psi 3/4	1.05000	m3	216,839		227,681		
CUAES	Cuadrilla estructuras	0.56497	jn	200,000			112,994	
DIRECTO: \$ 520655/ M3					12,980	394,681	112,994	

4.5 Loza aligerada entrepiso E = 0.45

					Equipo	Material	Gente	Otros
VIBRA	Vibrador	0.20000	hora	8,000	1,600			
HERRA	Herramienta - equipo	0.50000	gb	1,000	500			
FMCON	Formaleta losa entrepiso	1.10000	m2	5,000		5,500		
CASET	Casetón	0.80000	ml	8,700		6,960		
BOMBE	Servicio de bomba	0.18110	m3	19,488		3,529		
C300B	Concreto 3000 psi bombeable	0.18110	m3	219,124		39,683		
MOT13	Mortero 1:3 preparado	0.02230	m3	180,000		4,014		
CUAES	Cuadrilla estructuras	0.09091	jn	200,000			18,182	
DIRECTO: \$ 79968/ M2					2,100	59,687	18,182	

4.6 Acero A37 / 60 PSI

					Equipo	Material	Gente	Otros
HERRA	Herramienta - equipo	0.01000	gb	1,000	10			
ALAMN	Alambre negro #18	0.02000	kg	2,320		46		
HIEPD	Acero promedio 37000-60000 psi	1.02000	kg	1,800		1,836		

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

CUAES	Cuadrilla estructuras	0.00060	jn	200,000			120	
DIRECTO: \$ 2012/ Kg					10	1,882	120	

4.7 Malla Electro soldada					Equipo	Material	Gente	Otros
HERRA	Herramienta - equipo	0.01000	gb	1,000	10			
ALAMN	Alambre negro #18	0.01000	kg	2,320		23		
MA050	Malla electro soldada	1.00000	kg	2,088		2,088		
CUAES	Cuadrilla estructuras	0.00060	jn	200,000			120	
DIRECTO: \$ 2241/ Kg					10	2,111	120	

4.8 Escaleras en Concreto					Equipo	Material	Gente	Otros
VIBRA	Vibrador	0.11111	hora	8,000	889			
HERRA	Herramienta - equipo	0.50000	gb	1,000	500			
C3004	Concreto 3000 psi 3/4	1.05000	m3	216,839		227,681		
FOESC	Formaleta para escalera	1.00000	m2	40,000		40,000		
CUAES	Cuadrilla estructuras	0.62500	jn	200,000			125,000	
DIRECTO: \$ 394070/ M3					1,389	267,681	125,000	

4.9 Vigas de Cubierta					Equipo	Material	Gente	Otros
VIBRA	Vibrador	0.11111	hora	8,000	889			
HERRA	Herramienta - equipo	0.50000	gb	1,000	500			
C3004	Concreto 3000 psi 3/4	1.03000	m3	216,839		223,344		
FORMA	Formaleta madera	0.70000	gb	100,000		70,000		
CUAES	Cuadrilla estructuras	0.62500	jn	200,000			125,000	
DIRECTO: \$ 419733/ M3					1,389	293,344	125,000	

4.1 Viga Canal					Equipo	Material	Gente	Otros
VIBRA	Vibrador	0.05000	hora	8,000	400			
HERRA	Herramienta - equipo	0.50000	gb	1,000	500			
C3004	Concreto 3000 psi 3/4	0.07800	m3	216,839		16,913		
FORMA	Formaleta madera	0.20000	gb	100,000		20,000		
CUAES	Cuadrilla estructuras	0.05000	jn	200,000			10,000	
DIRECTO: \$ 47813/ ML					900	36,913	10,000	

Tabla 1. Análisis de precios unitarios estructura

Para realizar el análisis de precios unitarios se debe tener suficiente experiencia y basarse en los rendimientos que se toman experimentalmente para cada una de las ciudades. Este análisis de precios unitarios fue realizado por el ing. Jorge Delgado, director de proyectos y licitaciones de **B.P CONSTRUCTORES SA** donde se desarrolla esta practica y fue elaborado por intermedio de un programa especializado para tal fin como es el **LICITA**.

La labor que me corresponde viene mas adelante con el control de costos que esta íntimamente ligada con este programa de computador. Debo aclarar que este software fue adquirido por la empresa directamente a los creadores y fue implementado a partir de febrero de 2005 con la obra en mención, hecho que nos convierte en pioneros de la ultima versión, la cual hemos estado estudiando y aplicando en dos proyectos hasta el momento.

Con el análisis de precios unitarios podemos dar los costos reales del proyecto que se resumen en el presupuesto de obra como se muestra a continuación.

2.2.2. PRESUPUESTO:

Como ya lo hemos mencionado, el presupuesto constituye la base de los estudios de las obras de construcción ya que es ahí donde los constructores fundamentan los informes y las miradas de los estamentos de la constructora.

En el anexo A. presentamos el presupuesto de la obra Edificio Belho Palmar el cual es el punto de estudio de esta práctica.

A continuación presentamos el resumen de las actividades que en si será lo que utilizaremos para realizar la escogencia de los procesos a estudiar durante la realización de la practica

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

RESUMEN DE CAPITULOS		
PRELIMINARES EDIFICACION	2.89 %	18,605,622
CIMENTACION	12.45 %	80,124,556
DESAGUES/INSTALAC. SUBTERRANEAS	0.22 %	1,447,586
ESTRUCTURA	25.92 %	166,811,367
MAMPOSTERIA	6.83 %	43,936,638
PAÑETES/FRISOS/REVOQUES	2.95 %	18,983,366
CUBIERTAS	1.13 %	7,245,433
CIELORASOS	0.39 %	2,523,094
PISOS Y GUARDAESCOBAS	4.19 %	26,964,606
ENCHAPES	2.48 %	15,954,030
---RED DE SUMINISTRO	1.65 %	10,608,603
---RED EVACUACION - ACCESORIOS	1.22 %	7,839,484
---CAN.-BAJANTES AN+ALL+REVENT.	0.38 %	2,429,944
---RED DE GAS NATURAL	0.67 %	4,319,939
---REJILLAS/SIFONES	0.11 %	680,532
---CUARTO BOMBAS	0.22 %	1,430,005
---MEDIDORES -CAJILLAS	0.23 %	1,475,249
---ABRAZADERAS Y VARIOS	0.27 %	1,714,465
---ACOMETIDA	0.02 %	158,364
---SALIDAS DE ALUMBRADO Y TOMAS	2.08 %	13,398,000
---SALIDAS ELECTRIC. AREA COMUN	0.40 %	2,551,286
---MEDIDORES	0.29 %	1,848,000
---ACOMETIDAS-TABLEROS	3.01 %	19,375,059
---COMUNICACIONES -INTERCONEX.	0.87 %	5,569,100
---COMUNICACIONES	0.40 %	2,563,000
MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS	3.46 %	22,249,973
CARPINTERIA DE MADERA	6.11 %	39,332,302
CARPINTERIA METALICA	5.60 %	36,018,312
EQUIPOS ESPECIALES	6.42 %	41,339,620
CERRAJERIA	0.34 %	2,174,024
VIDRIOS Y ESPEJOS	0.20 %	1,318,000
PINTURA	3.65 %	23,505,900
IMPERMEABILIZACIONES	1.78 %	11,440,923
OBRAS EXTERIORES	0.28 %	1,776,438
ASEOS VARIOS	0.89 %	5,744,000
	100%	643,456,820

TABLA 2. Resumen Presupuesto en Porcentajes.

Como podemos observar en la tabla resumen; una de las actividades que representan mayor impacto económico y mayor influencia en importancia son todas actividades que estén relacionadas con la utilización de concreto, como son la estructura y la cimentación. Es por este motivo que hay que centrar la atención principalmente en estas actividades y seguir muy de cerca cada uno de los procesos que acompañan la elaboración de las mismas hasta obtener un producto final con excelentes estándares de calidad ayudados por un adecuado control, tanto en los costos como en la manipulación de la materia prima.

2.2.3. LA MATRIZ DE PRIORIZACION:

La matriz de priorizacion es una forma de seleccionar la materia prima de acuerdo a su nivel de importancia en la ejecución del proyecto, y verificar el impacto que puede tener cualquier material con respecto a los demás.

La matriz tiene por objeto identificar a cual de los materiales se les debe hacer un control estricto durante su manipulación y que actividades se deben seguir más de cerca.

Para cada uno de los materiales se les debe dar un puntaje de acuerdo al nivel de importancia con respecto a los demás.

CRITERIOS DE COMPARACIÓN:

- a) igual importancia: 3**
- b) menor importancia: 1**
- c) mayor importancia: 5**

Cada uno de los materiales tendrá una sumatoria total que lo ubica según el total de puntos en una lista de importancia (tabla 3) y posteriormente se halla un nivel de porcentaje que le da su valoración para encontrar su lugar en una grafica donde se

coloca el porcentaje acumulado de cada uno de los materiales vrs cada uno de los materiales según el nivel de importancia. (Tabla 4)

Podemos considerar a los materiales de alto impacto son aquellos que están por debajo del 40% en la grafica de la matriz de priorizacion, que para nuestro caso son el **ACERO, EL CONCRETO, EL CEMENTO GRIS, LOS LADRILLOS Y LOS AGREGADOS**. Materiales indispensables para la elaboración de las construcciones aporticadas. (Tabla 5)

Por lo anterior llegamos a la conclusión que la mejor forma de controlar los costos de un proyecto de este estilo es controlando estrictamente las materias primas que corresponden al mayor porcentaje en los costos del proyecto.

El concepto de matriz de priorizacion se toma del manual de calidad de la empresa en la parte de planificación del proyecto.

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

No.	DESCRIPCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Total
1	CONCRETO	1	3	5	3	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	92
2	ACERO DE REFUERZO	2	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	98
3	CEMENTO GRIS	3	1	1	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	88
4	MADERA ORDINARIA	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22
5	AGREGADOS	5	1	1	1	5	3	3	3	3	5	5	5	5	5	1	1	3	5	5	5	5	70
6	ENCHAPES Y ACCESORIOS	6	3	1	1	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	54
7	APARATOS SANITARIOS	7	3	1	1	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	54
8	BLOQUE No. 4	8	1	1	3	5	3	3	3	5	5	5	5	5	5	1	1	5	5	5	5	5	76
9	LADRILLO PRENSADO	9	1	1	3	5	3	3	3	1	5	5	5	5	5	1	1	5	5	5	5	5	72
10	COCINAS INTEGRALES	10	1	1	1	5	1	3	3	1	1	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	46
11	CARPINTERIA DE MADERA	11	1	1	1	5	1	3	3	1	1	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	46
12	CARPINTERIA METALICA	12	1	1	1	5	1	3	3	1	1	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	46
13	CARPINTERIA EN ALUMINIO	13	1	1	1	5	1	3	3	1	1	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	46
14	TEJA TERMOACUSTIC	14	1	1	1	5	1	3	3	1	1	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	46
15	CIELO RASO	15	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	3	3	3	3	3	74
16	MATERIAL HIDROSANITARIO	16	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	88
17	MATERIAL ELECTRICO	17	1	1	1	5	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	1	5	5	5	5	5	58
18	PINTURA	18	1	1	1	5	1	3	3	1	1	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	46
19	PISO ALFOMBRA	19	1	1	1	5	1	3	3	1	1	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	46
20	PISO LAMINADO	20	1	1	1	5	1	3	3	1	1	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	46
21	CERRADURAS	21	1	1	1	5	1	3	3	1	1	3	3	3	3	3	1	1	3	3	3	3	46
Criterios de comparación: a) igual importancia:3 - b) menor importancia:1- c) mayor importancia:5		Total	28	22	32	98	50	66	66	44	48	74	74	74	74	46	32	62	74				74
ELABORÓ:			REVISÓ Y APROBÓ:						TIEMPO DE RETENCION:						HOJA No. _____ DE _____								
									UN (1) AÑO														

TABLA 3. Cuadro de puntajes de materiales.

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

	MATRIZ DE PRIORIZACION		VERSION:	0
			CÓDIGO:	BP-FR-026
			FECHA DE EMISIÓN:	MARZO DE 2005
OBRA:	EDIFICIO BELHO PALMAR		FECHA:	14 DE MARZO DE 2005
No.	DESCRIPCION	PUNTAJE MATRIZ	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
2	ACERO DE REFUERZO	98	7,78	7,78
1	CONCRETO	92	7,30	15,08
3	CEMENTO GRIS	84	6,67	21,75
8	BLOQUE No. 4	84	6,67	28,41
9	LADRILLO PRENSADO	80	6,35	34,76
5	AGREGADOS	76	6,03	40,79
16	MATERIAL HIDROSANITARIO	62	4,92	45,71
6	ENCHAPES Y ACCESORIOS	60	4,76	50,48
7	APARATOS SANITARIOS	58	4,60	55,08
17	MATERIAL ELECTRICO	58	4,60	59,68
15	CIELO RASO	52	4,13	63,81
10	COCINAS INTEGRALES	50	3,97	67,78
11	CARPINTERIA DE MADERA	50	3,97	71,75
12	CARPINTERIA METALICA	50	3,97	75,71
13	CARPINTERIA EN ALUMINIO	50	3,97	79,68
14	TEJA TERMOACUSTIC	50	3,97	83,65
18	PINTURA	46	3,65	87,30
19	PISO ALFOMBRA	46	3,65	90,95
20	PISO LAMINADO	46	3,65	94,60
21	CERRADURAS	46	3,65	98,25
4	MADERA ORDINARIA	22	1,75	100,00
TOTALES		1.260	100,00	

TABLA 4. Cuadro Organización Puntajes en Porcentaje

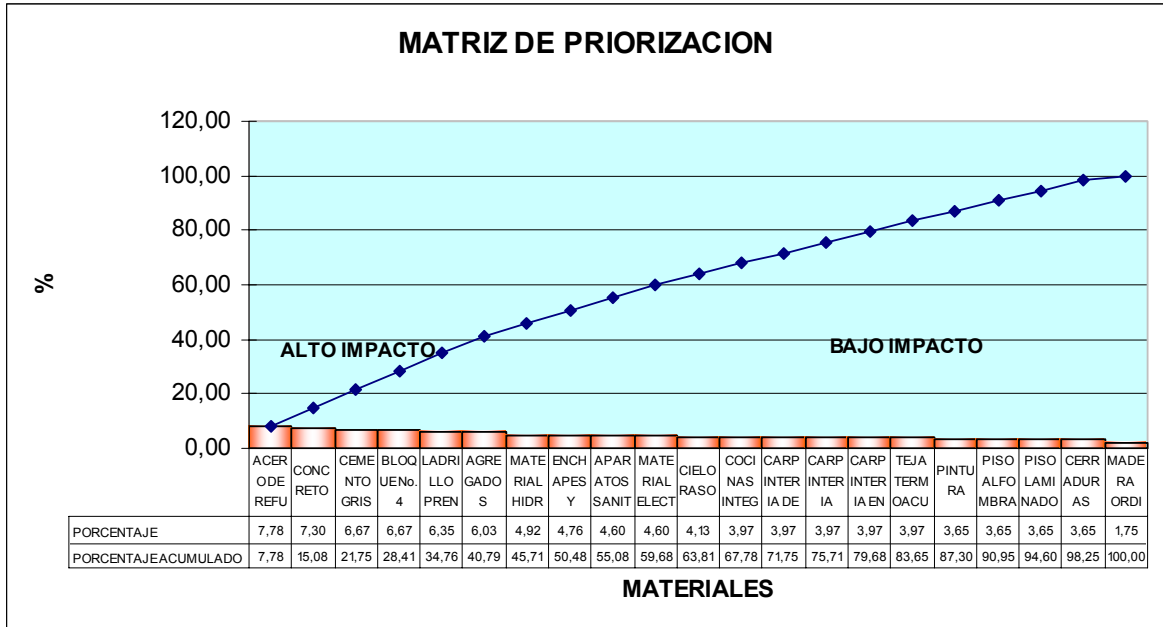


Tabla 5. Matriz de priorización

2.3. PROGRAMACION DE OBRA:

Es una de las herramientas fundamentales para la ejecución de la obra en si, cuando existe una buena programación las actividades contempladas en ella son mas fácilmente controlables, y se puede tener una visión clara de lo que se realizara en términos de tiempo.

La programación de la obra Edificio BELHO PALMAR. Fue elaborada y revisada por las personas que trabajamos directamente en ella y se presenta como la mejor alternativa de seguimiento para los comités de obra y los controles de avance de las mismas. Si no se estipulan los tiempos correctamente o surgen algunos imprevistos la programación de la obra se vera afectada seriamente no permitiendo el cumplimiento de las actividades.

La programación de la obra se presenta en el Anexo C del presente libro.

2.4. EL PLAN DE INSPECCION Y ENSAYO:

El plan de inspección y ensayo se realiza justamente antes de iniciar la obra en si y nos indica que tipo de prueba se realizara a cada una de las actividades programadas, quien las realiza y en que momento se deben realizar.

El plan de inspección es algo muy importante por que vislumbra claramente los procesos que se deben intervenir directamente y nos exige los controles mínimos para la ejecución de la obra.

El concepto de plan de inspección y ensayo es tomado del plan de calidad de la empresa B.P CONSTRUCTORES. En la parte de planificación de los proyectos, y el formato utilizado es el BP-FR-027, y se utilizo para la obra estudiada.

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

MAMPOSTERIA		X		INSPECCION VISUAL	PLANOS ARQUITECTONICOS	CUANDO SE SOLICITE	RESIDENTE MAESTRO	-	PLOMADA, BOQUILLERA, NIVEL, FLEXOMETRO	FORMATO		
PAÑETES		X		INSPECCION VISUAL	PLANOS ARQUITECTONICOS	CUANDO SE SOLICITE	RESIDENTE MAESTRO	-	BOQUILLERA, PLOMADA.	FORMATO		
CUBIERTAS			X	PENDIENTE, INSTALACION	PLANOS ARQUITECTONICOS	AL RECIBIR	RESIDENTE MAESTRO	-	N.A.	FORMATO		
CIELO RASO			X	INSPECCION VISUAL	PLANOS ARQUITECTONICOS	AL RECIBIR	RESIDENTE MAESTRO	-	N.A.	FORMATO		
PISOS		X		INSPECCION VISUAL	PLANOS ARQUITECTONICOS	CUANDO SE SOLICITE	RESIDENTE MAESTRO	-	BOQUILLERA, NIVEL.	FORMATO		
ENCHAPES		X		INSPECCION VISUAL	PLANOS ARQUITECTONICOS	CUANDO SE SOLICITE	RESIDENTE MAESTRO	-	PLOMADA, BOQUILLERA, NIVEL, FLEXOMETRO, ESCUADRA	FORMATO		
CARPINTERIA DE MADERA			X	INSPECCION VISUAL	PLANOS ARQUITECTONICOS	CADA VEZ QUE SE RECIBA	RESIDENTE MAESTRO	-	FLEXOMETRO, ESCUADRA, NIVEL	FORMATO		
CARPINTERIA METALICA			X	INSPECCION VISUAL	PLANOS ARQUITECTONICOS	CADA VEZ QUE SE RECIBA	RESIDENTE MAESTRO	-	FLEXOMETRO, ESCUADRA, NIVEL	FORMATO		
PINTURA		X		INSPECCION VISUAL	ESPECIFICACION CONTRATO	CADA VEZ QUE SE RECIBA	RESIDENTE MAESTRO	-	N.A.	FORMATO		
ELABORÓ:				REVISÓ Y APROBÓ:				TIEMPO DE RETENCION:		HOJA No. _____ DE _____		
								UN (1) AÑO				

3. EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO.

Dentro de la presentación de este proyecto será incluida como parte central el análisis y mejoramiento de los procesos de las construcciones aporticadas bajo parámetros de avance de obra e identificación de fallas realizadas en campo.

El análisis de los métodos y tiempos tiene su importancia capital en aquellas acciones dirigidas a que todos y cada uno de los medios que intervienen en el proceso productivo, instalaciones, materiales y personal lo hagan con la máxima eficiencia.

Es indispensable que en la empresa exista una dependencia cuya misión sea la de mantener los medios de producción disponibles, y a su vez sean utilizados siguiendo procesos óptimos de modo que las operaciones que intervienen se realicen con una duración óptima, aunque dicho órgano puede adoptar gran variedad de formas y recibir muy diferentes denominaciones.

EL SERVICIO DE METODOS Y TIEMPOS tiene a su cargo el control de los distintos puestos de trabajo de la empresa. Un puesto de trabajo esta a CONTROL cuando esta perfectamente definido y reflejado en un documento idóneo.

Para que el mejoramiento de procesos pueda llevarse a cabo es necesario que la empresa que decide emprender este tipo de acción de control de métodos y tiempos lo haga a partir de ciertas premisas,

1. estar constantemente apoyadas por la dirección
2. Mantener informado al personal de los objetivos que se pretende conseguir
3. impartir la formación necesaria a cada nivel para que el personal pueda asimilar los procedimientos de la técnica y su mecánica y un conocimiento claro de lo que se quiere conseguir con cada uno de los empleados.

4. mantener los controles necesarios no solo para conocimiento y regulación de los resultados sino para que conociendo el personal que los controla estén en vigor, no decaigan en su esfuerzo cotidiano para mantener el sistema en plena vigencia.

Para mejorar continuamente se debe tener constancia y compromiso para lograr este propósito. Una empresa que quiere realmente sobresalir, podrá hacerlo sobreponiéndose y venciendo las dificultades que algunas veces pueden parecer imposibles de resolver.

Para hacer parte de un equipo de mejoramiento se deben tener varios principios básicos como los que presentan en el libro de mejoramiento de los procesos en la empresa.

1. DESECHAR TODAS LAS IDEAS FIJAS SOBRE LA FORMA DE HACER LAS COSAS.

Una de las cosas que mas se presentan en el área de la construcción es que cada uno de los trabajadores que intervienen en los procesos creen que ya saben como se hacen las cosas y hacerlos cambiar de parecer es algo bastante difícil, y si la persona que quiere implementar los cambios no tiene el suficiente capacidad de mando queda solo en deseos de hacer las cosas.

2. PENSAR COMO TRABAJARAN LOS NUEVOS METODOS.

Es muy importante que en el área de la construcción se estén probando constantemente nuevos proveedores o nuevos materiales, pero el cambio en la forma de hacer las cosas casi nunca se ve reflejado, aunque los cambios que se puedan llegar a plantear siempre traen una mejora considerable. Por esto para las personas que intentan cambiar los métodos es más fácil estar en constante actividad mental para estar constantemente proponiendo cambios que tiendan a mejorar.

3. NO ACEPTAR EXCUSAS

En este tipo de actividades de la construcción donde la mayoría de las actividades se realizan por subcontratos, cada uno de los subcontratistas se resisten a los cambios que se les proponen y por lo general se debe diseñar un plan de contingencia para superar este tipo de eventualidades.

4. NO BUSCAR LA PERFECCION.

Para la persona que desee hacer el mejoramiento de los procesos en la construcción debe ser un reto el hacerse consciente de la dificultad que se le va a presentar, y si le permiten realizar este tipo de proyectos debe estar dispuesto a entender que nada es perfecto y que en la construcción todas las actividades están expuestas a imprevistos externos que pueden llegar a cambiar totalmente lo deseado.

5. CORREGIR ERRORES EN EL MOMENTO QUE SE PRESENTEN.

A menudo se presentan tantos errores como actividades estén proyectadas, y por consiguiente siempre hay que estar con la mente abierta para poder dar solución a tantos interrogantes que surgen a diario.

6. NO GASTAR DINERO EN MEJORAS.

En el área de la construcción es muy común que en los presupuestos no estén contempladas los recursos para mejora de procesos y es lo mas correcto por que este debe ser el compromiso de todos los que intervienen en la ejecución de las obras y aquellas personas que estén dirigiendo las actividades deben estar constantemente

cambiando y mejorando las actividades que no estén cumpliendo con las especificaciones.

7. PREGUNTESE ¿Por qué? COMO MINIMO CINCO VECES

Es la mejor técnica para llegar en forma secuencial a las causas originales de un problema y por lo tanto da lugar a mejoras. En el área de estudio a menudo se pregunta el por que se hace, por que se diseña así o por que no. Por lo general es la mejor manera de solucionar os problemas.

8. LAS IDEAS DE DIEZ SON MEJORES QUE LA DE UNA.

Todos los problemas que se presentan pasan por muchas opiniones y se tratan de la mejor forma posible, ya que en los comités de obra se analizan constantemente todas las dificultades que se presentan.

9. LAS MEJORAS NO TIENEN LIMITES.

Lo que hoy es actualidad mañana es obsoleto, por tanto hay que estar en constante cambio. En el área de la construcción es muy frecuente que los materiales y las formas de ejecutar las obras estén en constante cambio es por esto que si no estamos en constante estudio de la forma de hacer las cosas llegaremos a desactualizarnos tanto que terminaremos invirtiendo cantidades de dinero altas por causa de la ignorancia.

3.1 NECESIDAD DE LAS MEJORAS DE METODOS:

Deben distinguirse los siguientes tipos de mejoras posibles.

1. mejoras que necesariamente deben tenerse en cuenta para la medida del trabajo. Son las que se derivan del estudio de la secuencia y simultaneidad de gestos y movimientos elementales que realiza el ejecutante para llevar a cabo la operación asignada y depende del nivel de habilidad que haya adquirido.
2. mejoras con repercusión psicológica. Son aquellas que van ligadas a aspectos que involucran al ejecutante, por las ventajas que supone su introducción. Descuellan en este capítulo las mejoras dirigidas a reducir los esfuerzos físicos de los trabajadores y les incrementan la comodidad en el trabajo.
3. mejoras ligadas a la mejor utilización del personal. En términos generales, las mejor o peor utilización del personal es consecuencia directa de la organización del trabajo y del número de ejecutantes asignado para la realización del mismo, no debe olvidarse que la utilización deficiente del personal produce un mayor tiempo de esperas y tiempos inactivos que pueden verse muy reducidos en una posterior acción de mejora de métodos, con la resistencia consiguiente del personal afectado.
4. Mejora de métodos como medios de modificar tiempos asignados.
5. Mejoras de métodos dirigidas a mejorar la calidad. En muchos procesos productivos ocurre que las operaciones realizadas en determinados puestos de trabajo inciden en la calidad del producto o elemento elaborado. Tendrán especial prioridad en el programa de adecuación sobre métodos y tiempos las operaciones en que se de aquella circunstancia.

3.2 ANALISIS DE METODOS DE TRABAJO

Como ya observamos anteriormente las nueve actitudes que se deben tener en cuenta para realizar un plan de mejoramiento de procesos, estas consideraciones se han propuesto fijar la mentalidad con que debe abordarse el proceso de mejora de métodos, pero en este estado, si bien es necesario para el buen éxito de las acciones emprendidas no será suficiente si no estuviera acompañado de una metodología que oriente todas estas acciones.

Los procesos deben ser analizados y mejorados permanentemente a fin de obtener ventajas competitivas como las siguientes:

- Un flujo de producción mas ordenado
- Un servicio al cliente mas eficiente
- Disminución de los costos de producción
- Un adecuado ambiente y condiciones de trabajo.

El siguiente esquema muestra un procedimiento para el análisis y mejora de procesos.

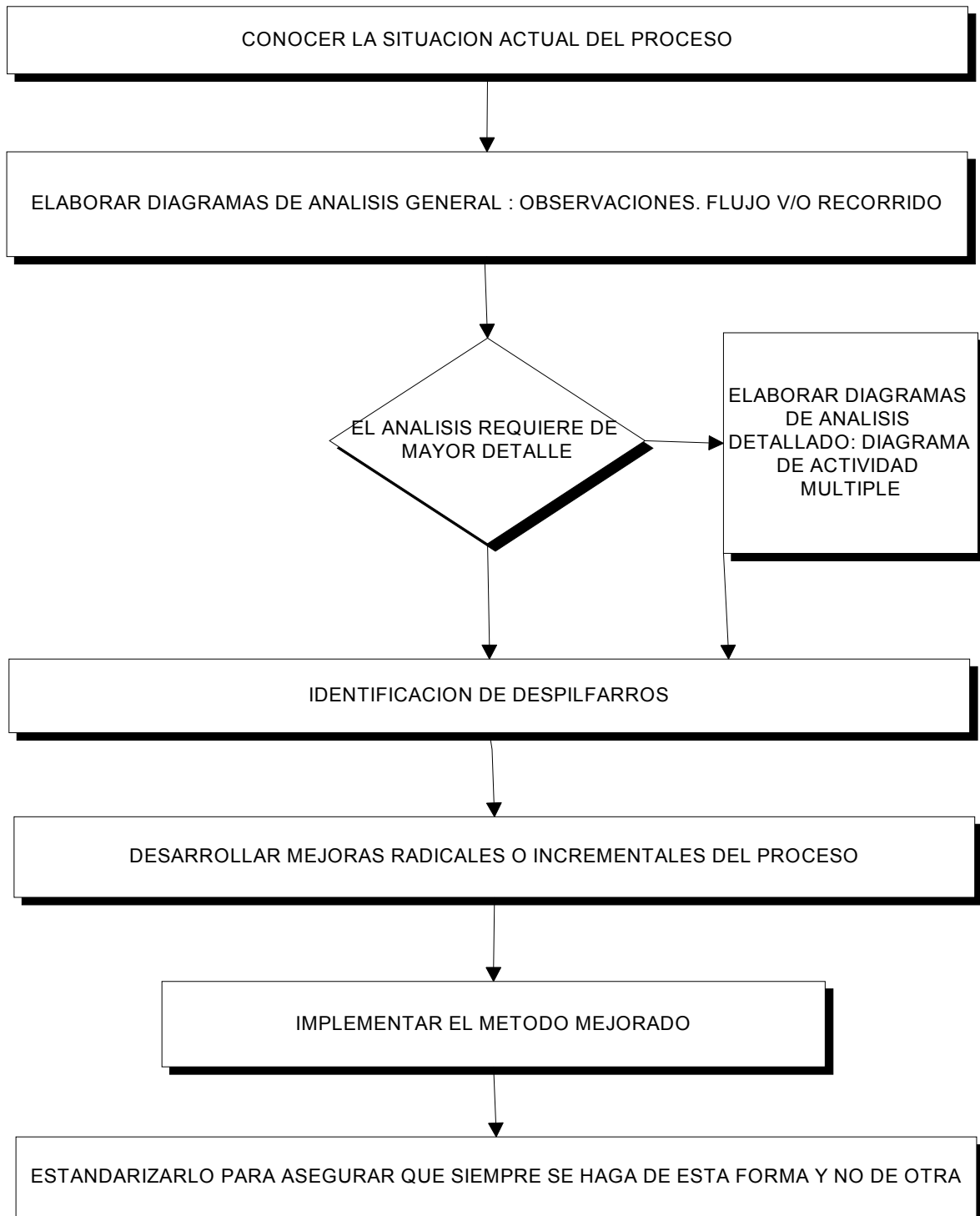


Figura 6. El procedimiento para mejorar procesos productivos.

Para mejorar un método debemos tener en cuenta una secuencia básica que universalmente ha sido admitida en sus líneas generales. Dicha secuencia adopta el recorrido de las cinco etapas fundamentales.

¡Error! Vínculo no válido.

Figura 7. Secuencia básica para la mejora de métodos

Este es el esquema básico que seguiremos para el estudio de mejora del proceso constructivo de construcciones aporticadas que hemos mencionado a lo largo de este libro.

3.2.1 ESCOGER EL TRABAJO A MEJORAR

Los procesos susceptibles de mejora rebasan en número la mayoría de las veces, a los que el servicio pueda abordar de forma inmediata. Es indispensable pues, una labor de selección para que los recursos que se destinen a esta actividad sean utilizados con la productividad óptima, es decir que la relación:

Resultados obtenidos/recursos empleados sea máxima.

En una empresa que este iniciando la mejora de los procesos es mejor realizar trabajos sencillos que lleven a resultados rápidos de tal manera que podamos actuar sobre el personal o sobre algunas actividades de gran importancia para la empresa.

Es muy importante que todas las actividades estudiadas constituyan el mayor costo del proyecto total, es por esto que si observamos en el presupuesto total de la obra en estudio tan solo la estructura que es menos del 10% de las actividades totales tiene un costo del 36.33% del total del costo directo de la obra, y las actividades realizadas dentro del proceso constructivo de las construcciones aporticadas significa un menor

numero de actividades con respecto al proyecto total. Ver resumen presupuesto presentado en el capítulo 2.

Además si observamos detenidamente la Matriz de priorización de los materiales nos damos cuenta que los materiales que mas influyen en el costo total de la obra son los que están relacionados con la estructura (concreto y acero) ver tabla 6

En nuestro proyecto si miramos el resumen por capítulos encontramos que entre la estructura y la cimentación constituyen casi la mitad del costo del proyecto por tanto en la mayoría de proyectos de este tipo, cualquier ahorro en términos de dinero que podamos obtener constituye una ganancia considerable para la empresa y se constituye en un atractivo para los constructores.

En los capítulos siguientes nos dedicaremos a estudiar profundamente el proceso constructivo de las construcciones aporticadas y nos referiremos directamente al proyecto Belho Palmar ubicado en la ciudad de Bogota en la localidad de Chapinero en el cual se ha hecho un trabajo arduo durante 10 meses y por medio del cual se propondrán algunas mejoras que serán aplicados a proyectos similares de la constructora.

3.2.2 ANALISIS DEL TRABAJO Y CADA UNO DE SUS ELEMENTOS.

Solo se puede prestar atención a una sola cosa a la vez. De ahí la necesidad para un estudio profundo, de descomponer un proceso complejo en elementos simples.

Dicho análisis del proceso se basa en el reconocimiento de cada una de las actividades propias del proceso, y para dar paso a la fase del mejoramiento es necesario que cada una de las partes este lo suficientemente estudiado para poder dar un juicio adecuado sobre la importancia de las actividades y poder enfocar las mejoras en un tiempo mas corto. El mejoramiento de los procesos consiste en dos partes fundamentales.

1. Registro del método actual en soportes adecuados para el posterior estudio.
2. estudio critico de todos y cada uno de los elementos del proceso en el método actual.

3.3. METODOS DE REGISTRO.

Cada uno de los métodos escogidos para su mejora tienen una gran variedad de datos que debemos almacenar, estos datos es mejor sistematizarlos para poder obtener la suficiente información para de esta manera poder tener cada uno de los datos.

El procedimiento más común para la organización de los datos es establecer un dossier para cada estudio en el cual se registrará en forma sistemática toda la información.

El dossier en mención contendrá los siguientes documentos.

- 1. la descripción del proceso.**
- 2. el esquema de circulación**
- 3. el avance de obra**
- 4. el cuestionario de critica del método actual**
- 5. la descripción del método propuesto**
- 6. el esquema de circulación propuesto**
- 7. el avance de obra propuesto**
- 8. el balance de proposición.**

Este planteamiento de estudio es reconocido mundialmente en muchas empresas y fue tomado del libro, CONTROL DE METODOS Y TIEMPOS de Francesc Castanyer Figueras, el cual seguiremos paso a paso en el estudio de los procesos propios del libro.

3.3.1 Descripción del proceso

En ella se referirá en forma concisa pero completa el proceso objeto del estudio con las observaciones que puedan ser útiles para dicho estudio. Lo mas recomendable para este tipo de documento es que la información sea tomada directamente en el terreno, y que no se tomen en cuenta ni relatos ni trabajos anteriores basados en la experiencia ya que cada proyecto es único y solo quien lo observa es quien realmente puede llegar a dar fe de lo que esta sucediendo.

El objeto de esta hoja es dar una visión global del desarrollo del proceso que sirva de base para el ulterior registro y análisis, que se efectuara en el diagrama de avance.

A continuación presentamos la hoja de descripción del proceso de la construcción de una losa aligerada que se realizo en el edificio BELHO PALMAR que es el que esta en estudio.

Para la toma de estos registros se tuvieron en cuenta experiencias vividas en el edificio Balcón del Parque, donde se evidenció la totalidad del procedimiento y en el cual intervinieron las mismas personas que lo hacen en Belho Palmar. Es por esto que la secuencia de actividades que se siguen en estos dos edificios es muy similar.

Además debemos recalcar que todas las actividades descritas fueron ejecutadas y verificadas en el campo por medio de la presencia directa mía durante un periodo de 10 meses en los cuales se han tomado registros, se ha evidenciado el proceso y se han alcanzado a hacer algunas propuestas de cambio. Es por este motivo que los resultados que puedan salir de este estudio pueden traer consecuencias claras de mejora dentro de las operaciones llevadas a cabo en la ejecución de los procesos.

Cabe resaltar que todas las actividades aquí descritas han sido subcontratadas a terceros y la única afectación negativa para la empresa se vera claramente evidenciada

3.3.2 ESQUEMA DE CIRCULACION:

Es un complemento indispensable para soportar la hoja de descripción del proceso, es la representación grafica de los movimientos de materiales y personas que intervienen en la ejecución de los procesos.

Como se trata del proceso en el cual un producto final llámese placa o columna están sujetos a una secuencia de operaciones para poder obtener el resultado final lo más conveniente es tomarse el producto final como sujeto de estudio por que de esta manera nos da mayor claridad en el estudio.

Es importante tener en cuenta una serie de recomendaciones que nos proponen algunos autores con el fin de no caer en errores a la hora de hacer análisis de procesos.

- a) que cualquiera de los dos documentos Esquema de circulación y diagrama de avance) cambie de sujeto a lo largo del mismo, es decir que empiece siguiendo al operador y termine siguiendo al producto o viceversa.
- b) Que el esquema de circulación y el avance de actividades se refieran a sujetos distintos, es decir, uno al producto y otro al operador

En el plano deben identificarse claramente las maquinas, zonas de almacenamiento y demás objetos que intervengan en el proceso.

Con un buen análisis de recorrido de los productos de la empresa se podrán evidenciar fallas o problemas de desplazamiento con los que generalmente se convive, por ejemplo visualizar los movimientos correctos (hacia delante) y los incorrectos (hacia atrás) una vez mejoradas las rutas de los productos se obtienen ventajas como por ejemplo: disminución de distancias recorridas, disminución de espacio ocupado y eliminación de zonas de alta congestión.

Para el análisis no se tiene en cuenta el plano estructural ya que los trabajos que se llevan a cabo en la placa son múltiples a lo largo y ancho de la misma por tal motivo se enunció por medio de diagramas de avance la forma como se realizan las operaciones.

A continuación se muestran los diagramas de avance de las operaciones básicas para la elaboración del proceso descrito en el estudio de este proyecto.

El diagrama de recorrido de los materiales que intervienen en la elaboración del proceso fundida de losa aligerada de entrepiso se divide en varias actividades que serán objeto de estudio en el momento en que se desglosen más profundamente en el diagrama de avance.

B.P CONSTRUCTORES S.A	
DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO PRODUCTIVO	
DIAGRAMA NUMERO 1 PRODUCTO: LOSA ALIGERADA ENTREPISO NOMBRE DEL PROCESO: ALISTADO Y FUNDIDA LOSA ALIGERADA DIAGRAMA ELABORADO POR: ARTURO SANDOVAL J FECHA DE ELABORACION: AGOSTO 12 DE 2005 METODO ACTUAL COMIENZA EN: SITIOS DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES TERMINA EN: UBICACIÓN DE LA LOSA FUNDIDA DISTANCIA RECORRIDA: SEGÚN LA LOSA ESPACIO OCUPADO: 300 M2	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCION: 10 DIAS A PARTIR DEL MOMENTO EN QUE SE INICIA EL ALISTADO DE LOS MATERIALES COSTO DE PRODUCCION 25625000, PESOS POR UNIDAD DE PLACA CONSTRUIDA INCLUYE MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS

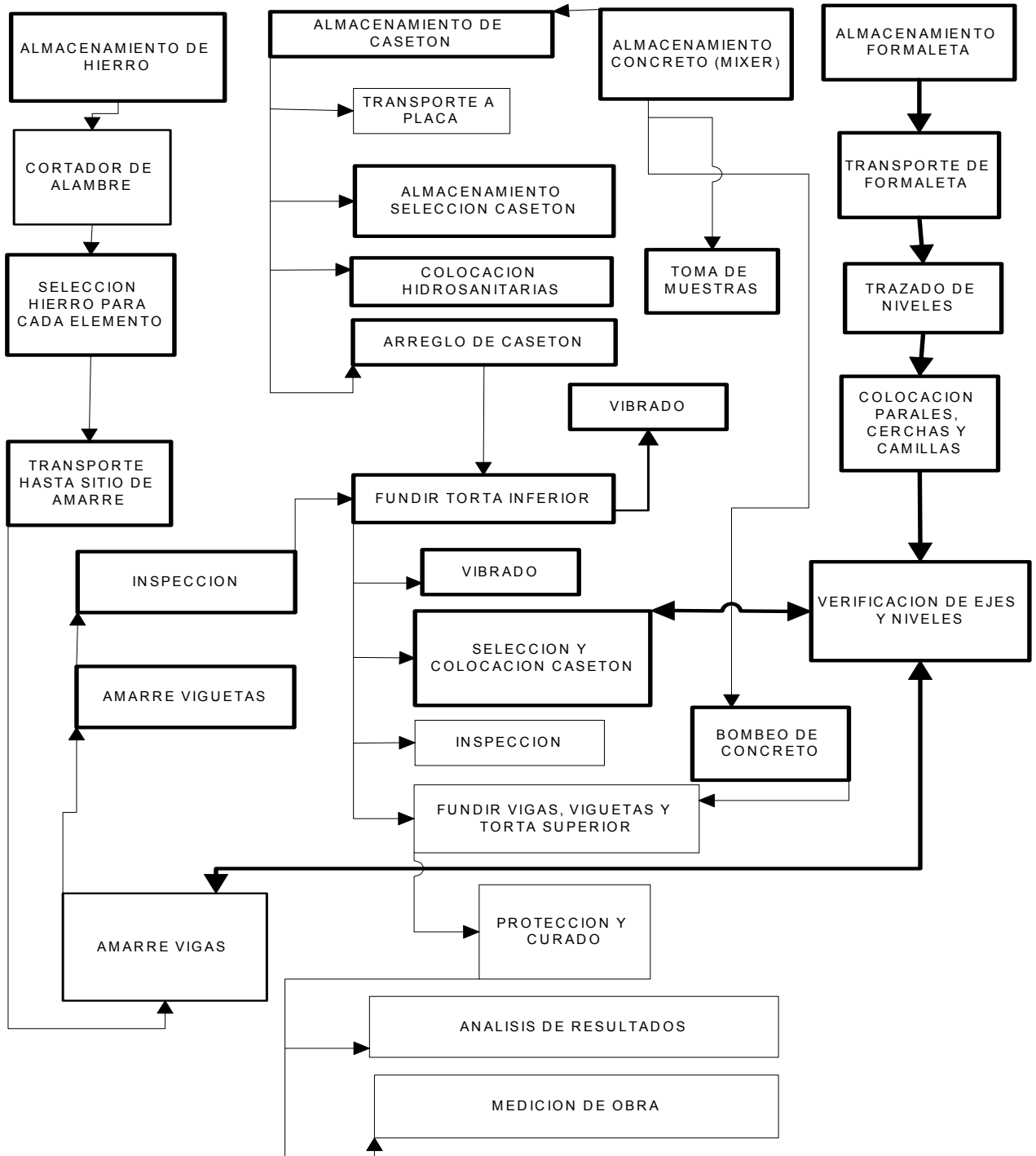


Figura 8. Esquema de circulación losa aligerada (método actual)

3.3.3 MEMORIA FOTOGRÁFICA DEL AVANCE DEL PROCESO.

A continuación se muestra lo que se realizó en el edificio Belho Palmar desde abril de 2005 hasta septiembre de 2005 en una galería fotográfica que evidencia la toma de muestras en este sitio.

Figura 9. ALMACENAMIENTO DE HIERRO Y SELECCIÓN PARA CADA ELEMENTO



Figura 10. ALMACENAMIENTO Y ARMADA DE CAMA PARA LOSA





Figura 11. COLOCACION MALLA Y AMARRE DE HIERRO



Figura 12. NIVELACION DE LA PLATOFORMA

Figura 13
COLOCACION INSTALACIONES
SANITARIAS



Figura 14. ALMACENAMIENTO TRANSPORTE Y
COLOCACION DE CASETON DE
GUADUA



**Figura 15. ARREGLO DE
CASETON**



**Figura 16
ALMACENAMIENTO DE
CONCRETO (MIXER)**



Figura 17. RETIRO DE CASETON Y FUNDIDA TORTA INFERIOR



Figura 18. VIBRADO TORTA



Figura 19.
COLOCACION DE CASETON
LUEGO DE LA TORTA



Figura 20.
BOMBEO DE CONCRETO



**Figura 21.
BOMBEO CONCRETO PARA
VIGAS Y VIGUETAS**



**Figura 22. COLOCACION MALLA
SUPERIOR**

**Figura 23.
COLOCAR INSTALACIONES
HIDRAULICAS**





Figura 24. TOMA DE MUESTRAS



**Figura 25.
VERIFICACION DE
NIVELES**



**Figura 26. FUNDIDA Y NIVELACION
TORTA SUPERIOR**



Debemos dejar claro que la inspección de todas las actividades es un trabajo continuo por el maestro de obra y los ingenieros encargados quienes, en últimas son los responsables de la correcta ejecución de los trabajos realizados.

RETIRAR FORMAleta Y VERIFICAR PLOMOS. CURAR Y REALIZAR NUEVAMENTE EL PROCESO DE PLACA



Figura 27 el proceso repetitivo

3.3.4 EL AVANCE DE LAS ACTIVIDADES.

El avance de actividades (diagrama de avance) es un diagrama sobre el cual se registrara el resultado de las fases de análisis, critica del método actual y elaboración de un método nuevo.

La forma mas utilizada para llevar acabo el registro de avance de las operaciones es el que se mostrará a continuación para cada una de las actividades que integran el proceso de elaboración de la estructura de un edificio de pórticos. En este modelo se procede a la descomposición del proceso en elementos que presenten una cierta homogeneidad interna

La descomposición adoptada es la que representa una serie de recomendaciones de distintos organismos internacionales en las siguientes partes:

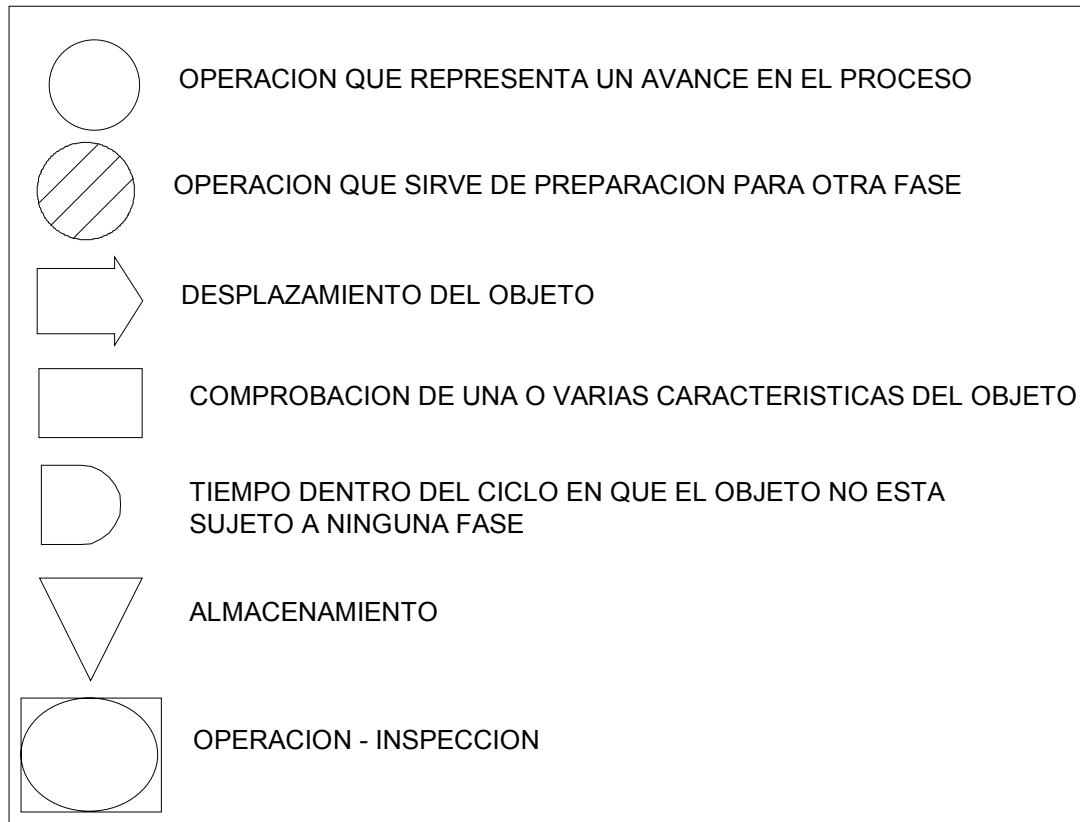


Figura 28. Modelos gráficos de procesos

Para llenar el modelo de diagrama deben tenerse en cuenta una serie de recomendaciones que presentamos a continuación.

1. señalar con claridad en el espacio correspondiente si el diagrama va a establecerse siguiendo al operador o a la pieza. Tener presente esta decisión a lo largo de todo el diagrama.
2. definir clara y concisamente el trabajo objeto del programa.
3. anotar el numero de gama de fabricación, de operación, etc. y cuantos datos sean necesarios para identificar sin ambigüedades el proceso estudiado.
4. especificar el principio y el final del proceso para delimitar de forma precisa su campo de acción. Debe tenerse en cuenta que para el caso de procesos repetitivos todos los diagramas deben empezar y terminar en el mismo lugar.

5. indicar los datos cuantitativos precisos para identificar el proceso y sus características y anotar la unidad de producción respecto a la cual se registraran los tiempos en el curso del diagrama.

A continuación definiremos cada uno de los diagramas de operación que se muestran en el grafico.

Una operación se define como aquella actividad durante la cual se hace cualquiera de las siguientes acciones:

Transformación física o química de un material

- ensamble de partes
- desmontaje de partes
- preparación del material para una actividad posterior

La inspección se define como aquella actividad durante la cual se verifica el cumplimiento de los estándares de calidad del producto.

Una operación inspección indicara que mientras se trabaja el material simultáneamente se verifican sus dimensiones o estándares de calidad.

Como ya se ha mencionado anteriormente, lo ideal para un proceso es que todas sus actividades puedan agregar valor al producto, sin embargo existen muchas operaciones y especialmente en el área de la construcción que no agregan valor y que por el contrario se constituyen en un despilfarro.

Un símbolo adicional para la construcción de un diagrama de operaciones o un diagrama de flujo lo constituye una línea resta la cual indicara entrada de materiales al proceso de fabricación.

El diagrama en si se dibuja trazando una línea vertical de arriba hacia abajo, insertando sobre ella los símbolos que representan las actividades o fases que componen el proceso productivo.

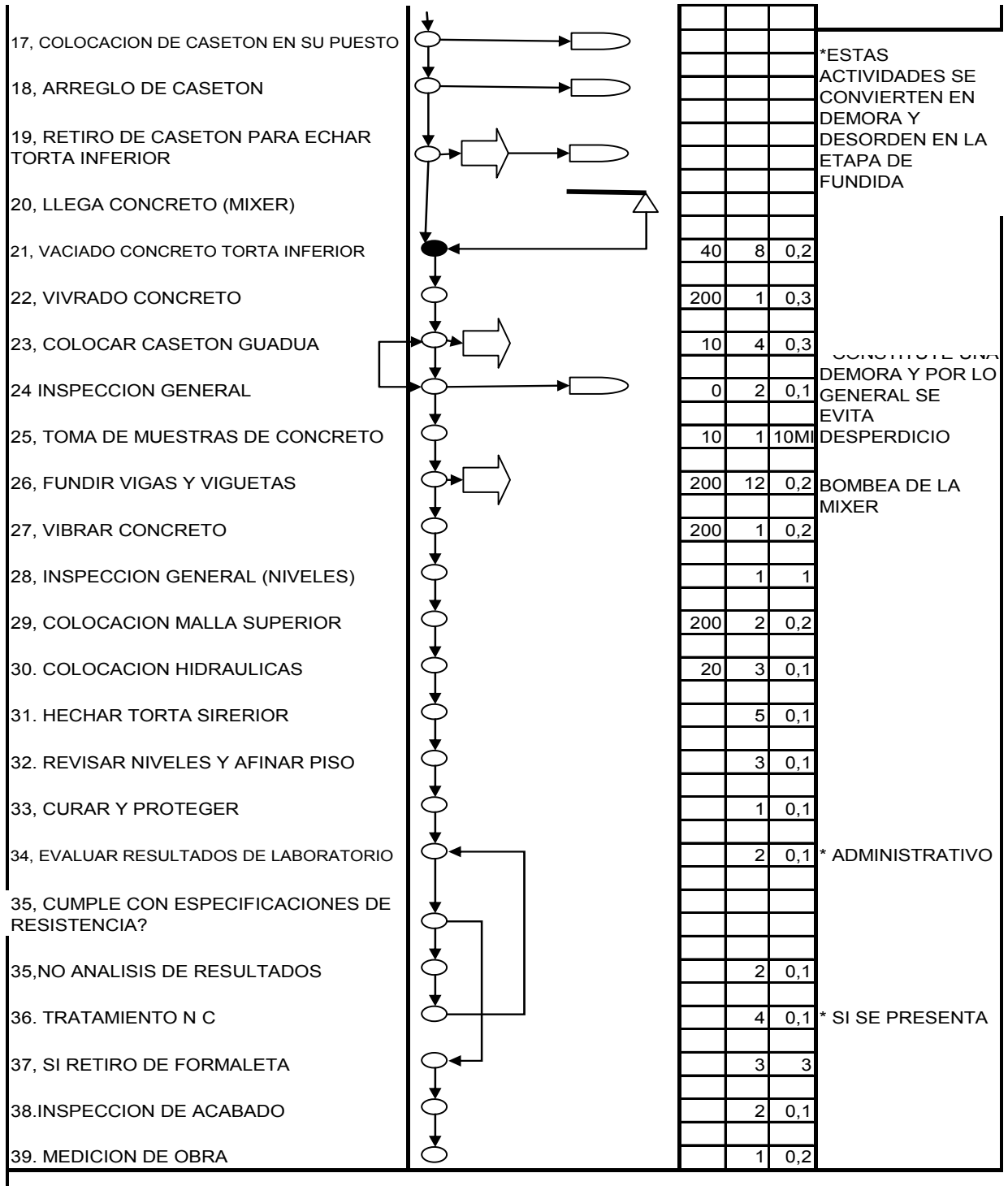


Figura 29. Avance de actividades, losa aligerada (método actual)

4. ANALISIS CRÍTICO DEL PROCESO:

Para cada uno de los procesos descritos y estudiados durante la elaboración de la practica tenemos que realizar una serie de preguntas que nos permitirán tener un juicio mas real del proceso y de esta manera poder proponer algunos cambios que puedan llegar a funcionar en la empresa donde se desarrolla el mejoramiento de los procesos, es por esto que a continuación se hará el juicio critico basado en una serie de preguntas básicas propuestas en la mayoría de estudios de mejoramiento de procesos.

Como ya hemos visto la construcción de una estructura aporticada se divide en varios procesos y estos a su vez en actividades o tarea que constituyen la cadena productiva.

4.1 CUESTIONARIO DE ANALISIS DE PROCESOS:

4.1.1. PROCESO.

- OBJETIVO DEL PROCESO: elaboración de una losa aligerada de entrepiso.
- ¿El resultado buscado ha sido obtenido? Si
- ¿Puede obtenerse mejor de otra manera? Si
- ¿El proceso no es de un proceso anterior defectuoso? No
- ¿Ha sido establecido para reducir el costo de un proceso anterior o posterior? No

4.1.2. GAMA DE OPERACIONES.

- la sucesión de operaciones ¿es la mejor? puede variar en algunos pasos.
- ¿se pueden combinar operaciones? La mayoría de operaciones son combinadas.
- Cambiando el orden de las operaciones ¿puede simplificarse o cambiarse alguna de ellas?

Depende si le aportan o no al proceso y como contribuye cada una de estas operaciones al proceso por que en ocasiones puede que se retrase.

- ¿La localización del proceso es idónea?

Creo que en la construcción como intervienen tantas personas y tantos materiales a la vez es muy complicado generar una ubicación idónea para cada cosa mas cuando los materiales que van a ser transformados solo están de paso y duran muy poco tiempo en almacenamiento.

4.1.3. DISEÑO.

- ¿puede modificarse el diseño para suprimir o simplificar el proceso?

Uno de los principales cambios que se propondrán será cambiar algunas especificaciones del diseño ya que con las que presenta en la actualidad permite un gran desperdicio.

- ¿se utilizan al máximo componentes normalizados?

En la empresa de la construcción casi todos los materiales son normalizados y estudiados previamente pero la dificultad radica en que existen muchos imprevistos.

4.1.4. MATERIALES

- La materia especificada ¿es la más correcta? A diferencia del aligerado si
- ¿No podría sustituirse por otra más novedosa?

A diferencia del concreto y el acero que constituyen la parte fundamental del proceso, la manipulación del aligerado y la forma como se construya compone un factor importante en la construcción de losa aligerada en construcciones tradicionales. Por tanto podemos decir que tanto la formaleta como el casetón se convierten en un foco de desperdicios y por tanto el centro de estudio de las construcciones aporticadas.

- ¿se utilizan las materias en cantidades y dimensiones que hagan mínimos los sobrantes y desechos?

Aunque las dimensiones de los casetones son tomadas de los planos y revisadas suelen suceder bastantes errores que permiten unas mayores dimensiones en vigas y viguetas lo que permite a su vez mayor cantidad de concreto y por consiguiente mayor costo en la elaboración del producto.

- ¿Cómo se recuperan y utilizan los desechos?

En estos casos en que la fabricación de losas y elementos son de concreto lo que se desecha es complicado recuperar ya que por lo general todas las materas quedan en un estado diferente debido al cambio químico del concreto. Aunque una de las grandes fugas de dinero y que representan grandes desechos es la utilización de la madera como formaleta ya que los cortes que se realizan para formar ductos y los listones para sostener los bordes. Por lo general es muy difícil lograr que los vuelvan a utilizar.

- ¿Como se recuperan y utilizan los desechos?

En la obra que está en estudio definitivamente los desechos van directamente al camión transportador de desperdicios y por tal motivo no se hace ningún tipo de utilización.

- ¿La variedad de materiales puede reducirse mediante la normalización?

La mayoría de los materiales utilizados en la ejecución del producto son tenidos en cuenta y perfectamente estudiados para el presupuesto, aunque cabe decir que si se utilizan muchos materiales que son requeridos como imprevistos y que traen consecuencias fatales para el presupuesto ya que encarecen mucho el producto y que desafortunadamente no se pueden cambiar.

- ¿Ha hecho el proveedor una operación útil para el proceso?

Los proveedores son muy importantes para la buena ejecución del proceso y es una variable que es muy complicada para el estudio ya que un proveedor puede o no se cumplido con el pedido y por lo general las demoras en entrega de materiales son de por lo menos un día, que representa en la mayoría de casos perdidas a la compañía y al contratista que debe asumir los costos de los operadores. En muchas ocasiones la parte administrativa de la obra hace lo que esta a su alcance para que los materiales estén en obra a tiempo pero como depende de la voluntad y la eficacia de tantas personas es muy complicado que se cumpla todo a cabalidad. Sin embargo la parte del proveedor es

una de los mayores puntos de atención para la persona encargada de las compras en la empresa.

- ¿puede modificarse ventajosamente la forma de entrega de los materiales?

La forma mas correcta es estar siempre pendiente de los requerimientos del material que surgen en la elaboración del producto y por tanto el ingeniero residente tiene una gran responsabilidad por este campo. Lo mas recomendable es estar muy pendientes del proveedor, hacer los pedidos con suficiente tiempo y no perder detalle de lo que se va a necesitar por que por lo general la obra se suspende por que en medio de todos los materiales hay uno que no se pidió a tiempo.

- ¿las materias comestibles son las adecuadas?

Lo que ya hemos mencionado anteriormente es que tanto el concreto como el acero son inmodificables, lo que tendríamos que hacer será una evaluación financiera de las formaletas y los aligerados y comparados con las perdidas recuperadas podemos llegar a identificar el mejor recurso a utilizar. Además es de tener en cuenta que la intervención de la mano del operador hace optimo o no la cantidad de perdidas y por tanto la correcta utilización de los materiales.

4.1.5. TRANSPORTES INTERNOS

- ¿Se puede, combinando operaciones, suprimir o reducir algún transporte?

Existen dos operaciones que se pueden suprimir de acuerdo con el diagrama de avance de actividades ejecutado.

1. la que tiene que ver con la selección del hierro después de ser descargado del camión ya que se almacena sin tener el cuidado de seleccionarlo y marcarlo inmediatamente lo que conlleva a que posteriormente se tenga que incrementar el trabajo por que hay que colocar operadores a mover de un lado para otro el hierro con tal de seleccionarlo, y cuando es apto el hierro se convierte en una labor de días.
2. En el proceso de colocación arreglo fundida de torta inferior y colocación de casetón para fundir vigas es necesario evaluar el transporte de este elemento

llamado carretón ya que en varias ocasiones se convierte incluso en un obstáculo para la correcta maniobra de todas las tareas previstas para la fundida. Si suprimimos algunas de estas actividades y mejoramos el tipo de aligerado podemos mejorar sustancialmente el tiempo de ejecución del proceso.

- ¿se puede utilizar la gravedad?

Uno de los inconvenientes que se presentan en las obras de construcción es que se deben tener las herramientas adecuadas para el transporte de los materiales por que por lo general la gravedad es un enemigo muy peligroso y por tanto es muy importante tener en cuenta la seguridad para cada una de las operaciones.

4.1.6 INSTRUCCIONES.

- ¿Cómo se distribuye el trabajo?

En la construcción de edificaciones existen tres tipos de personas productivas sobre los cuales recae la operación de las actividades los cuales son: El maestro de obra, los oficiales y los ayudantes los cuales tienen labores específicas bajo la coordinación del ingeniero residente y de los contratistas quienes son los responsables de las actividades y de los operadores, este es quien distribuye el personal para cada una de las actividades a realizar y sobre el recae la responsabilidad del cumplimiento en tiempo de cada una de las actividades propias del proceso.

- ¿Como se comunican las instrucciones al operador?

El ingeniero encargado imparte la orden de ejecución al maestro de obra y al contratista y estos a su vez son los encargados de transmitir las instrucciones a los operadores, las instrucciones por lo general se hacen referenciando los planos estructurales y se lleva a cabo de acuerdo a la experiencia del maestro quien se constituye en una persona fundamental para la buena comunicación y ejecución de las actividades.

- ¿Cómo se facilitan los dibujos y las herramientas?

Por lo general el maestro de obra es quien se encarga de repartir tanto los planos como de solicitar las herramientas necesarias para la buena ejecución de las tareas. En este campo es importante anotar que la importancia que tiene el plano para la ejecución de

las tareas es vital y todo se hace con base al diseño, si no hay un buen diseño de los elementos existen grandes problemas operativos por que tiene que detener el proceso muchas veces incluso se deben cambiar algunas piezas o devolver el proceso por mala interpretación.

- ¿Cómo se anota el principio y el fin de cada trabajo?

El principio por lo general no se anota simplemente se da la orden verbal de ejecución, en cambio el final siempre va acompañado de un registro de avance de obra, el cual sirve como testigo de inspección, y la aceptación del trabajo se toma en el corte de obra.

4.1.7 CONTROL.

- ¿puede combinarse la ejecución y control de las operaciones?

Por lo general en la obra de construcción como son tantas actividades simultáneas se puede ir haciendo control continuamente aunque hay momentos en los que las actividades se detienen e incluso se devuelven a causa de los controles tardíos, pienso que si los controles se pudieran ejecutar de tiempo completo los trabajos darían mayores resultados y mejores rendimientos.

- ¿Quién efectúa el control?

En estos casos el control es responsabilidad directa del residente de obra junto con el auxiliar de ingeniería, sin embargo el director de la obra puede en cualquier momento efectuar una revisión total de las operaciones en el momento que lo considere necesario.

- ¿las tolerancias y normas de acabado son las adecuadas?

Creo que las tolerancias que se utilizan en el área de la construcción son suficientes para poder efectuar los trabajos sin mayores contratiempos, sin embargo para las columnas la toma de niveles no permite tolerancia y hay que tener especial cuidado con los controles que se efectúan a estas.

- ¿Se obtienen en la práctica las tolerancias especificadas?

Por lo general no se dan tolerancias muy grandes y no se permite variación con respecto a los planos por tanto casi siempre se llega al limite de tolerancia.

- ¿son bien conocidas las normas de control y sus motivos?

Por lo general el contratista y sus operadores no comparten mucho la idea de que se les estén haciendo constantes controles, sin embargo saben que para recibirse las actividades hay que hacer una revisión exhaustiva y que si la actividad no pasa el mínimo de estándares de calidad hay que hacer se nuevo la actividad.

- ¿los calibres, reglas, flexómetros y otros instrumentos de control son los adecuados?

Según el sistema de gestión de la calidad nos establece que en obra se deben tener los patrones de medida adecuados para cada uno de los controles que se efectúen en obra por tanto en esa parte no hay problema.

4.1.8. CONDICIONES DE TRABAJO.

- ¿Están bien estudiados los medios de seguridad?

Aunque existen reglas claras de seguridad en el área de la construcción es muy complicado que los trabajadores as acepten, ellos piensan que no corren peligro, sin saber que una de as actividades mas riesgosas es la de nuestro medio.

- ¿el suelo de de los puestos de trabajo esta libre de obstáculos?

Esa es una de las partes mas complicadas por que como actúan tantos materiales a la vez y el puesto de trabajo es la misma área para todos, el lograr que tengan un suelo aseado es una labor ardua y no siempre se consigue.

- ¿el alumbrado es suficiente y sin reflejos?

Aunque por lo general se trabaja de día en el momento que no se alcanzan a realizar las actividades en el transcurso del día es necesario hacerlo de noche y por lo general no se esta preparado para esto teniendo grandes problemas de visibilidad lo que ocasiona mayor dificultad en la ejecución de las labores.

- ¿puede disminuirse el factor de ruido?

Por lo general en obras de construcción el ruido es bastante alto y reducirlo párese un imposible, aunque aislando un puco los principales causantes de este se logra un efecto positivo para los principales afectados, los trabajadores.

4.2 ANALISIS DE LAS TAREAS DEL PROCESO.

Una vez sometido el proceso, en su conjunto a un exhaustivo examen crítico, se procede apoyándonos en el diagrama de avance a la crítica de cada uno de los elementos del proceso sometiéndolos a las preguntas más comunes de hacerse a la hora de evaluar una operación. ¿Qué?, ¿Cómo?, ¿Dónde?, ¿Quién?, ¿Cuándo?

Es conveniente estudiar el proceso partiendo de los puntos negros ya que las demás actividades están condicionadas por estos.

El análisis reinicia sombreando as casillas de las cuales no se tenga una respeta satisfactoria y por tanto dirá que no es evidente que dicha operaron deba realizarse lo que conlleva a la mejora del proceso.

El resultado de esta fase crítica destaca el diagrama de avance de actividades, mediante las áreas sombreadas que se han indicado, los elementos del proceso susceptibles a sufrir cambios facilitando así la fase siguiente de elaboración de un nuevo método.

AVANCE DE ACTIVIDADES						
OPERADOR	PIEZA					ACTUAL
TRABAJO ESTUDIADO: FUNDICION PLACA						
EMPIEZA EN : ALMACEN DE MATERIALES						
TERMINA EN : MEDICION DE OBRA						
UNIDAD DE MEDICION : M2						
DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS	OPERACION	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMONSTRACION	ALMACENAJE	
QUE-DONDE-CUANDO-QUIEN-COMO	QUE	DONDE	CUANDO	QUIEN	COMO	
INICIO						
PLANOS						
2, ORDENAR INICIO DEL PROCESO	PLACA	TERRENO	FUNDIDAS COL	MAESTRO	INSPECCION VIS	
3. LLEGAN PARALES Y FORMALETA	ORDEN	OFICINA	SEGÚN PLANEACION	RESIDENTE	BEVAL	
4 TRANSPORTE DE FORMALETA AL SITIO DE COLOCACION	FORMALETA	CAMION	SEGÚN PEDIDO	PROVEHEDOR	ORDEN COMPRA	
	TRANSPORTE	OBRA	SEGÚN NESESIDAD	OPERARIOS	MANUAL	
5, COLOCAR FORMALETA	HACER CAMA	SEGÚN PLANO	SEGÚN ORDEN	OFICILES	PARAL, CERCHA, CAMILLA	
6, REPLANTEAR EJES Y NIVELES	REPLANTEO	PLACA	DESPUES FORMALETA	MAESTRO	MANGUERA, METRO	
7, ALMACENAMIENTO DE HIERRO						
8, SELECCIÓN DE HIERRO	SELECCIONAR	OBRA	SEGÚN REQUERIMIENTO	AYUDANTES	MANUAL	
9, TRANSPORTAR HIERRO	TRANSPORTE	OBRA	SEGÚN NESESIDAD	OPERARIOS	MANUAL	
10, COLOCAR MALLA INFERIOR	COLOCAR MALLA	SOBRE FORM	SEGÚN ORDEN	AYUDANTES	SEGÚN PLANO	
11, AMARRAR VIGAS Y VIGUETAS	AMARRE	SEGÚN PLANO	DEPUES REPLANTEO	OFICIALES Y A	MANUAL	
12 REVISION DE HIERROS	CONTROL	PLACA	DESPUES DE AMARRE	RESIDENTE	PLANOS	
13. CLOCACION INSTALACIONES HIDRO	COLOCA	PLACA	SEGÚN FUNDIDA	OPERARIOS	SEGÚN PLANOS	
14. ALMACENAMIENTO DE CASETON	ALMACENAMIENTO	CANDEN	A LA LLEGADA	OPERARIOS	EN GRUPOS	
15, TRANSPORTE DE CASETON A PLACA	TRANSPORTE	OBRA	AMARRADO HIERRO	AYUDANTES	MANUAL	
16, SELECCION DEL CASETON	SELECCIONAR	PLACA	ANTES DE FUNDIR	AYUDANTES	SEGÚN PLANOS	
17, COLOCACION DE CASETON EN SU PUESTO	COLOCAR	PLACA	????	AYUDANTES	SEGÚN PLANOS	
18, ARREGLO DE CASETON	ARREGLAR	PLACA	????	AYUDANTES	MANUAL	
19, RETIRO DE CASETON PARA ECHAR TORTA INFERIOR	RETIRAR	PLACA	ANTES DE FUNDIR	AYUDANTES	MANUAL	
20, LLEGA CONCRETO (MIXER)	LLEGA	OBRA	DIA DE FUNDIDA	PROVEHEDOR	MIXER	

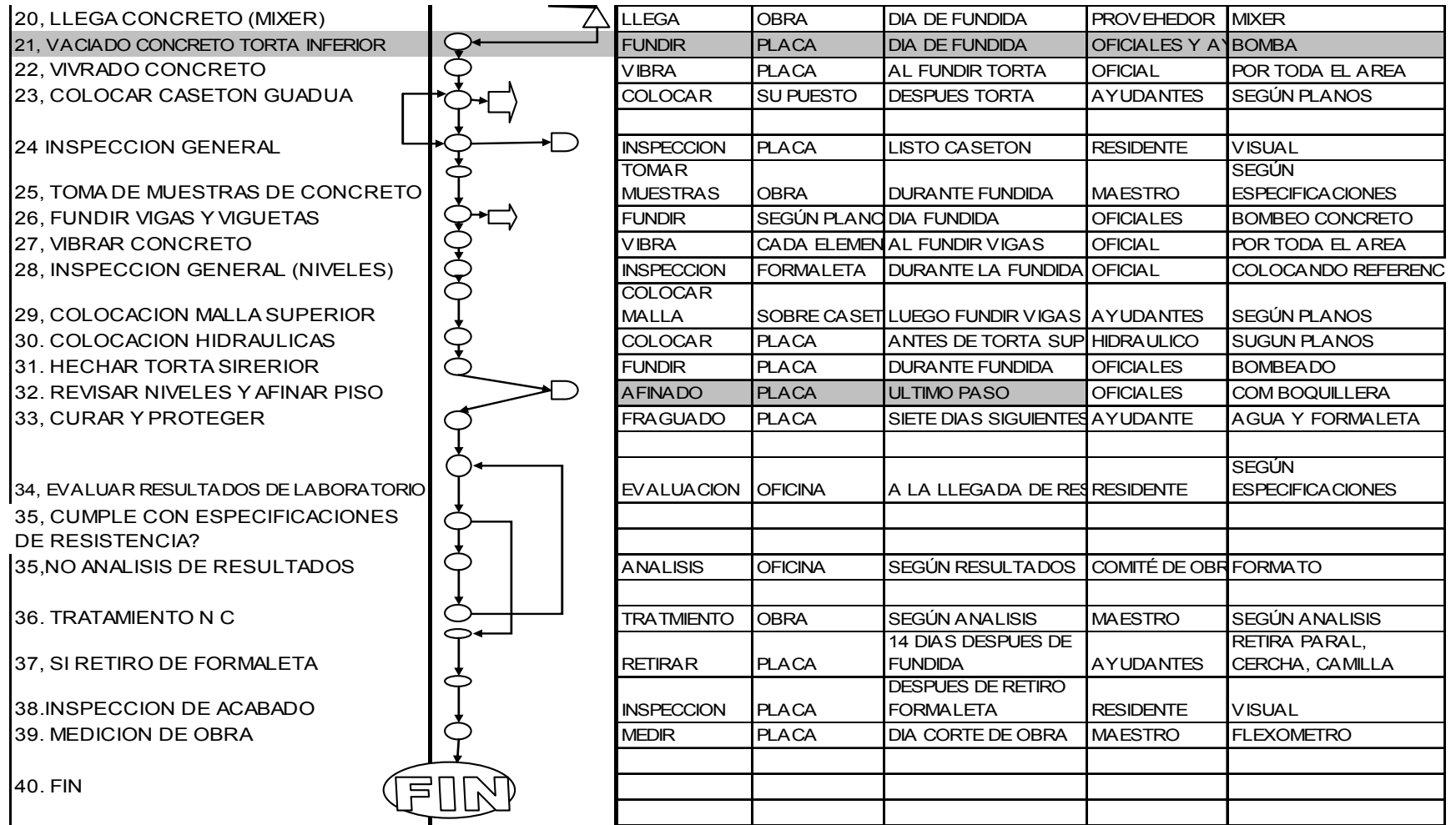


Figura 30. Análisis de las operaciones losa aligerada

5. ANALISIS DE LOS DESPILFARROS.

5.1 DEFINICION

El análisis de los despilfarros es una parte fundamental y altamente efectiva para el mejoramiento de la productividad en las empresas.

En la empresa TOYOTA se define despilfarro como “todo lo que sea distinto de la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y tiempo laboral absolutamente esenciales para la producción”.

Las acciones de una empresa deben encaminarse a agregar valor al producto, o sea hacer lo realmente importante para el cliente, lo demás es despilfarro.

Por lo general no existe proceso productivo que no tenga actividades que no agreguen valor al proceso, pero la tarea es lograr que estas actividades se disminuyan al máximo.

5.2. EL DESPILFARRO 5QMS.

5MQS hace referencia a siete fuentes de despilfarro: cinco que inician por M, una que inicia por Q y una por S

Personas (MAN)

Maquinas

Material

Dirección (Management)

Métodos

Calidad (quality)

Seguridad.

Para nuestro estudio de producción nos dedicaremos a estudiar unas en particular no sin mencionar que todos los puntos en común son necesarios para todo tipo de actividad productiva.

5.2.1 RELACIONADOS CON LOS MATERIALES.

En esta parte tendremos en cuenta la relación del concreto con respecto a su cantidad presupuestada y nos enfocaremos en una tabla de desperdicios que presentamos a continuación.

Nº	ELEMENTO	UBICACIÓN	CANT TEORICA	CANT REAL	DESPERDICIO	% DESPER
1	COLUMNAS	SOTANO	8,154	8,2	0,046	0,56
2	PLACA	PRIMER PISO	42,5	47,2	4,7	9,96
3	COLUMNAS	PRIMER PISO	7,128	7,55	0,422	5,59
4	PLACA	SEGUNDO PISO	41,94	49,46	7,52	15,20
5	COLUMNAS	SEGUNDO PISO	9,11	10,29	1,18	11,47
6	PLACA	TERCER PISO	40,17	46,5	6,33	13,61
7	COLUMNAS	TERCER PISO	6,92	8	1,08	13,50
8	PLACA	CUARTO PISO	37,12	41,25	4,13	10,01
9	COLUMNAS	CUARTO PISO	6,92	7,75	0,83	10,71
10	PLACA	QUINTO PISO	39,96	46	6,04	13,13
11	COLUMNAS	QUINTO PISO	4,27	4,5	0,23	5,11
12	VIGAS CUB	CUBIERTA	23	26	3	11,54
13	ESCALERAS	TOTAL	4,2	4,5	0,3	6,67

Tabla 8. Análisis de los desperdicios de concreto en obra

Estos son los datos reales tomados de los consolidados utilizados en obra para llevar los controles y que se realizaron a lo largo del año.

Como podemos observar los desperdicios de concreto para la estructura son bastante altos lo que ocasiona unas perdidas económicas bastante grandes, y si bien es cierto que durante el año los precios del concreto fueron los mas bajos registrados en mucho tiempo los desperdicios se pudieron haber evitado.

Unas de las principales causas de los desperdicios son entre otras.

- Deficiente cuidado con la materia prima (concreto) en la ejecución de las tareas propias del proceso.
- Mal manejo del aligerado.
- Deficiente tiempo de espera para la realización de la tarea de alistado del casetón.
- Deficiente orden en las tareas
- Mal uso del mando por parte del contratista
- Falta de una estrategia clara de manejo de las materias primas y ruta de avance de obra.
- Poco espacio de maniobra. Entre otras.

A continuación mostraremos por que es importante mejorar la manipulación del aligerado como parte fundamental del mejoramiento del proceso.

Figura 31. El análisis de los desperdicios





Como podemos observar cuando hay que arreglar el casetón de guadua en la obra por lo general no se puede obtener la forma deseada por que la madera es complicada de trabajar y mas aun cuando se pretende arreglar sin las herramientas adecuadas para que este quede como llega de la bodega.

Como podemos observar en las fotografías los desperdicios de concreto que se presentan y sustentado por la tabla de desperdicios son bastante elevados. Es por esto que se plantea que exista un nuevo sistema de aligerado que sea un poco mas liviano y que permita la fácil manipulación en obra sin alcanzar desperdicios tan altos como los anteriormente descritos

5.2.2 RELACIONADOS CON LA CALIDAD:

Uno de los principales problemas que se presentan en las obras de construcción tiene que ver con las inspecciones de calidad ya que en el momento en que se hacen puede que devuelvan un proceso a su etapa inicial quitando todo el valor productivo e iniciando de nuevo lo que genera un costo doble al producto.

Por lo general cuando un producto es deficiente y no alcanza a los estándares de calidad requeridos por la empresa entonces el producto debe ser demolido y vuelto a hacer, demorando las demás actividades previstas en la cadena del proceso constructivo.



Figura 32. Los productos de mala calidad.

Lo mejor para hacer los controles debería ser durante todas y cada una de las operaciones que se lleven a cabo para la realización del producto evitando que tengamos que llegar a correcciones tan drásticas que nos lleven a perder mucho dinero.

5.2.3 RELACIONADO CON LAS PERSONAS:

Uno de los grandes problemas que se presentan en las obras de construcción y por lo general los causantes de las demoras en la ejecución de la obra tienen que ver con la cantidad de personal disponible para la realización de las actividades, ya que el contratista muchas veces por ahorrar dinero tiene solamente un grupo de operarios que son los responsables de ejecutar todas las actividades propias del proceso sin distinguir quienes están más preparados para ciertas actividades que otros, es por este motivo que muchas de las actividades realizadas deben ser nuevamente ajustadas por no cumplir con los requerimientos, costando por lo general demora en las actividades.

Además la demora en los pagos a los trabajadores por parte del contratista y la falta de incentivos para con ellos hace que el personal trabaje a media marcha y en ocasiones puedan hasta llegar a parar la obra perjudicando directamente la empresa y todas las labores propias previstas para ese tiempo de cesión.

Otro problema relacionado con las personas es cuando un operario no tiene una idea clara de la actividad que va a realizar, ya que esto conlleva a que no esté preparado y que no tenga las herramientas adecuadas para realizar dicha actividad. El no tener las herramientas adecuadas hace que el operario tenga que estar trasladándose al almacén constantemente lo que ocasiona gran pérdida de tiempo ya que los recorridos no aportan al proceso constructivo.

5.2.4 RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD:

Uno de los principales problemas que se presentaron en la obra, es que no se contaba con un plan de seguridad industrial adecuado, hecho que ocasiono una serie de accidentes de trabajo que complicaron la estabilidad de las actividades y por supuesto produjeron una perdida de tiempo en la ejecución de la obra.

Los accidente en obra son muy frecuentes, especialmente por que los trabajadores de este gremio no tienen conciencia de los riesgos a los que están expuestos y por lo general no toman medidas preventivas complicando aun mas la implementación de los planes de seguridad industrial.

Además el hecho de que los operarios no trabajen con lar herramientas adecuadas y no utilicen la adecuada protección a la hora de ejecutar un trabajo, hace que esa actividad no tenga el rendimiento esperado.

6. ANALISIS DE COSTOS:

A continuación presentamos un análisis corto de los costos del proyecto en la parte de estructuras, para de esta forma completar el análisis crítico del proceso basado en los costos finales de producción y de esta forma poder encontrar algunas conclusiones fundamentales.

Para el control del presupuesto se emplearon dos programas de computador (Licita e Integral), los cuales se basan en el análisis de precios unitarios y permiten un control estricto de los costos de cada uno de los procesos a medida que avanza la obra, esto con el fin de ayudar en la implementación de planes alternos si se presentan problemas en el desarrollo de las actividades.

	Estructura		Cantidad ejecutada	Precio obra	Cantidad presupuestada	Precio presupuesto	LICITA	ALMACEN	DELTA
4,2	Columna concreto	M3	43,80	365.830,91	42.51	520.655,00	22.804.689,00	16.023.394,00	6.781.295
4,3	Columneta concreto	M3	-----	-----	1.85	-----	-----	96.269,00	-96.269
4,5	Loza aligerada entrepiso	M2	950,14	81.425,34	944.25	79.968,00	75.980.796,00	77.365.474,00	-1.384.678
4,6	Acero a37 / 60 psi	Kg	28.860,20	1.927,47	27.512.50	2.012,00	58.066.722,00	55.627.275,00	2.439.447
4,7	Malla electrosoldada	Kg	2.158,63	2.003,78	2.767.35	2.241,00	4.837.490,00	4.325.415,00	512.075
4,8	Escaleras en concreto	M3	4,00	319.526,25	5.06	394.070,00	1.576.280,00	1.278.105,00	298.175
4,9	Vigas de cubierta	M3	11,59	#####	9.85	419.733,00	4.864.705,00	13.538.995,00	-8.674.290
4,1	Viga canal	MI	41,05	15.401,78	14.70	47.813,00	1.962.724,00	632.243,00	1.330.481
							170.093.406,00	168.887.170,00	1.206.236
							170.093.406,00	168.887.170,00	1.206.236

Tabla 9. Costos estructura presupuestado Vrs. Ejecutado

Como podemos observar en la tabla de costos en los procesos que se ahorra más dinero son aquellos en los que no se tienen que elaborar mayores actividades o que no permiten mayores desperdicios como son las columnas y el acero y la malla que son tomadas para este estudio como productos independientes. Sin embargo en las actividades que se requiere de mayores operaciones los costos son bastante elevados y esto se presenta a causa de los desperdicios y de los materiales excesivos que se compran para la elaboración de estos procesos.

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aperticadas

Análisis		INTEGRAL							
240	Loza aligerada entrepiso	M2	Volumen	950,14	Precio	Precio	LICITA	ALMACEN	DELTA
CAST03	Caseton de guadua h=0.37	MI	760,11	823,91	8.700,00	9.229,24	6.612.974,00	7.604.066,00	-991.092
SIKD	Sikadur 32	KI	-----	6,00	-----	26.170,00	-----	157.020,00	-157.020
CEGRIS	Cemento gris	Bto	-----	8,50	-----	7.601,53	-----	64.613,00	-64.613
SIKAAN	Sika anchorfix-4	Tub	-----	1,00	-----	77.238,00	-----	77.238,00	-77.238
SIKTOP	Sika top 122	KI	-----	60,00	-----	2.846,77	-----	170.806,00	-170.806
COMPCCI	Compresion cilindros	Global	-----	-----	-----	-----	-----	266.920,00	-266.920
CON210	Concreto de 3000 psi normal	M3	-----	46,92	-----	165.936,08	-----	7.785.721,00	-7.785.721
CON3BO	Concreto de 3000 psi con bomba	M3	172,07	179,05	219.122,03	178.351,15	41.057.450,00	31.933.774,00	9.123.676
GUANCA	Guantes de carnaza	Par	-----	14,00	-----	4.186,71	-----	58.614,00	-58.614
ACARRE	Acarreo largo	Viaje	-----	18,00	-----	64.079,39	-----	1.153.429,00	-1.153.429
RETESC	Retiro de escombros	Und	-----	6,00	-----	100.000,00	-----	600.000,00	-600.000
REPOSC	Reposicion de camilla	Global	-----	-----	-----	-----	-----	800.760,00	-800.760
PUNTO	Puntero	Und	-----	7,00	-----	2.610,00	-----	18.270,00	-18.270
ALQUOCO	Alquiler cono	Global	-----	-----	-----	-----	-----	31.320,00	-31.320
PALARE	Pala redonda	Und	-----	2,00	-----	7.830,00	-----	15.660,00	-15.660
SEGUET	Segueta	Und	-----	39,00	-----	2.385,21	-----	93.023,00	-93.023
VALDES	Valdes plasticos	Und	-----	4,00	-----	1.252,75	-----	5.011,00	-5.011
PUNT15	puntillas	Lb	-----	173,00	-----	1.357,00	-----	235.210,00	-235.210
MADER	Maderas	Global	-----	-----	-----	-----	-----	1.636.670,00	-1.636.670
ICOP	Icopor de 1*1*1	Und	-----	21,00	-----	1.704,81	-----	35.801,00	-35.801
FLEXO	Flexometro sencillo	Und	-----	7,00	-----	2.906,57	-----	20.346,00	-20.346
GUCAU	Guantes de caucho	Par	-----	1,00	-----	2.505,00	-----	2.505,00	-2.505
MANGNI	Manguera nivel 1/2"	MI	-----	10,00	-----	663,50	-----	6.635,00	-6.635
TUBHAL	Tubo halogeno	Und	-----	1,00	-----	7.226,00	-----	7.226,00	-7.226
AREPEN	Arena de pena	M3	-----	0,87	-----	26.666,67	-----	23.200,00	-23.200
MIXTOR	Mixto de rio	M3	-----	7,80	-----	57.019,23	-----	444.750,00	-444.750
ACERO	Acero de refuerzo	Kg	-----	91,00	-----	1.797,90	-----	163.609,00	-163.609
MOT13	Mortero 1:3 preparado	M3	21,19	-----	180.000,00	-----	3.813.862,00	-----	3.813.862
HERRA	Herramienta - equipo	Gb	475,07	-----	1.000,00	-----	475.070,00	-----	475.070
VIBRA	Vibrador	Hora	190,03	-----	8.000,00	-----	1.520.224,00	-----	1.520.224
FMCON	Formaleta losa aligerada	M2	1.045,15	-----	5.000,00	1.053,28	5.225.770,00	8.757.767,00	-3.531.997
CUAES	Cuadrilla estructuras	Jn	86,38	-----	200.002,00	-----	17.275.445,00	15.195.510,00	2.079.935
							75.980.796,00	77.365.474,00	-1.384.678

Tabla 10. Costos losa aligerada de entrepiso.

Como Podemos observare en la tabla anterior los sobrecostos en la losa aligerada de entrepiso se presentaron en la cantidad de materiales que no estaban previstos, tales como maderas, puntillas y aditivos; afortunadamente el precio del concreto durante el año fue muy positivo y los desperdicios no influyeron demasiado sobre el presupuesto, sin embargo para este año los precios del concreto se han incrementado en una gran proporción y por tanto hay que tener especial cuidado con el desperdicio del mismo para poder obtener ahorros importantes.

En cuanto a las vigas de cubierta se refiere el inconveniente presentado, es que no se ha tenido en cuenta que las vigas estaban combinadas con una losa maciza que servia como cubierta para el edificio, por tal motivo los costos se elevaron demasiado, convirtiéndose en un punto bastante negativo para alcanzar las metas propuestas en el presupuesto inicial.

7. ELABORACION DE UN NUEVO METODO.

Las respuestas a las preguntas planteadas en la etapa crítica del método actual y que se han reflejado, como se ha visto, en las casillas correspondientes en el avance de actividades, constituyen la base para la elaboración de un nuevo método que permita obtener de forma óptima los resultados.

Como en el método de crítica del proceso actual se empezara el estudio por las operaciones de ejecución (marcadas con círculo negro) que condiciona el resto de elementos. Evidentemente, si el estudio permite llegar a la conclusión que se puede llegar a eliminar una de estas operaciones, en el método mejorado resultante no solo se eliminara la operación sino también, probablemente, varios elementos (sobre todo operaciones de preparación, transporte e inspección) ligados a ellas

En nuestro caso nos damos cuenta que la manipulación que tiene el proceso en la etapa de colocación del casetón, es una muy buena oportunidad para disminuir los trabajos que están asociados con el proceso de colocación del aligerado y evidentemente podemos eliminar casi todas las actividades asociadas a este.

Adicionalmente, las respuestas a las preguntas ¿Dónde?, ¿Cuándo? Y ¿Quién? Conducen a las posibilidades de combinar o invertir. Por fin la pregunta ¿Cómo? Puede conducir a simplificar.

En la siguiente grafica podemos observar la relación que existe entre el método actual con la elaboración de un nuevo método.

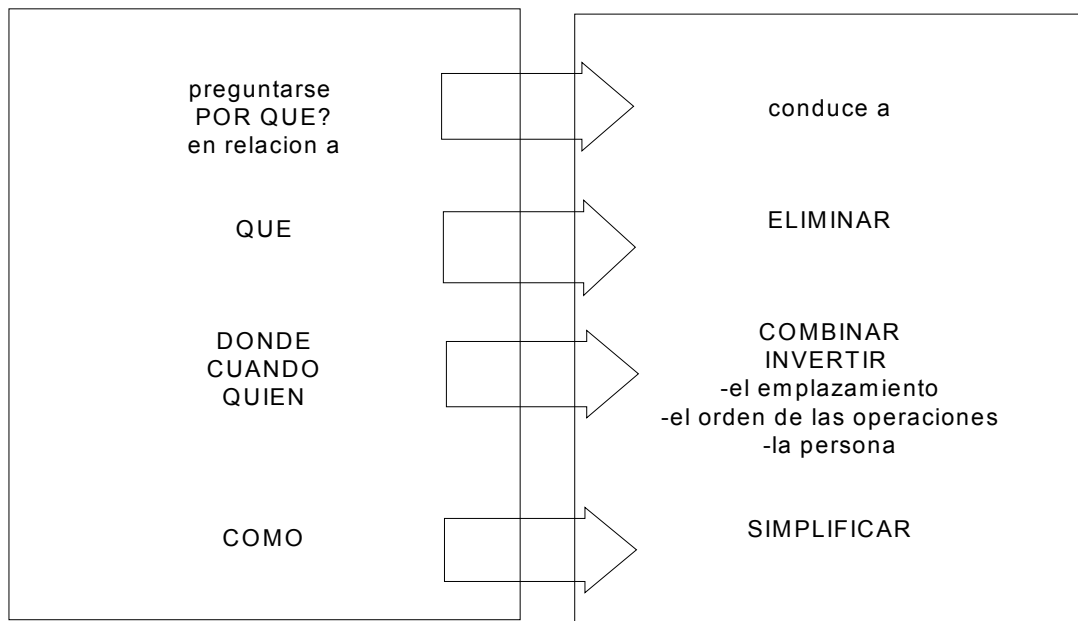


Figura 33. Relación entre las etapas de crítica y de elaboración

Partiendo del diagrama de avance con las respuestas a las preguntas y el suficiente análisis de cada una de las operaciones, pasamos a la etapa de nuevo método donde tendremos que elaborar para cada uno de los procesos estudiados los pasos tomados para el método anterior.

7.1. LA DESCRIPCION DEL NUEVO METODO

A continuación colocamos el planteamiento propuesto para la realización de la losa aligerada de entrepiso y en los anexos c, d, e colocamos el análisis de columnas, escaleras y vigas de cubierta.

TRABAJO ESTUDIADO ELABORACION LOSA ALIGERADA DE ENTREPISO **ELBORA** ARTURO SANDOVAL JURADO **FECHA** Nov-05

DESCRIPCION	OBSERVACIONES
*LLEGADA HIERRO PARA LOSA DE ENTREPISO (SELECCIONARLO EN EL DESCARGUE) * COLOCAR LA FORMAleta PARA LA FUNDIDA DE LA PLACA * REPLANTEAR EJES Y NIVELES * TRANSPORTAR HIERRO HASTA EL LUGAR DONDE SE REQUIERE AMARRAR * AMARRAR EL HIERRO SEGÚN ESPECIFICACIONES DE LOS PLANOS * COLOCAR INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y ELECTRICAS * TRANSPORTE DE CASETON A LA PLACA * COLOCACION DEL CASETON SEGÚN PLANOS * INSPECCION SEGÚN PLANOS (FORMATO) *VACIAR EL CONCRETO QUE LLEGA DE LA CENTRAL DE MEZCLAS * TOMAR LAS MUESTRAS PERTINENTES DE CONCRETO COMO SON RESISTENCIA Y ASENTAMIENTO * VIBRAR EL CONCRETO * VERIFICAR PLOMOS Y COTAS *CURAR Y PROTEGER * EVALUAR RESULTADOS DE LABORATORIO * ANALISIS ESTRUCTURAL DE LOS RESULTADOS * RETIRAR LA FORMAleta * INSPECCIONAR ACABADO *MEDICION DE OBRA. FIN	SE FUCIONA CON LA SELECCIÓN DE HIERRO POSTERIOR AL DESCARGUE ES UNA ACTIVIDAD QUE REQUIERE DE VARIOS PASOS SE INTERCAMBIA CON EL TRANSPORTE DE CASETON LOS RESULTADOS DE ASENTAMIENTO DEBEN ESTR DENTRO DE LO ESTSBLESIDO. COMITÉ DE OBRA

Tabla 11. Descripción del proceso losa aligerada (método propuesto)

Las consecuencias que se revelaron como consecuencia del estudio, y que se revelaron como factibles, fueron principalmente:

- Para la placa aligerada combinar mediante una buena inspección el proceso de descargue del hierro con el proceso de selección del mismo, eliminar los pasos que se ejecutaban con el transporte y arreglo de casetón quedando reducido al cambio de aligerado que venga arreglado de la planta y solo se transporta en el momento de ser colocado para fundir vigas y viguetas, combinar la actividad de amarre de hierro con la inspección del mismo ya que evita demoras en el proceso.
- Para las columnas eliminamos la selección del hierro ya que se hace durante el descargue, a su vez controlar el amarre del hierro junto con la actividad propia con el fin de retrocedernos en el proceso.
- Para las vigas de cubierta se propone cambiar el método de fundición ya que la elaboración y alistado de la fundida demora demasiado y no se obtienen adecuados resultados económicos, se plantea cambiar a losa aligerada ya que el tiempo de elaboración del tiempo es mas corto y los desperdicios de formaleta son menores.

7.2. ESQUEMA DE CIRCULACIÓN DEL METODO PROPUESTO

B.P CONSTRUCTORES S.A	
DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO PRODUCTIVO	
DIAGRAMA NUMERO 1 PRODUCTO: LOSA ALIGERADA ENTREPISO NOMBRE DEL PROCESO: ALISTADO Y FUNDIDA LOSA ALIGERADA DIAGRAMA ELABORADO POR: ARTURO SANDOVAL J FECHA DE ELABORACION: AGOSTO 12 DE 2005 METODO PROPUESTO COMIENZA EN: SITIOS DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES TERMINA EN: UBICACIÓN DE LA LOSA FUNDIDA DISTANCIA RECORRIDA: SEGÚN LA LOSA ESPACIO OCUPADO: 300 M2	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCION: 10 DIAS A PARTIR DEL MOMENTO EN QUE SE INICIA EL ALISTADO DE LOS MATERIALES COSTO DE PRODUCCION 2350000 POR M2 POR UNIDAD DE PLACA CONSTRUIDA INCLUYE MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS

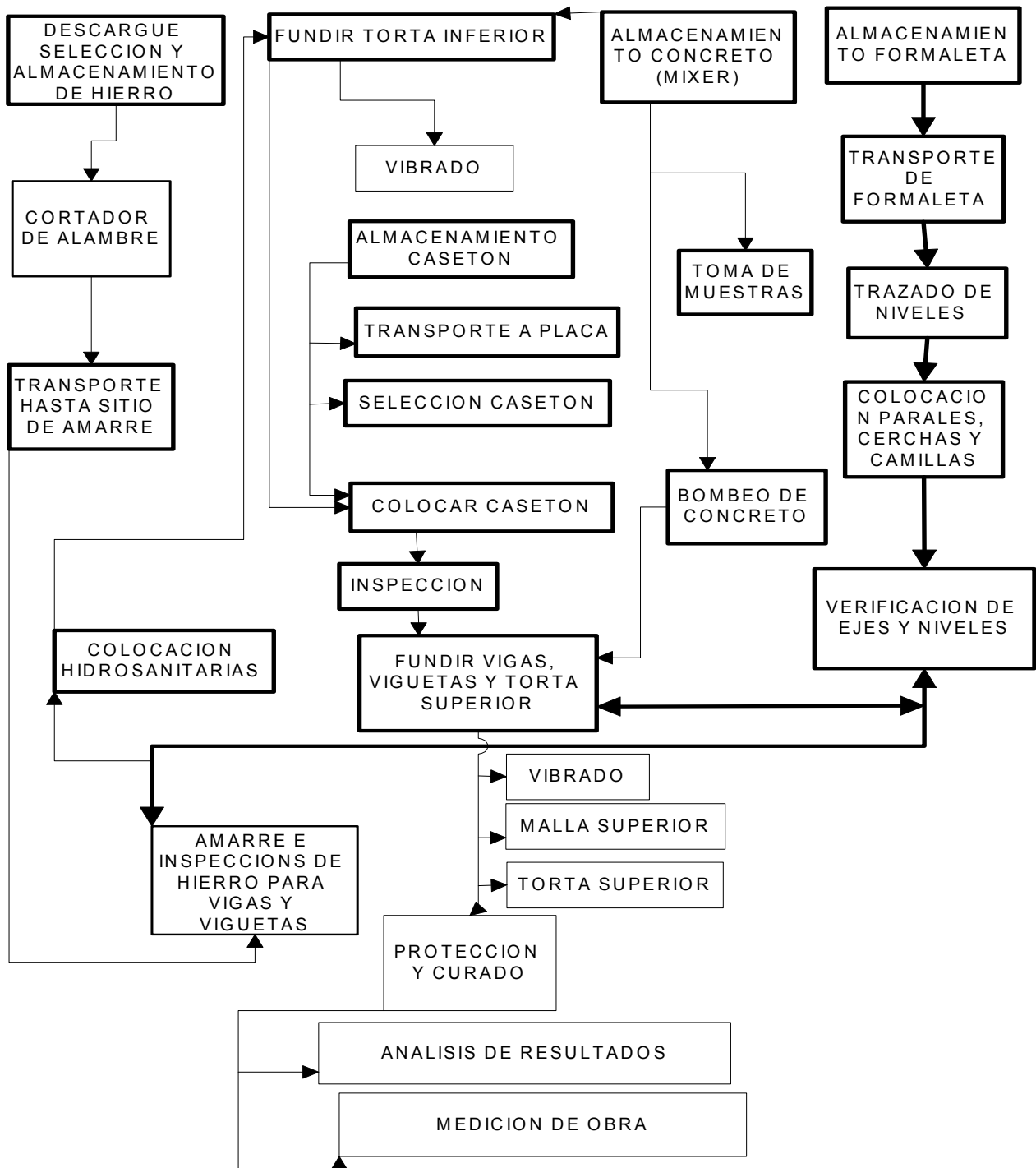


Figura 34. Esquema de circulación losa aligerada (método propuesto)

7.3 EL AVANCE DE ACTIVIDADES METODO PROPUESTO.

AVANCE DE OBRA		PROPUESTO									
OPERADOR	PIEZA	x									
TRABAJO ESTUDIADO: FUNDICION LOSA ALIGERADA DE ENTREPISO											
EMPIEZA EN : ALMACEN DE MATERIALES											
TERMINA EN : MEDICION DE OBRA											
UNIDAD DE MEDICION : M2											
DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS	O P E R A C I Ó N	R A N S P O R T E	N S P E C C I O N	D E M O R A	L M A C E N A J E	D I S T A N C I A	P E R A D O R E S	R E G I S T R O M R D P A I O D A	OBSERVACIONES		
INICIO											
1, IDENTIFICACION DEL SITIO SEGÚN PLANOS						200	2	0,2			
2, ORDENAR INICIO DEL PROCESO									* ING RESIDENTE		
3, LLEGAN PARALES Y FORMALETA						0	0	0	* NO SE INICIA EL PROCESO SIN FORMALETA (FORMALETA DE MADERA)		
4, TRANSPORTE DE FORMALETA AL SITIO DE COLOCACION						25	4	1			
5, COLOCAR FORMALETA						2,3	7	3	*PARALES, SERCHAS, CAMILLAS		
6, REPLANTEAR EJES Y NIVELES						200	2	0,3	* MAESTRO DE OBRA		
7, SELECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE HIERRO						10	4	1	*EL ALMACENAMIIENTO SE FUSIONA CON LA SELECCIÓN		
8, TRANSPORTAR HIERRO						30	3	1			
9, COLOCAR MALLA INFERIOR						10	2	0,3	*SE FUSIONAN AMARRE Y REVISION		
10, AMARRAR Y REVISAR VIGAS Y VIGUETAS						2	6	2,5	*PARA REVISION		
11, CLOCACION INSTALACIONES HIDRO						200	2	3	*(AUMENTA REVISION PERO DEISMINUYE DEMORA)		
12, LLEGA CONCRETO (MIXER)						20	4	0,5			
13, VACIADO CONCRETO TORTA INFERIOR						0	1	0			
14, VIVRADO CONCRETO						40	4	0,2			
						200	1	0,2			

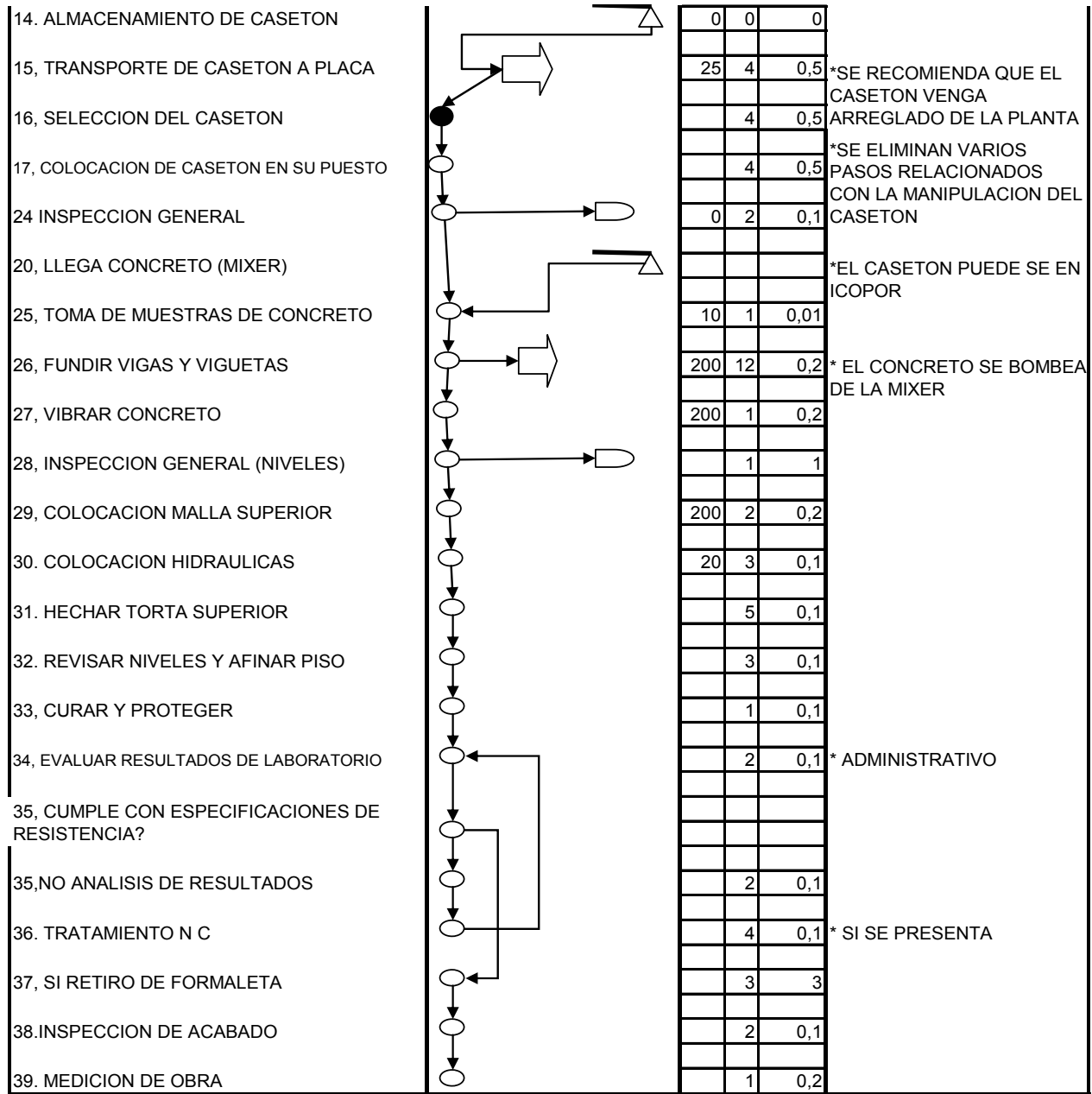


Figura 35. Avance de obra losa aligerada (método propuesto)

Como podemos observar para la losa aligerada de entrepiso se plantean algunos cambios radicales que deben ser comprobados en la ejecución de obras posteriores del

mismo sistema constructivo, especialmente en la manipulación de las materias primas y en las inspecciones que deben realizarse constantemente para evitar posibles retrasos por mala ejecución de las tareas.

Además debemos buscar una mejor solución de aligerado ya que el obtenido por la guadua tiene muchas desventajas que pueden corregirse con uno mas liviano y manipulable. Para las escaleras por constituirse en un proceso censillo y en el que no intervienen mayores recursos el mejoramiento que se haga no ayudara en mucho para el ahorro en el presupuesto, sin embargo se debe tener en cuenta por que el análisis incompleto nos lleva a un estudio incompleto dentro de la totalidad de elementos que conllevan a la realización del producto final.

7.4. BALANCE DE PROPOSICION

A continuación mencionaremos algunas actividades que deben ser resaltadas en el análisis y mejoramiento de los procesos en las obras de construcción.

- Tener especial cuidado en la elaboración del presupuesto con el fin de que no se presenten actividades adicionales en los procesos, y a su vez no se encarezcan los productos.
- Dedicar el suficiente tiempo a la parte de planificación del proyecto, tanto en términos económicos como de tiempo, para de esta forma tener una mejor base de trabajo durante su ejecución.
- Tener especial cuidado en la revisión de los diseños que se van a emplear en la ejecución con el fin de evitar cambios en obra.
- Realizar un plan de seguridad industrial para cada una de las obras con el fin de brindar condiciones de trabajo apropiadas a los trabajadores, y a su vez, colaborar con la optimización de los procesos.
- Contar con el personal suficiente para la realización de las tareas de acompañamiento propuestas en el plan de mejora.

- Exigir al contratista personal idóneo para la ejecución de las tareas propias del proceso con el fin de evitar demoras por fallas en la ejecución de las mismas.
- Extender el control hasta los pagos de los salarios de los trabajadores debido a que por lo general los contratistas no pagan completo, induciendo a que los trabajadores trabajen sin motivación.
- Involucrar a todas y cada una de las personas que intervienen en la ejecución del proyecto, en el mejoramiento continuo ya que es la base del éxito par cumplir con todas las metas propuestas.
- Cambiar la forma de ver las cosas y mejorar la actitud frente a ese cambio, para de esta manera poder proponer nuevos cambios.

En general con los métodos propuestos para el avance de actividades y con las recomendaciones expuestas anteriormente podemos decir que el estudio es aplicable a las obras posteriores y que depende de la empresa y de los ingenieros directores de las obras, la implementación de los correctivos propuestos.

Sin embargo debo decir que la falta de información acerca del tema y la inexperiencia conjugada con las limitaciones de tiempo en obra han hecho de este un particular reto para mi, por tanto y apoyado en los datos encontrados en el presente estudio debo afirmar que es un buen comienzo para aquel que desee iniciar la mejora e métodos en su empresa.

CONCLUSIONES

1. Con el presente estudio podemos observar e identificar claramente que en los proyectos de construcción son muchos los factores que influyen negativamente a la obra, hecho que implica mayores inversiones tanto a nivel de recursos como a nivel humano, por lo cual se constata que la buena planificación y el adecuado control son la base fundamental para que los proyectos sean un éxito.
2. Podemos constatar que el análisis y mejoramiento de los procesos productivos de la empresa se constituyen hoy día en una herramienta fundamental para contrarrestar los efectos de la globalización y la competencia que se presentan.
3. Llegamos a obtener una idea bastante clara del procedimiento que se debe llevar a cabo para hacer el análisis y mejoramiento de los procesos en la empresa de construcción.
4. Con el diagrama de avance de las operaciones que constituyen un proceso, no solo tenemos una idea clara del mismo, sino que además nos permite explorarlo al máximo, y a su vez nos deja ver fallas que no son fácilmente reconocibles si observamos el proyecto en su totalidad.
5. El proceso crítico de las actividades nos deja ver que hay mucho por explorar y que, las empresas y los profesionales encargados de la administración de las obras deberían estarlo haciendo frecuentemente para poder contrarrestar eficientemente las dificultades que se presenten.
6. La forma de proponer un nuevo método, no solamente se convirtió en un reto, sino que se convierte en una alternativa para el avance de las actividades, y a su vez es una forma de integrar a todo el personal que interactúa en la elaboración de los procesos.
7. El hecho de hacer un balance de las operaciones realizada y a su vez, la forma clara del estudio han hecho de este un agradable descubrir de nuevas posibilidades de ahorro en tiempo y dinero.
8. Uno de los puntos fundamentales que se han podido constatar es que la Practica Empresarial es una verdadera oportunidad de aprendizaje para los estudiantes

que están prestos a graduarse ya que como queda demostrado también podemos indagar, aprender y a la vez, aplicar todos los conocimientos adquiridos durante el periodo presencial en la universidad.

9. Las empresas y la Universidad deberían realizar mas estudios para mejorar la calidad de los productos, y a su vez brindar al estudiante una posibilidad de ampliar su horizonte profesional probando su capacidad y liderazgo ante la comunidad.
10. Es importante recalcar que el método propuesto en esta tesis pede o no ser implementado por la empresa en la ejecución de las obras futuras, sin embargo constituye una base fundamental para el desarrollo adecuado de las actividades académicas propias del estudio de los procesos en el área de la construcción.
11. Por ultimo se debe recalcar que por lo general los estudios de mejora de métodos son estudios sencillos que no tienen demasiado trabajo matemático, pero si, un significado complejo en el momento de ejecutar las tareas propias a las cuales estamos acostumbrados, y no somos capaces de reconocer que puede tener variacones.

BIBLIOGRAFÍA

- Ortiz P, Néstor Raúl. ANALISIS Y MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS EN LA EMPRESA. Editorial Publicaciones UIS. Bucaramanga 1999
- Castanyer, Francesc. CONTROL DE METODOS Y TIEMPOS. Editorial Alfaomega. México 1999
- Harrington, H. James. MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS DE LA EMPRESA. Editorial McGraw-Hill de management. Bogota McGraw-Hill. 1993
- Botero, Luís. F. GUÍA DE MEJORAMIENTO CONTINUO. Revista universidad Eafit. Vol. 40. Nº 136. 2004. pp. 50-64

_____. Manual de calidad. Bogota, B.P CONSTRUCTORES SA, 2005

_____. Plan de calidad edificio Belho Palmar. Bogota, B.P CONSTRUCTORES SA, 2005

_____. Registros calidad BP-PR-008 planificación del proyecto, Bogota, B.P CONSTRUCTORES SA, 2005

ISO. ISO- International Organization for standardization [en línea]. S.I.; livelink, 2005. Disponible en Internet: <<http://www.iso.org>>

GARCÍA LÓPEZ, Juan Diego. Practica empresarial en calidad y eficiencia en construcción en sistema túnel, en la construcción de las Torres de Monterrey con la constructora MARVAL. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2005. 138p.

ANEXOS

Anexo A. Presupuesto de la obra Belho Palmar

FORMULARIO DE CANTIDADES Y PRECIOS

Edificio Belho palmar

Presupuesto de obra

Febrero de 2005

Ítem	Nombre	Unidad	Cantidad	Precio-[\$]	Total-[\$]
PRELIMINARES EDIFICACION					
1.2	Localización y Replanteo	M2	233.15	1,083.00	252,501
1.3	Excavación a maquina (con carg)	M3	1,014.22	14,007.00	14,206,180
1.4	Campamento 12x2.5	UN	1.00	2,384,360.00	2,384,360
1.5	Cerramiento Provisional	ML	40.05	28,032.00	1,122,682
1.6	Acometidas Prov. San + Hidra Eléctrica	GI	1.00	500,000.00	500,000
1.7	Valla Información licencia	UN	1.00	139,900.00	139,900
					18,605,623

CIMENTACION					
2.2	Excavación Manual (Mat. Común)	M3	15.00	14,250.00	213,750
2.3	Relleno Mat. seleccionado	M3	84.85	29,400.00	2,494,590
4.2	Zapatas en Concreto	M3	2.25	306,681.00	690,032
4.2	Concreto Ciclópeo	M3	46.13	179,333.00	8,272,631
2.5	Solado de Limpieza e=3cm	M3	6.99	248,319.00	1,735,750
2.6	Loza aligerada cimentación e=1.20	M2	203.84	153,644.00	31,318,793
4.8	Muro de Contención e=0.15	M3	23.27	461,348.00	10,735,568
4.8	Placa de Contrapiso e=0.10	M2	30.53	34,186.00	1,043,699
2.7	Pilotes de Madera L=8.0 m D=0.	UN	0.00		
2.8	Acero A37 / 60 PSI	Kg	9,492.61	2,012.00	19,099,131
2.9	Malla Electro soldada	Kg	2,017.23	2,241.00	4,520,612
					80,124,557

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

DESAGUES/INSTALAC. SUBTERRANEAS

3.2	Excavación Manual desagües	M3	16.00	14,250.00	228,000
3.3	Rellenos desagües	M3	15.00	16,200.00	243,000
3.1	Tubería 6" Domiciliaria LLUVIAS-AN Incluye atraque	ML	9.00	18,752.00	168,768
3.12	Cajas Inspección Domiciliaria 60X60	UN	2.00	172,250.00	344,500
3.12	Pozo Ejector Aguas Lluvias	UN	2.00	231,659.00	463,318
3.12	Pozo Ejector Aguas Negras	UN	0.00	138,900.00	
					1,447,586

ESTRUCTURA

4.2	Columna Concreto	M3	42.51	520,655.00	22,133,044
4.3	Columnetas concreto	M3	1.85	421,915.00	780,543
4.5	Loza aligerada entrepiso E=0.45	M2	944.25	79,968.00	75,509,784
4.6	Acero A37 / 60 PSI	Kg	27,512.50	2,012.00	55,355,150
4.7	Malla Electro soldada	Kg.	2,767.35	2,241.00	6,201,631
4.8	Escaleras en Concreto	M3	5.06	394,070.00	1,993,994
4.9	Vigas de Cubierta	M3	9.85	419,733.00	4,134,370
4.1	Viga Canal	ML	14.70	47,813.00	702,851
					166,811,368

MAMPOSTERIA

5.2	Mampostería Bloque No 4	M2	1,201.03	13,219.00	15,876,416
5.4	Mampostería a la vista 2 caras	M2	83.10	42,264.00	3,512,138
5.5	Mampostería a la vista 1 cara	M2	421.39	40,211.00	16,944,513
5.6	Enchape Bordes Fachada	ML	546.49	13,182.00	7,203,831
5.8	Dintel en Concreto Reforzado	ML	22.00	18,170.00	399,740
5.9	Chimenea	UN	0.00	423,600.00	
					43,936,638

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

PAÑETES/FRISOS/REVOQUES

6.2	Pañetes/Friso Liso Muros - Placas	M2	2,268.63	6,640.00	15,063,703
6.4	Pañete impermeabilizado	M2	541.39	7,240.00	3,919,664
					18,983,367

CUBIERTAS

7.2	Cubierta teja Fibrocemento	M2	184.55	39,260.00	7,245,433
					7,245,433

CIELORASOS

8.2	Cielorraso Pino Pátula (Plano)	M2	89.50	28,191.00	2,523,095
					2,523,095

PISOS Y GUARDAESCOBAS

9.2	Poyo mueble cocina	ML	23.95	10,000.00	239,500
9.4	Poyo duchas	ML	20.00	31,454.00	629,080
9.7	Piso en Tableta Gres 10x20 + Gravilla	M2	70.81	18,794.00	1,330,803
9.8	Piso en Tableta Gres 10x20	M2	0.00	15,801.00	
9.9	Piso en Tablón Gres 30X30+ Gravilla Terraza	M2	27.82	27,344.00	760,710
9.1	Piso cerámica Baños/Cocina/Salón C	M2	118.72	28,211.00	3,349,210
9.11	Mortero de piso e = 3cms	M2	518.95	9,196.00	4,772,264
9.12	Piso en alfombra	M2	400.23	28,889.00	11,562,244
9.13	Piso Escalera Tableta + gravilla	ML	56.00	36,050.00	2,018,800
9.15	Guarda escoba Media Caña en Gravilla	ML	117.90	11,534.00	1,359,859
9.15	Guarda escoba en Cerámica	ML	14.00	4,724.00	66,136
9.19	Pirlan madera cambio piso	ML	50.00	17,520.00	876,000
					26,964,606

ENCHAPES

10.2	Enchape Cerámica Baños	M2	326.18	29,685.00	9,682,653
10.3	Enchape Cerámica Cocina	M2	198.18	29,108.00	5,768,623

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

10.5	Enchape Cerámica Lava traperos y basuras	M2	17.05	29,487.00	502,753
					15,954,030

INST. HIDRAULICA/SANITARIA/GAS

---RED DE SUMINISTRO					
11.2	Punto Hidráulico AC	UN	76.00	35,444.00	2,693,744
11.3	Punto Hidráulico AF	UN	116.00	23,583.00	2,735,628
11.17	Tubería PVC 2" RDE 13.5	MI	35.00	14,044.00	491,540
11.17	Tubería PVC 1" RDE 13.5	MI	10.00	7,990.00	79,900
11.17	Tubería PVC 3/4"RDE 13.5	MI	162.50	8,798.00	1,429,675
11.21	Tubería PVC 1/2" RDE 9	MI	80.00	8,011.00	640,880
11.23	Tubería CPVC 3/4"	MI	80.00	12,210.00	976,800
11.28	Registro P/d 2" Liv	UN	2.00	78,250.00	156,500
11.29	Registro P/d 3/4" Liv	UN	32.00	43,873.00	1,403,936
					10,608,603

---RED EVACUACION - ACCESORIOS

11.31	Salida PVC-Sanitaria 4"	UN	22.00	36,144.00	795,168
11.32	Salida PVC-Sanitaria 2"	UN	58.00	32,591.00	1,890,278
11.33	Salida PVC-Sanitaria Sifón 4"	UN	13.00	34,386.00	447,018
11.34	Salida PVC-Sanitaria Sifón 3"	UN	6.00	18,516.00	111,096
11.36	Salida PVC-Sanitaria Sifón 2"	UN	57.00	18,151.00	1,034,607
11.39	Tubería PVC-S 6"	MI	30.00	12,828.00	384,840
11.39	Tubería PVC-S 4"	MI	123.85	12,828.00	1,588,748
11.43	Junta Expansión 4" Red AN	UN	10.00	158,773.00	1,587,730
					7,839,485

---CAN.-BAJANTES AN+ALL+REVENT.

11.41	Tubería PVC-L 4" ALL	MI	68.50	12,569.00	860,977
11.46	Tubería PVC-L 3" ALL	MI	54.00	7,187.00	388,098
11.47	Pase PVC-L 6" = 0.50	UN	3.00	11,435.00	34,305
11.47	Pase PVC-L 4" = 0.40	UN	8.00	4,130.00	33,040

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

11.48	Pase PVC-L 3" = 0.20	UN	126.00	1,877.00	236,502
11.49	Tubería PVC-L 3" Ventilación	ML	28.00	7,501.00	210,028
11.5	Tubería PVC-L 2" Reventilación	MI	103.25	6,460.00	666,995
					2,429,945

---RED DE GAS NATURAL

11.54	Tubería Acero 3/4 Sch 40	MI	13.00	15,489.00	201,357
11.54	Tubería Acero 1/2 Sch 40	MI	295.90	10,740.00	3,177,966
11.56	Registro de Bola 3/4	UN	2.00	17,524.00	35,048
11.56	Registro de Bola 1/2	UN	48.00	18,866.00	905,568
11.58	Ducto Desfogue Calentadores	ML	0.00		
					4,319,939

---REJILLAS/SIFONES

11.62	Rejilla 5x4 con sosco Aluminio	UN	13.00	13,200.00	171,600
11.64	Rejilla 3X2 con sosco	UN	57.00	7,354.00	419,178
11.65	Tragantes de 5X3	UN	6.00	14,959.00	89,754
					680,532

---CUARTO BOMBAS

11.7	Tubería HG 3'	ML	3.00	135,988.00	407,964
11.85	Tubería HG 2"	ML	3.00	16,774.00	50,322
11.7	Tubería HG 1-1/2	ML	2.00	48,938.00	97,876
11.71	Tubería HG 1	ML	2.00	31,255.00	62,510
11.73	Registro p/d 1-1/2	UN	2.00	84,563.00	169,126
11.74	Registro p/d 1	UN	2.00	52,706.00	105,412
11.75	Registro p/d 3/4 Liv	UN	0.00	43,011.00	
11.76	Cheque helbert 1-1/2	UN	1.00	100,899.00	100,899
11.77	Unión Dresser 1-1/2	UN	2.00	57,974.00	115,948
11.78	Válvula pie bronce 3'	UN	2.00	159,974.00	319,948
					1,430,005

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

---MEDIDORES -CAJILLAS

11.85	Tubería HG 1/2"	ML	13.00	16,774.00	218,062
11.86	Registro p/d 1/2"	UN	15.00	34,146.00	512,190
11.87	Registro de corte 1/2"	UN	13.00	19,769.00	256,997
11.88	Cajilla 4 medidores 1/2"	UN	3.00	122,000.00	366,000
11.88	Cajilla 1 medidores 1/2"	UN	1.00	122,000.00	122,000

1,475,249

---ABRAZADERAS Y VARIOS

11.9	Abrazadera 6"	UN	4.00	7,700.00	30,800
11.9	Abrazadera 4"	UN	74.00	7,700.00	569,800
11.91	Abrazadera 3"	UN	5.00	3,913.00	19,565
11.92	Abrazadera 2"	UN	35.00	6,700.00	234,500
11.94	Abrazadera 1"	UN	62.00	5,700.00	353,400
11.94	Abrazadera 3/4	UN	40.00	5,700.00	228,000
11.95	Abrazadera 1/2"	UN	12.00	6,200.00	74,400
11.96	Abrazaderas 1/2 Gas	UN	20.00	10,200.00	204,000

1,714,465

---ACOMETIDA

11.11	Tubería PVC 3/4 RDE 9	ML	18.00	8,798.00	158,364
-------	-----------------------	----	-------	----------	---------

158,364

30,656,586

INSTALACIONES ELECTRICAS

---SALIDAS DE ALUMBRADO Y TOMAS

12.2	Salida Iluminación	UN	156.00	28,500.00	4,446,000
12.3	Salida Toma doble P. Tierra	UN	168.00	29,000.00	4,872,000
12.4	Salida Toma doble P.T. Aisl.	UN	18.00	57,000.00	1,026,000
12.5	Salida Toma doble P.T. GFCI	UN	0.00	67,000.00	
12.6	Salida Secador/Lavadora	UN	12.00	30,000.00	360,000
12.7	Salida Botón Timbre	UN	12.00	28,500.00	342,000

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

12.8	Salida Campana Timbre	UN	12.00	30,000.00	360,000
12.9	Salida Interruptor Sencillo	UN	45.00	14,800.00	666,000
12.1	Salida Interruptor Doble	UN	32.00	17,500.00	560,000
12.11	Salida Interr. Conmutable Sen	UN	28.00	22,000.00	616,000
12.12	Salida Interr. Conmutable Db.	UN	6.00	25,000.00	150,000
					13,398,000

---SALIDAS ELECTRIC. AREA COMUN

12.14	Salida Punto Iluminación	UN	42.00	28,500.00	1,197,000
12.15	Salida Toma doble P./Tierra	UN	14.00	29,000.00	406,000
12.16	Salida Motor puerta Eléctrica	UN	2.00	66,000.00	132,000
12.16	Salida Bomba Presión	UN	1.00	47,624.00	47,624
12.16	Salida Bomba Eyectora	UN	1.00	44,415.00	44,415
12.16	Salida Flotador Tanque Bajo	UN	1.00	40,247.00	40,247
12.17	Salida Censor infrarrojo Alumb	UN	6.00	28,500.00	171,000
12.18	Salida pulsador Temporizado Al	UN	4.00	43,000.00	172,000
12.19	Salida pulsador control puerta	UN	2.00	28,000.00	56,000
12.2	Salida interruptor sencillo	UN	10.00	28,500.00	285,000
					2,551,286

---MEDIDORES

12.24	Caja Medidores 5 Efec.+1 Reser	UN	1.00	1,700,000.00	1,700,000
12.25	Puesta Tierra caja Medidores	UN	1.00	148,000.00	148,000
					1,848,000

---ACOMETIDAS-TABLEROS

12.28	Tablero Trif. 18 Circuit. Pta/	UN	2.00	200,000.00	400,000
12.29	Tablero 12 Circuit. +Totaliz.	UN	10.00	220,000.00	2,200,000
12.29	Tablero 24 Circuit. Zona Comunal	UN	1.00	296,200.00	296,200
12.29	Tablero 4 Circuit. Bombas	UN	1.00	37,124.00	37,124
12.32	Caja 20*25 Reloj Ctrol Alumbra	UN	1.00	300,000.00	300,000
12.32	Caja Metálica de 60X60X40	UN	4.00	78,994.00	315,976

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

12.32	Caja Metálica de 40X40X20	UN	4.00	70,546.00	282,184
12.33	Gabinete T/strip 20-30 pares	UN	1.00	115,000.00	115,000
12.34	Gabinete 60*40*80 + 3 división	UN	4.00	145,000.00	580,000
12.36	Interruptor Autom.Enchuf. 1x20A /1x30A	UN	61.00	8,000.00	488,000
12.37	Interruptor Autom.Enchuf. 1X30A	UN	1.00	19,000.00	19,000
12.37	Interruptor Autom.Enchuf. 2X30A	UN	12.00	19,000.00	228,000
12.37	Interruptor Autom.Enchuf. 3X40A	UN	12.00	52,000.00	624,000
12.35	Interruptor Autom. Indust. 3*40A	UN	1.00	165,000.00	165,000
12.35	Interruptor Autom. Indust. 3*20A	UN	1.00	160,000.00	160,000
12.38	Regleta 10 pares	UN	10.00	40,000.00	400,000
12.39	Caja 40*45*15 Para Amplificador TV	UN	1.00	60,000.00	60,000
12.4	Tubería PVC CODUIT 1-1/4"	ML	5.00	4,400.00	22,000
12.41	Tubería PVC Conduit 1"	ML	250.00	3,200.00	800,000
12.42	Tubería PVC Conduit 3/4"	ML	5.00	2,500.00	12,500
12.44	Acom. 3*8+1*10+1*10T Cu THHN A	ML	286.00	8,800.00	2,516,800
12.45	Acom. 3*6+1*8+1*10T Cu THHN	ML	12.00	12,000.00	144,000
12.45	Acom. 2*8+1*10T Cu THHN	ML	8.00	5,700.00	45,600
12.45	Armario Medidores 15 cuentas - 13 efectivas +2				
	Reservas	UN	1.00	2,300,000.00	2,300,000
12.45	Cable 3X2/0 Cu, XLPE, 15kV	ML	40.00	78,300.00	3,132,000
12.45	Terminal MT uso interior	JG	2.00	412,000.00	824,000
12.45	Puesta a tierra Subestación según norma Codensa	ML	1.00	315,000.00	315,000
12.45	Puesta a tierra Armario de Medidores norma Codensa	ML	1.00	122,000.00	122,000
12.45	Acometida Tubería 4" con 3x1/0 + 1x2 THW	ML	30.00	82,128.00	2,463,840
12.45	Tubería PVC Conduit 3" Reserva	ML	1.00	6,835.00	6,835

19,375,059

---COMUNICACIONES -INTERCONEX.

12.47	Ducto Tubería PVC Conduit 4X4"	ML	10.00	61,000.00	610,000
-------	--------------------------------	----	-------	-----------	---------

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

12.48	Ducto Tubería PVC Conduit 6x4"	ML	40.00	76,500.00	3,060,000
12.48	Caja Inspección norma Codensa CS275	UN	1.00	490,000.00	490,000
12.48	Caja Inspección norma Codensa CS276	UN	1.00	660,000.00	660,000
12.42	Tubería PVC Conduit 3/4"	ML	12.00	2,500.00	30,000
12.48	Cámara Inspección T-14	UN	1.00	518,000.00	518,000
12.49	Tubería Galvanizada 1"	ML	5.00	6,500.00	32,500
12.5	Cable Tel uso/int 8 Pares	ML	58.00	1,700.00	98,600
12.51	Antena aérea TV 10 Elem.	UN	1.00	70,000.00	70,000
					5,569,100

---COMUNICACIONES

12.42	Tubería PVC Conduit 3/4"	ML	12.00	2,500.00	30,000
12.53	Salida toma Teléfonos Aptos	UN	31.00	33,000.00	1,023,000
12.54	Salida toma Citófonos Aptos	UN	14.00	35,000.00	490,000
12.55	Salida Televisión Aptos	UN	30.00	34,000.00	1,020,000
					2,563,000
					45,304,445

MUEBLES Y APARATOS SANITARIOS

13.2	Lavadero 1.30x0.60m Fibra Vidr	UN	12.00	97,806.00	1,173,672
13.3	Sanitario Baño Ppal	UN	12.00	326,693.00	3,920,316
13.4	Sanitario Baño Auxiliar	UN	10.00	216,243.00	2,162,430
13.5	Lavamanos pedestal Baño ppal	UN	12.00	196,186.00	2,354,232
13.6	Lavamanos pedestal Baño Aux.	UN	10.00	196,186.00	1,961,860
13.17	Mesa Auxiliar Mármol (Cocina)	UN	12.00	394,500.00	4,734,000
13.19	Juego Incrust.- WC PPAL	UN	12.00	100,333.00	1,203,996
13.2	Juego Incrust.- WC AUX.	UN	10.00	69,333.00	693,330
13.22	Conjunto Ducha Mezclador	UN	20.00	100,490.00	2,009,800
13.24	Llave Terminal d=1/2pul	UN	15.00	11,271.00	169,065
13.25	Caja Conexión Lavadora	UN	12.00	84,402.00	1,012,824
13.26	Mezclador lavaplatos	UN	12.00	71,204.00	854,448
					22,249,973

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

CARPINTERIA DE MADERA

14.2	Puerta Baños 2.30x0.60	UN	22.00	210,200.00	4,624,400
14.3	Puerta Alcoba 2.30x0.8	UN	13.00	223,000.00	2,899,000
14.4	Puerta Acceso Apto Metálica	UN	13.00	342,500.00	4,452,500
14.6	Closet Madecor	M2	71.44	183,750.00	13,127,100
14.7	Guarda escoba en Madera	ML	496.93	6,579.00	3,269,302
14.8	Mueble bajo cocina	ML	30.00	113,750.00	3,412,500
14.9	Mueble alto cocina	ML	30.00	128,250.00	3,847,500
14.1	Gabinete Superior Baños	UN	20.00	185,000.00	3,700,000

39,332,302

CARPINTERIA METALICA

15.2	V-2 Ventana Aluminio 1.84x1.80 Escalera)	UN	3.00	380,000.00	1,140,000
15.3	V-5 Ventana Aluminio 1.50x1.50 Alcobas	UN	9.00	190,000.00	1,710,000
15.4	V-5' Ventana Aluminio (1.50+0.75) x1.50 Alcoba	UN	5.00	225,000.00	1,125,000
15.5	V-7 Ventana Aluminio 2.10x1.50 Salón	UN	10.00	260,000.00	2,600,000
15.6	V-7' Ventana Aluminio (2.10+1.75) x1.50 Salón	UN	5.00	370,000.00	1,850,000
15.7	V-6 Ventana Aluminio 0.60X0.60 Bano	UN	7.00	61,000.00	427,000
15.8	V-6' Ventana Aluminio (0.60+1.00) x0.60 Bano	UN	5.00	90,000.00	450,000
15.8	V-8 Ventana Aluminio 0.80x0.60 Cocina	UN	6.00	90,000.00	540,000
15.8	V-9 Ventana Aluminio 0.60x1.00 Cocina	UN	6.00	90,000.00	540,000
15.8	V-10 Ventana Aluminio 2.00x1.00 Altillo	UN	4.00	160,000.00	640,000
15.9	PV- 1 Puerta Aluminio 1.45x2.20 Salida balcón	UN	2.00	510,000.00	1,020,000
15.9	PV- 2 Puerta Aluminio 1.00x2.20 Salida Terraza	UN	1.00	510,000.00	510,000
15.11	Puerta Acceso Edificio Aluminio y Vidrio Templado				
	1.40X2.35 Doble	UN	1.00	930,000.00	930,000
15.12	Portón Acceso Garaje Aluminio Basculante 3.50X2.35	UN	2.00	4,940,000.00	9,880,000

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

15.13	Reja metálica	M2	9.72	97,100.00	943,812
15.16	Escalera Caracol PH (met+mader)	UN	4.00	1,130,000.00	4,520,000
15.17	Escalera gato acc. cubierta	UN	1.00	137,500.00	137,500
15.21	Divibaño 0.85*1.80 Cristal Tem	UN	3.00	325,000.00	975,000
15.21	Divibaño 1.20*1.80 Cristal Tem	UN	12.00	330,000.00	3,960,000
15.23	Divibaño escuadra Cristal Tem (1.00+0.90)X1.80	UN	4.00	530,000.00	2,120,000
					36,018,312

EQUIPOS ESPECIALES

16.1	Cocina Integral	UN	12.00	1,618,000.00	19,416,000
16.3	Calentador a Gas 12 lts/min Tiro Forzado - Challenger	UN	12.00	664,000.00	7,968,000
16.7	Equipo Hidro-neumático	UN	1.00	4,725,000.00	4,725,000
16.7	Bomba Eyectora	UN	2.00	2,175,000.00	4,350,000
16.9	Citófono Apto	UN	13.00	231,680.00	3,011,840
16.1	Consola para Citófono	UN	1.00	1,868,780.00	1,868,780
					41,339,620

CERRAJERIA

17.5	Cerradura Puerta Principal	UN	13.00	59,000.00	767,000
17.4	Cerradura alcobas	UN	12.00	41,084.00	493,008
17.3	Cerradura baño	UN	24.00	38,084.00	914,016
					2,174,024

VIDRIOS Y ESPEJOS

18.3	Espejo Baños	UN	20.00	65,900.00	1,318,000
					1,318,000

PINTURA

19.3	Estuco + Vinilo	M2	2,014.12	8,746.00	17,615,494
19.7	Pintura Placa y Muros Parquadero	M2	832.42	6,446.00	5,365,779

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

19.2	Demarcación Parquaderos	ML	38.00	13,806.00	524,628
					23,505,901

IMPERMEABILIZACIONES

20.2	Afinado mortero Placa Cubierta	M2	31.26	9,850.00	307,911
20.3	Manto Asfáltico/ foil aluminio	M2	31.26	13,785.00	430,919
20.4	Mortero Pendientado Terraza	M2	22.50	9,850.00	221,625
20.5	Manto Asfáltico Terraza	M2	22.50	13,885.00	312,413
20.7	Hidrófugo Fachadas Incluye Lavada	M2	750.41	13,550.00	10,168,056
					11,440,923

OBRAS EXTERIORES

21.2	Gramas en Antejardín	M2	107.80	4,528.00	488,118
21.4	Anden Concreto Dilatado Acceso	M2	56.00	13,420.00	751,520
21.5	Sardinell en Concreto	ML	40.00	13,420.00	536,800
					1,776,438

ASEOS VARIOS

22.2	Aseo interior apartamentos	APT	12.00	433,000.00	5,196,000
22.3	Aseo General	GI	1.00	548,000.00	548,000
					5,744,000

Sumatoria: 643,456,827

COSTOS INDIRECTOS

	Costo Directo				643,456,827
				TOTAL:	643,456,827

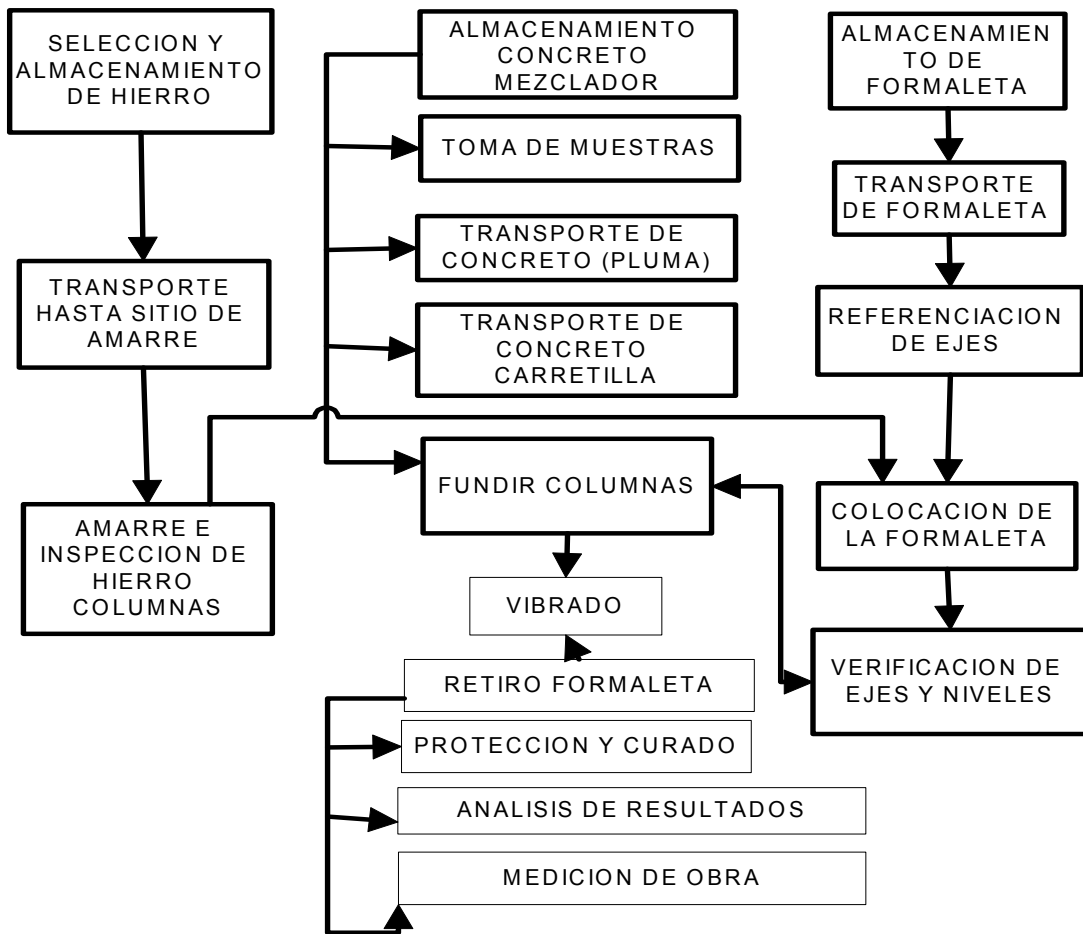


Figura 36. Esquema de circulación columnas (método actual)

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aperticadas

AVANCE DE OBRA				ACTUAL					
OERRADOR		PIEZA							
TRABAJO ESTUDIADO: FUNDICION COLUMNAS									
EMPIEZA EN : ALMACEN DE MATERIALES									
TERMINA EN : MEDICION DE OBRA									
UNIDAD DE MEDICION : M2									
DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS	OPERACION	TRANSACCION	RESERVA	DEMO	ALMACENAJE	DISTANCIAS	PERADORES	REGISTRO	OBSERVACIONES
QUE-DONDE-CUANDO-QUIEN-COMO	INICIO								
1, IDENTIFICACION DEL SITIO SEGÚN PLANOS	○					200	2	0,2	
2, REFERENCIAR EJES	●					25	2	0,1	
3, ORDENAR INICIO DEL PROCESO	○								* ING RESIDENTE
4, LLEGA FORMAleta	△					0	0	0	
5, TRANSPORTE DE FORMAleta AL SITIO DE COLOCACION	⇨					30	4	0,5	
6, ALMACENAMIENTO DE HIERRO	△					0	0	0	
7, SELECCIÓN DE HIERRO	●					3	2	0,5	DESCARGARSE SELECCIONADO
8, TRANSPORTAR HIERRO	⇨					30	3	1	
9, AMARRAR HIERRO COLUMNAS	○					1	6	1	
10, REVISION DE HIERROS	⇨					20	2	0,2	
11, COLOCAR FORMAleta	○						4	2	
12, LLEGA CONCRETO (MIXER)	△								
13, VACIADO CONCRETO A MEZCLADOR	●					3	1	0,3	
14, TRANSPORTE DE CONCRETO (PLUMA)	⇨					20	3	0,5	
15, TRASPORTE CONCRETO CARRETILLA	⇨					15	2	0,5	
16, FUNDICION COLUMNA	○						1	0,5	

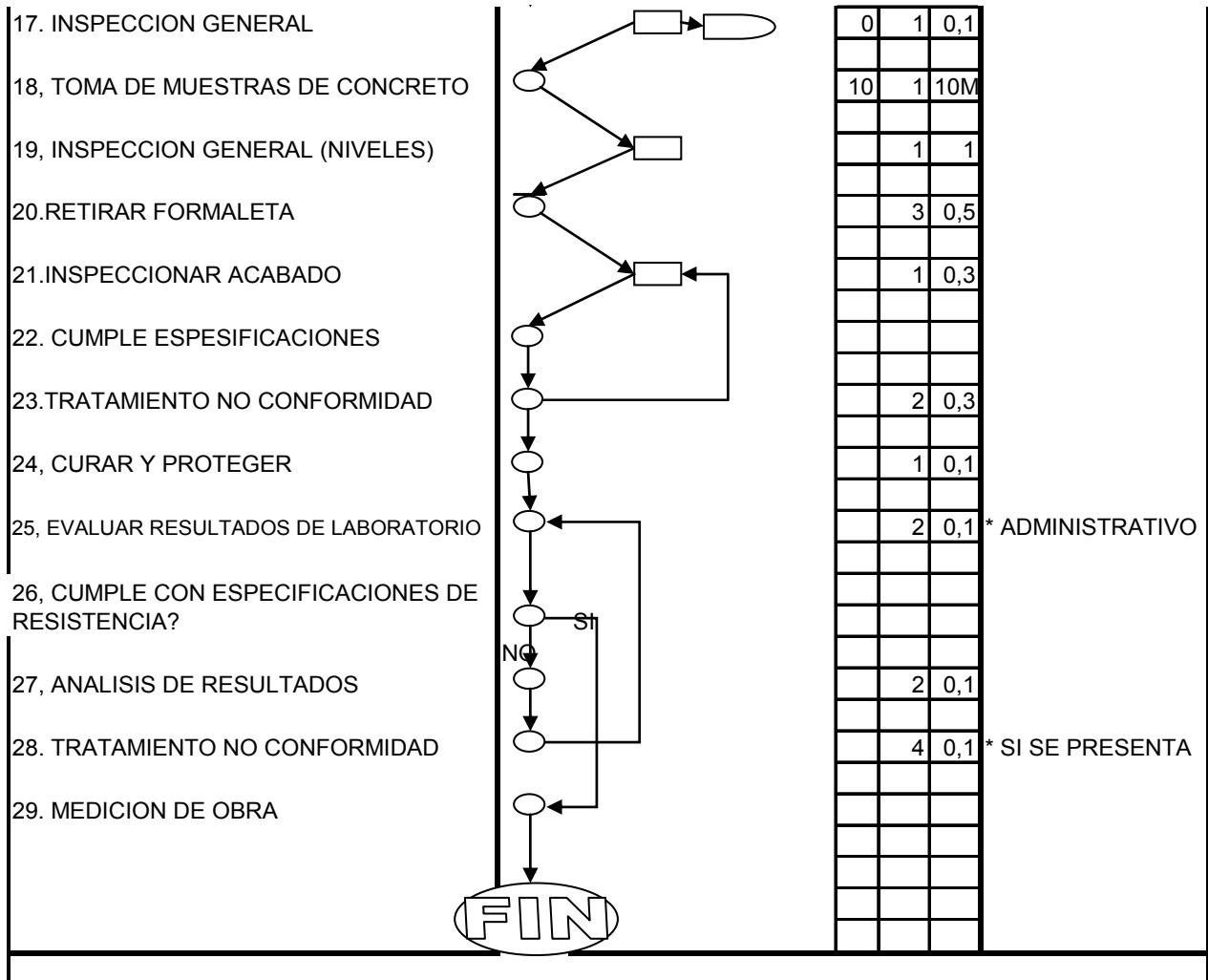


Figura 37. El diagrama de avance columnas (método actual)

A continuación presentamos el avance de obra para el método de seguimiento del proceso propuesto

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

TRABAJO ESTUDIADO: ELABORACION COLUMNAS

ELBORA	ARTURO SANDOVAL JURADO
FECHA	NOVIEMBRE DE 2006

DESCRIPCION	OBSERVACIONES
* IDENTIFICAR SITIO SEGÚN PLANOS	
* REFERENCIAR EJES	
* ORDENAR EL INICIO DEL PROCESO	
* TRANSPORTAR HIERRO HASTA EL SITIO DE UTILIZACION	SE ELIMINA LA SELECCIÓN
* AMARRAR EL HIERRO SEGÚN ESPECIFICACIONES Y A SU VEZ CONTROLAR EL AMARRE	
* COLOCAR FORMAleta.	SE FUSIONA CON LA INSPECCION PARA QUE NO EXISTA DEMORA NI SE RETROCEDA EN LAS ACTIVIDADES
* INSPECCION VISUAL DE FORMAleta, REVISION DE PLOMOS Y NIVELES	
* CUBICAR EL CONCRETO	
* VACIAR EL CONCRETO DE LA CENTRAL DE MEZCLAS	
* TOMAR MUESTRAS DE RESISTENCIA Y ASENTAMIENTO	REALIZARLO SIN UTILIZAR A LOS OPERARIOS DEL PROCESO
* RETIRAR FORMAleta	
* INSPECCIONAR ACABADOS	
* CURAR Y PROTEGER	
* ANALISIS ESTRUCTURAL DE LOS RESULTADOS	COMITÉ DE OBRA
* MEDICION DE OBRA.	

Tabla 13. Descripción del proceso columnas (método propuesto)

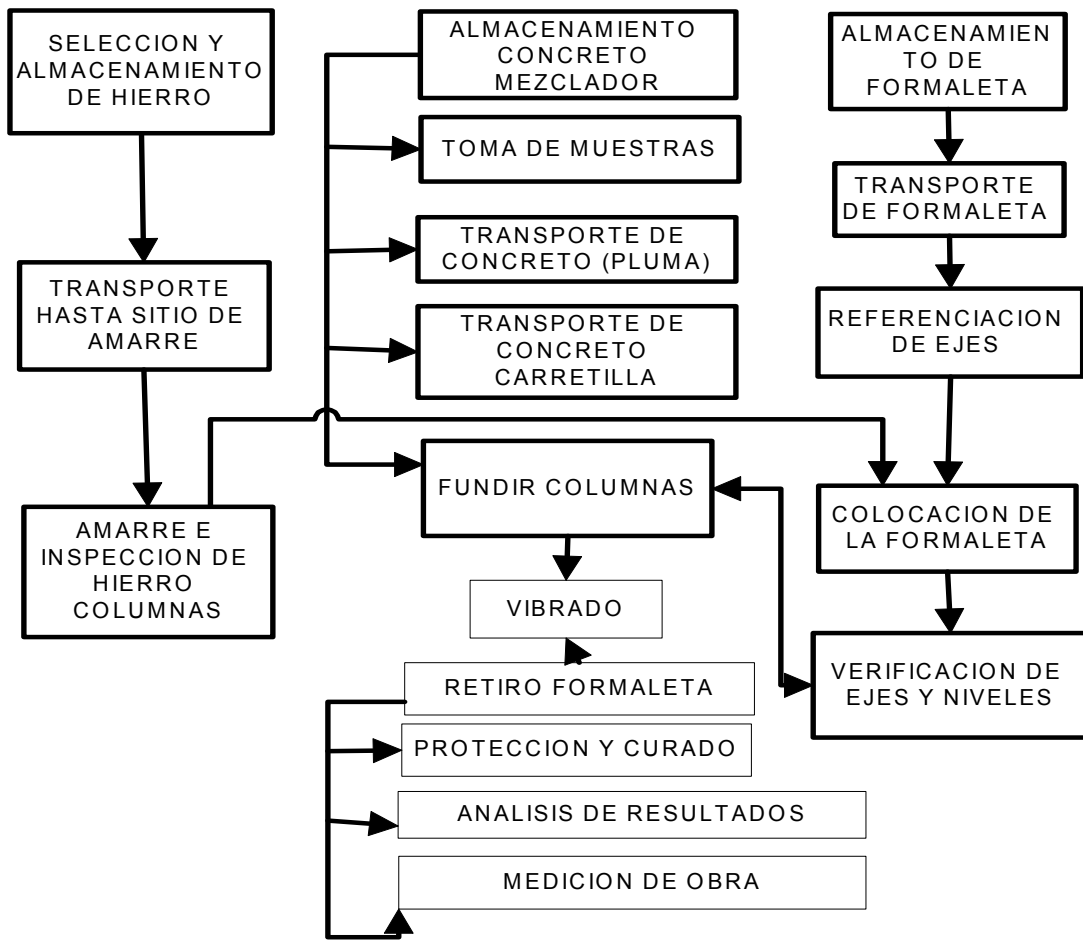


Figura 38. Esquema de circulación columnas (método propuesto)

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aperticadas

AVANCE DE OBRA		PROPUESTO							
OBREROS	PIEZA/x								
TRABAJO ESTUDIADO: FUNDICION COLUMNAS									
EMPIEZA EN : ALMACEN DE MATERIALES									
TERMINA EN : MEDICIÓN DE OBRA									
UNIDAD DE MEDICION : M3									
DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS	OPERACION	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	ALMACENAJE	DISTANCIA	PERDIDAS	REGISTROS	OBSERVACIONES
INICIO	○								
1, IDENTIFICACION DEL SITIO SEGÚN PLANOS	○					200	2	0,2	
2. REFERENCIAR EJES	○					25	2	0,1	
3, ORDENAR INICIO DEL PROCESO	○					0	0	0	* ING RESIDENTE
4. LLEGA FORMAleta	△					0	0	0	
5 TRANSPORTE DE FORMAleta AL SITIO DE COLOCACION	→					30	4	0,5	
6,SELECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE HIERRO	●					5	4	0,5	SELECCIÓN CON EL ALMACENAMIENTO
7, TRANSPORTAR HIERRO	→					30	3	1	
8, AMARRAR Y REVISION DE HIERRO COLUMNAS	○					1	6	1	REVISION DEBEN HACERSE AL TIEMPO
9.COLOCAR FORMAleta	○						4	2	
10, LLEGA CONCRETO (MIXER)	△						1		
11, VACIADO CONCRETO A MEZCLADOR	○					3	1	0,3	
12. TRANSPORTE DE CONCRETO (PLUMA)	→					20	3	0,5	
13. TRASPORTE CONCRETO CARRETILLA	→					15	2	0,5	
14, VIVRADO CONCRETO	○						1	0,5	
15 INSPECCION GENERAL	○					0	1	0,1	
16, TOMA DE MUESTRAS DE CONCRETO	○					10	1	10M	
17, INSPECCION GENERAL (NIVELES)	○						1	1	

A continuación mostraremos algunas fotos del proceso de la construcción de la columna que es otro de las actividades que mas influyen en la elaboración de la estructura en una construcción porticada.

Figura 40. AMARRE DE HIERRO



**Figura 41.
COLOCADO DE FORMALETA
Y NIVELACION**



**2. ALMACENAMIENTO DE CONCRETO
EN EL MEZCLADOR**



**Figura 43.
RENIVELAR Y TRANCAR PARA
QUE MANTENGA SU POSICION
VERTICAL**

Figura 44.
FUNDIR COLUMNA
(DAR VIBRADOR)



Anexo D. El mejoramiento Escaleras.

TRABAJO ESUDIADO: ELABORACION ESCALERAS

ELBORA ARTURO SANDOVAL JURADO
FECHA JUNIO 10 DE 2005

DESCRIPCION	OBSERVACIONES
<ul style="list-style-type: none"> * IDENTIFICAR SITIO SEGÚN PLANOS * ORDENAR EL INICIO DEL PROCESO * COLOCAR FORMALETA * VERIFICAR LOS EJES Y NIVELES * AMARRAR EL HIERRO SEGÚN ESPECIFICACIONES * INSPECCIONAR AMARRE DE HIERRO * COLOCAR FORMALETA PASOS SEGÚN PLANOS. * INSPECCIO VISUAL DE FORMALETA, REVISION DE PLOMOS Y NIVELES Y ASOS * CUBICAR EL CONCRETO * VACIAR EL CONCRETO DE LA CENTRAL DE MEZCLAS * TOMAR MUESTRAS DE RESISTENCIA Y ASENTAMIENTO * CURAR Y PROTEGER * RETIRAR FORMALETA * INSPECCIONAR ACABADOS * ANALISIS ESTRUCTURAL DE LOS RESULTADOS * MEDICIO DE OBRA. 	<p>FORMALETA ESPECIAL PARA ESCALERA HECHA EN OBRA</p> <p>COMITÉ DE OBRA</p>

Tabla 14. Descripción del proceso escaleras (método actual)

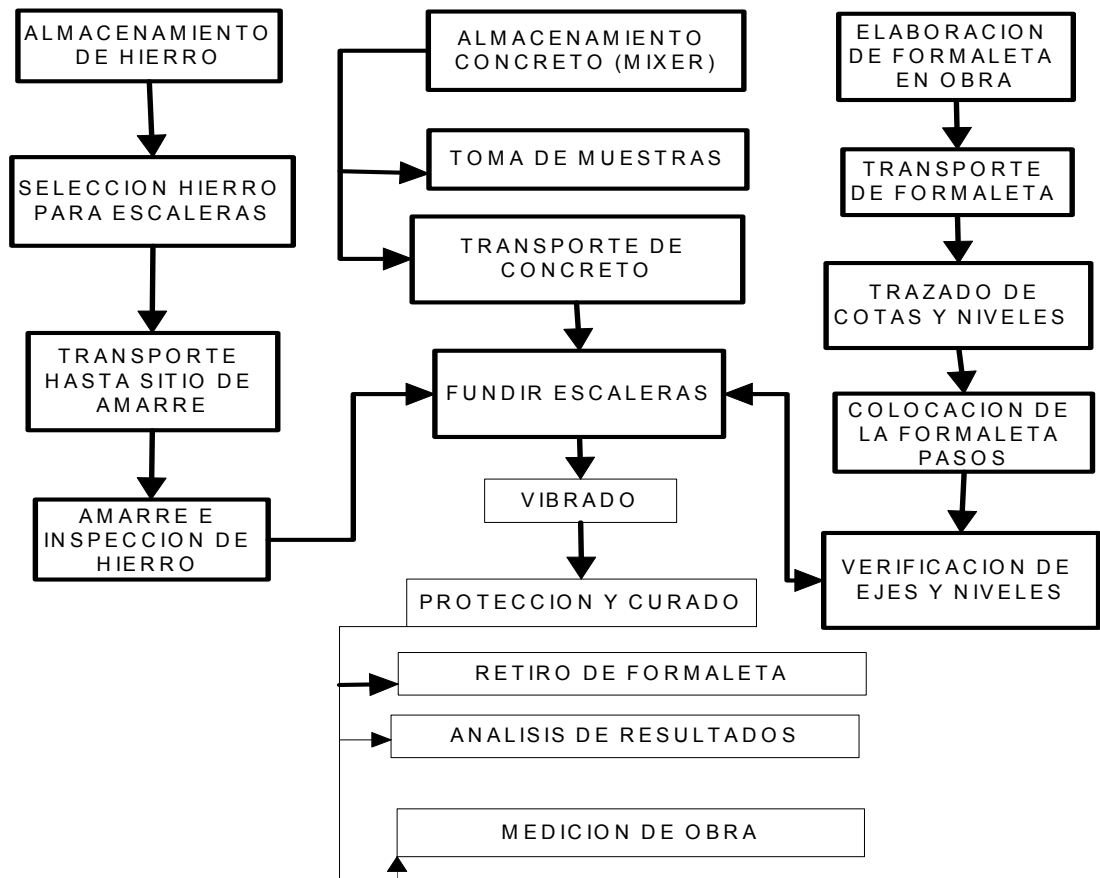


Figura 45. Esquema de circulación escaleras (método actual)

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

AVANCE DE OBRA		ACTUAL						
OPERADOR	PIEZA							
TRABAJO ESTUDIADO: FUNDICION ESCALERAS								
EMPIEZA EN : ALMACEN DE MATERIALES								
TERMINA EN : MEDICION DE OBRA								
UNIDAD DE MEDICION : M3								
DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS	OPERACION	RESPORTE	DESCRIPCION	LMACCENAJE	DISTANCIAS	PERDIDAS	REGISTRO	OBSERVACIONES
QUE-DONDE-CUANDO-QUIEN-COMO								
INICIO								
1, IDENTIFICACION DEL SITIO SEGÚN PLANOS	○					2	0,1	
2, ORDENAR INICIO DEL PROCESO	●							* ING RESIDENTE
3. ARREGLO DE FORMALETA	△				0	2	0,5	PROCESO SIN FORMALETA
4 TRANSPORTE DE FORMALETA AL SITIO DE COLOCACION	→					1	0,5	
5. COLOCAR FORMALETA	○				2,3	2	1	
6, REPLANTEAR EJES Y NIVELES	○					2	0,1	* MAESTRO DE OBRA
7, ALMACENAMIENTO DE HIERRO	△				0	0	0	
8, SELECCIÓN DE HIERRO	●					1	0,2	DESCARGARSE SELECCIONADO
9, TRANSPORTAR HIERRO	→				15	1	0,5	
10, COLOCAR HIERRO	○					2	0,5	
11 INSPECCIONAR SEGÚN PLANOS	□				250	2	0,5	
12. COLOCAR FORMALETA PASOS	○					2	0,5	SIN IMPRESINDIBLES
13, LLEGA CONCRETO (MIXER)	△							
14, VACIADO CONCRETO	○					4	0,3	
15, VIVRADO CONCRETO	○					1	0,3	
16 INSPECCION GENERAL	○					0	1	0,1
17, TOMA DE MUESTRAS DE CONCRETO	○				10	1	10MIN	

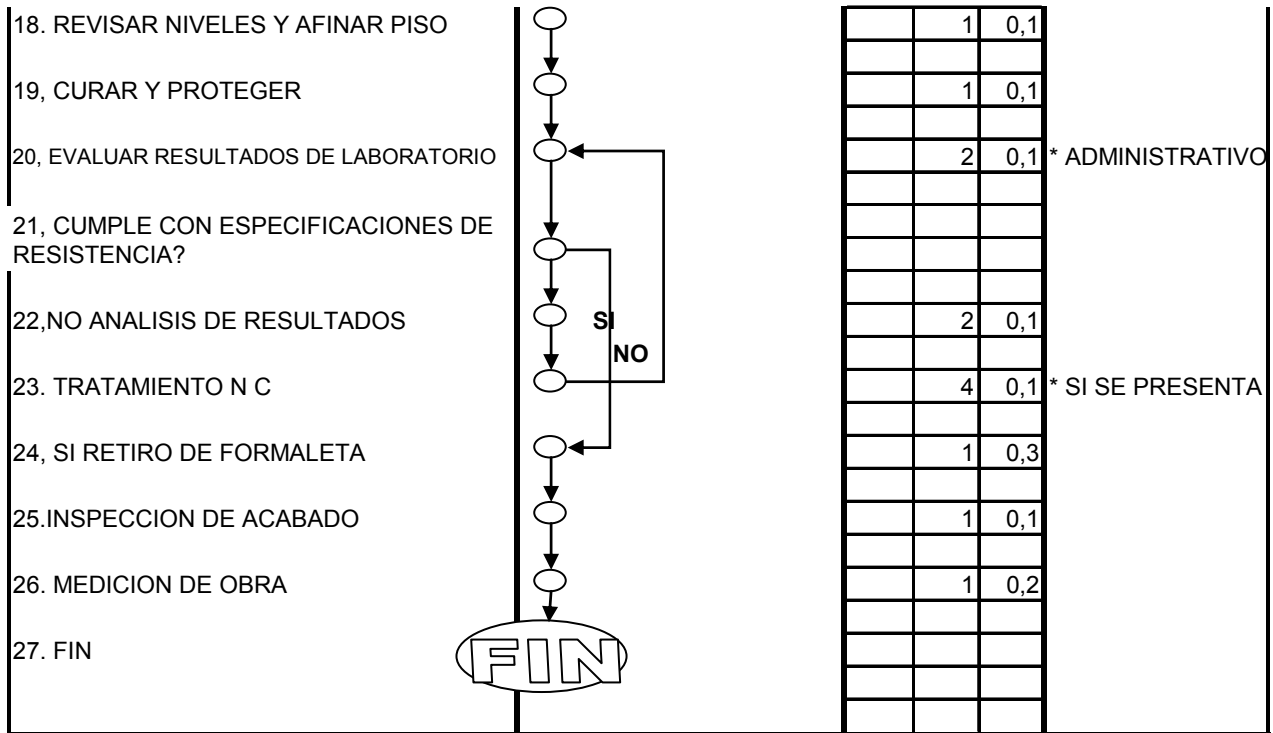


Figura 46. Avance de obra escaleras (método actual)

Las escaleras presentan pocos cambios en la descripción del proceso ya que es una actividad que requiere de pocas personas y poco tiempo para su ejecución y por lo general esta asociada con la fundida de la losa aligerada de entrepiso.

Sin embargo las apreciaciones que se presentan a continuación son de mucha utilidad ya que las fugas de dinero se pueden presentar por medio de actividades que son consideradas de bajo impacto. Es por esto que las mejoras propuestas deben ser ejecutadas con mucha responsabilidad para poder obtener los datos esperados.

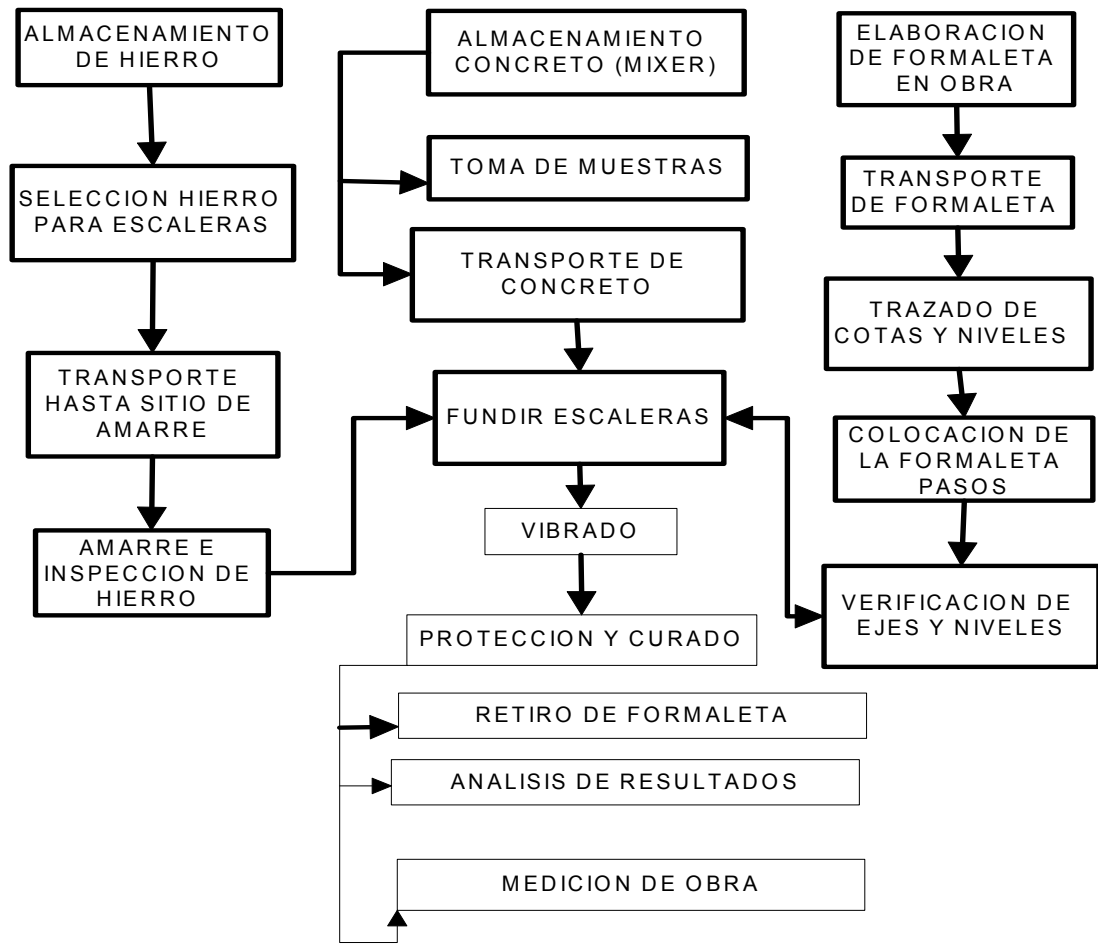


Figura 47. Esquema de circulación escaleras (método propuesto)

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aperticadas

DIAGRAMA DE AVANCE									PROPUESTO
OERRADOR	PIEZA								
TRABAJO ESTUDIADO: FUNDICION ESCALERAS									
EMPIEZA EN : ALMACEN DE MATERIALES									
TERMINA EN : MEDICION DE OBRA									
UNIDAD DE MEDICION : M3									
DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS	O P E R A C I O N	R A N S P O R T E	N S P E C I O N	D E M O R A	L M A C E N A J E	D I S T A N C I A	P E R A D O R E S	R E G I S T R O M R D P A I O D A	OBSERVACIONES
QUE-DONDE-CUANDO-QUIEN-COMO									
INICIO									
1, IDENTIFICACION DEL SITIO SEGÚN PLANOS	○						2	0,1	
2, ORDENAR INICIO DEL PROCESO	○								* ING RESIDENTE
3. ARREGLO DE FORMALETA	▸					0	2	0,5	* NO SE INICIA EL PROCESO SIN FORMALETA
4 TRANSPORTE DE FORMALETA AL SITIO DE COLOCACION	▸						1	0,5	
5, COLOCAR FORMALETA	○					2,3	2	1	
6, REPLANTEAR EJES Y NIVELES	○						2	0,1	* MAESTRO DE OBRA
7, SELECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE HIERRO	●					0	1	0,5	
9, TRANSPORTAR HIERRO	▸					15	1	0,5	
10, COLOCACION E INSPECCION DE HIERRO SEGÚN PLANOS	○						2	0,5	
12. COLOCAR FORMALETA PASOS	○						2	0,5	* SON IMPRESINDIBLES
13, LLEGA CONCRETO (MIXER)	▸								
14, VACIADO CONCRETO	○						4	0,3	
15, VIVRADO CONCRETO	○						1	0,3	
16 INSPECCION GENERAL	○					0	1	0,1	
17, TOMA DE MUESTRAS DE CONCRETO	○					10	1	10MIN	

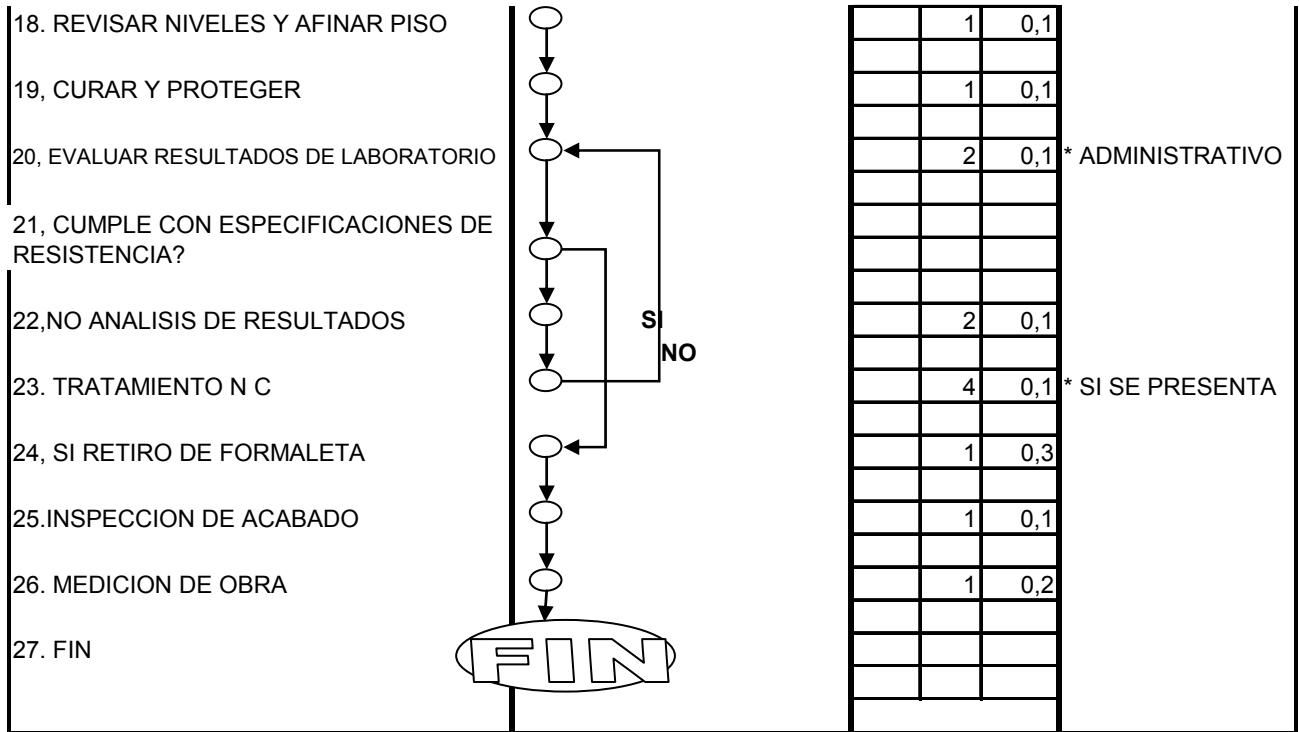


Figura 48. Avance de obra escaleras (método propuesto)

Los cambios básicos que se presentan en las escaleras son los mismos de las columnas, acompañamiento en las actividades por parte del encargado de la inspección y mejora en la ubicación de las materias primas para su fácil maniobra y utilización de las mismas.

Anexo E. El mejoramiento Vigas de cubierta.

TRABAJO ESUDIADO:	ELABORACION VIGAS DE CUBIERTA	ELBORA	ARTURO SANDOZ
		FECHA	NOVIEMBRE

DESCRIPCION	OBSERVACIONES
*LLEGADA DE HIERRO PARA LOSA DE ENTREPISO * COLOCAR LA FORMAleta PARA LA FUNDIDA DE LAS VIGAS Y LA PLACA * REPLANTEAR EJES Y NIVELES * TRANSPORTAR HIERRO HASTA EL LUGAR DONDE SE REQUIERE AMARRAR * AMARRAR EL HIERRO SEGÚN ESPECIFICACIONES DE LOS PLANOS * COLOCAR INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y ELECTRICAS SI SE REQUIERE *VACIAR EL CONCRETO QUE LLEGA DE LA CENTRAL DE MEZCLAS * TOMAR LAS MUESTRAS PERTINENTES DE CONCRETO COMO SON RESISTENCIA Y ASENTAMIENTO * VIBRAR EL CONCRETO * VERIFICAR PLOMOS Y COTAS *CURAR Y PROTEGER * EVALLUAR RESULTADOS DE LABORATORIO * ANALISIS ESTRUCTURAL DE LOS RESULTADOS * RETIRAR LA FORMAleta * INSPECCIONAR ACABADO *MEDICION DE OBRA. FIN	NO REALIZAR FORMAleta EN OBRA SE ELIMINA LA SELECCIÓN, DEBE RESPONSABLE CONTRAT LOS RESULTADOS DE ASENTAMIENTO DEBEN ESTAR DENTRO DE LO ESTABLECIDO. COMITÉ DE OBRA

Tabla 16. Descripción del proceso para la elaboración de vigas de cubierta (método actual)

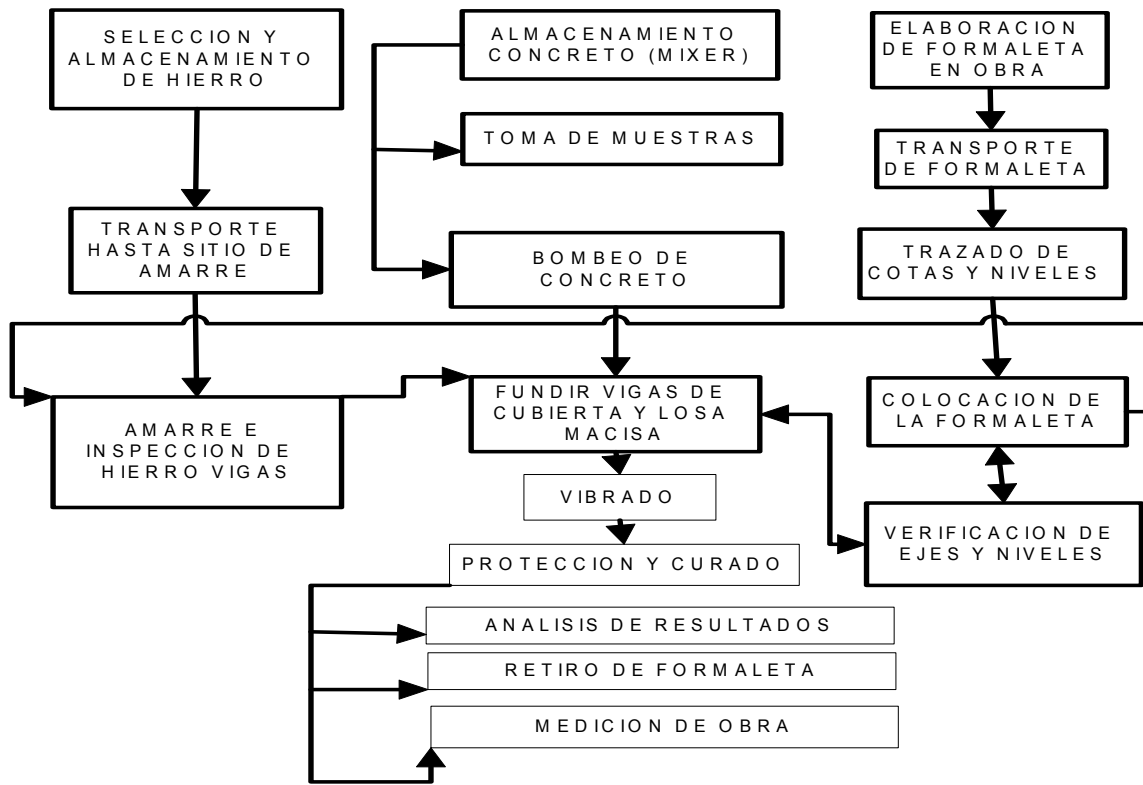


Figura 49. Diagrama de recorrido vigas de cubierta (método actual)

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aperticadas

AVANCE DE OBRA									
OPERADOR	PIEZA	PROPUESTO							
TRABAJO ESTUDIADO: FUNDICION VIGAS CUBIERTA									
EMPIEZA EN : ALMACEN DE MATERIALES									
TERMINA EN : MEDICION DE OBRA									
UNIDAD DE MEDICION : M3									
DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS	OPERACION	TRANSPORTE	INSPECCION	DEMORA	LMACENAJE	DISTANCIAS	PERADORES	REGISTRO	OBSERVACIONES
QUE-DONDE-CUANDO-QUIEN-COMO								ETMRDPAIDA	
INICIO	INICIO								
1, IDENTIFICACION DEL SITIO SEGÚN PLANOS	●					100	2	0,2	
2. REFERENCIAR EJES	○					50	2	0,2	
2, ORDENAR INICIO DEL PROCESO	○								* ING RESIDENTE
4 TRANSPORTE DE FORMALETA AL SITIO DE COLOCACION	○	→				25	3	1	*SE ELIMINA EL ARREGLO DE FFORMALETA QUE CONSTITUYE LA MAYOR DEMORA
5, COLOCAR FORMALETA	○					2,3	5	4	* MAESTRO DE OBRA
6, REPLANTEAR EJES Y NIVELES	○					200	2	0,3	
7, SELECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE HIERRO	●					0	2	0,5	
9, TRANSPORTAR HIERRO	○	→				30	3	1	
11, AMARRAR E INSPECCION VIGAS	○	→				1	6	3	
20, LLEGA CONCRETO (MIXER)	○						1		
25, TOMA DE MUESTRAS DE CONCRETO	○					10	1	10MIN	
26, FUNDIR VIGAS	○	→				200	8	0,3	* EL CONCRETO SE BOMBEA DE LA MIXER
27, VIBRAR CONCRETO	○					200	1	0,3	
28, INSPECCION GENERAL (NIVELES)	○	→					1	1	
33, CURAR Y PROTEGER	○						1	0,1	
34, EVALUAR RESULTADOS DE LABORATORIO	○						2	0,1	* ADMINISTRATIVO
35, CUMPLE CON ESPECIFICACIONES DE RESISTENCIA?	○								

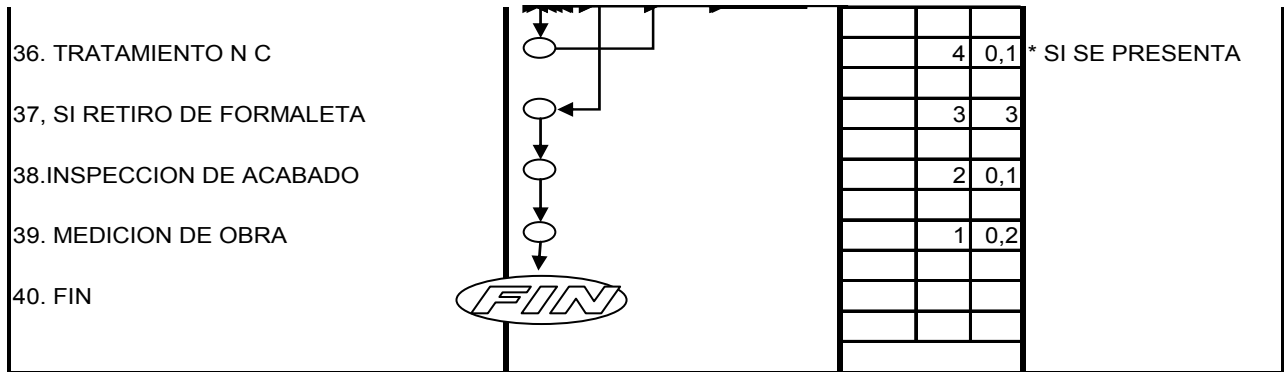


Figura 50. Avance de obra vigas de cubierta (método actual)

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

TRABAJO ESTUDIADO:	ELABORACION VIGAS DE CUBIERTA	ELBORA	ARTURO SANDOVAL JURADO
		FECHA	NOVIEMBRE DE 2006

DESCRIPCION	OBSERVACIONES
*LLEGADA DE HIERRO PARA LOSA DE ENTREPISO * COLOCAR LA FORMAleta PARA LA FUNDIDA DE LAS VIGAS Y LA PLACA * REPLANTEAR EJES Y NIVELES * TRANSPORTAR HIERRO HASTA EL LUGAR DONDE SE REQUIERE AMARRAR * AMARRAR EL HIERRO SEGÚN ESPECIFICACIONES DE LOS PLANOS * COLOCAR INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y ELECTRICAS SI SE REQUIERE *VACIAR EL CONCRETO QUE LLEGA DE LA CENTRAL DE MEZCLAS * TOMAR LAS MUESTRAS PERTINENTES DE CONCRETO COMO SON RESISTENCIA Y ASENTAMIENTO * VIBRAR EL CONCRETO * VERIFICAR PLOMOS Y COTAS *CURAR Y PROTEGER * EVALUAR RESULTADOS DE LABORATORIO * ANALISIS ESTRUCTURAL DE LOS RESULTADOS * RETIRAR LA FORMAleta * INSPECCIONAR ACABADO *MEDICION DE OBRA. FIN	NO REALIZAR FORMAleta EN OBRA YA QUE LAS ACTIVIDADES SE SE ELIMINA LA SELECCIÓN, DEBE HACERSE EN EL DESCARGUE. RESPONSABLE CONTRATISTAS LOS RESULTADOS DE ASENTAMIENTO DEBEN ESTAR DENTRO DE LO ESTABLECIDO. COMITÉ DE OBRA

Tabla 17. Descripción del proceso vigas de cubierta (método propuesto)

B.P CONSTRUCTORES S.A EDIFICIO BELHO PALMAR	
DIAGRAMA DE RECORRIDO DEL PROCESO PRODUCTIVO	
DIAGRAMA NUMERO <u>4</u> <u>PRODUCTO:</u> VIGAS DE CUBIERTA <u>NOMBRE DEL PROCESO:</u> ALISTADO Y FUNDIDA DE VIGAS DE CUBIERTA <u>DIAGRAMA ELABORADO POR:</u> ARTURO SANDOVAL J <u>FECHA</u> DE <u>SEPTIEMBRE 13 DE 2005</u>	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCION: 2 DIAS A PARTIR DEL MOMENTO EN QUE SE INICIA EL ALISTADO DE LOS MATERIALES

<u>ELABORACION:</u>	
METODO ACTUAL	COSTO DE PRODUCCION
<u>COMIENZA EN:</u>	
SITIOS DE ALMACENAMIENTO DE MATERIALES	564500 PESOS/M3
<u>TERMINA EN:</u>	
VIGAS DE CUBIERTA	POR M3 DE VIGA FUND
<u>DISTANCIA RECORRIDA:</u>	INCLUYE MANO DE OBRA Y
30 M	HERRAMIENTAS
<u>ESPACIO OCUPADO:</u>	200 M2

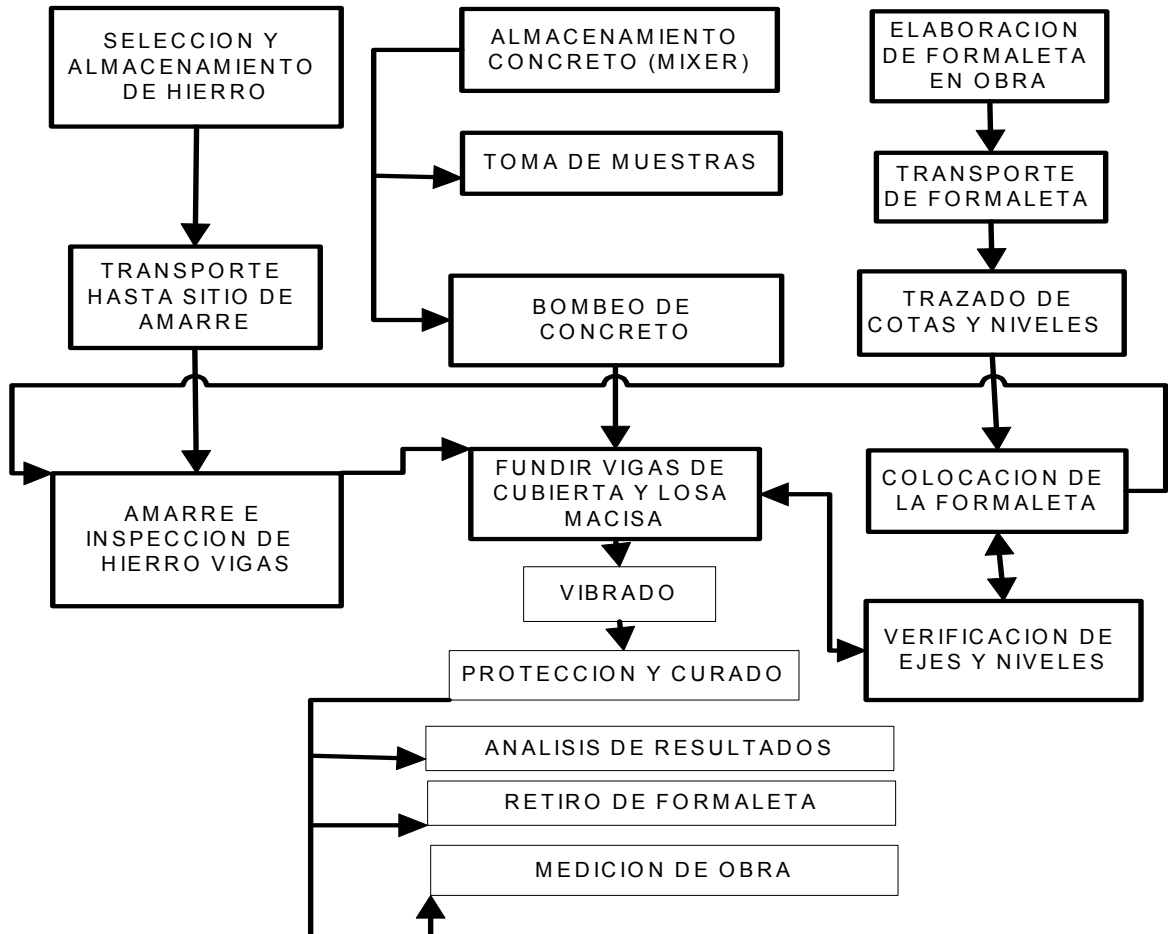


Figura 51. Esquema de circulación vigas de cubierta (método propuesto)

Como ya hemos mencionado en el análisis crítico del proceso, para las vigas de cubierta se hace un planteamiento que tiene que ver con la fundida de las vigas en si, si lleva placa maciza como el caso visto, lo mejor es que no se realice losa maciza sino que se tenga en cuenta el aligerado ya que los costos de la formaleta para losa maciza con vigas descolgadas hace que los costos del producto se eleven, en ocasiones hasta obtener precios muy por encima del presupuesto. Además los costos que representa el cielo raso es bastante elevado, hecho que aumenta aun más el costo total del producto.

A continuación presentamos el diagrama de avance propuesto par vigas de cubierta sin losa maciza. El análisis de la losa maciza es exactamente igual al de la losa aligerada solo que obviamos los pasos del aligerado.

Análisis y Mejoramiento de los Procesos en Construcciones Aporticadas

AVANCE DE OBRA		PROPUESTO						
OPERADOR	PIEZA X							
TRABAJO ESTUDIADO: FUNDICION VIGAS CUBIERTA								
EMPIEZA EN : ALMACEN DE MATERIALES								
TERMINA EN : MEDICION DE OBRA								
UNIDAD DE MEDICION : M3								
DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS	OPERACION	RESPORTE	DESCENSA	ALMACENAJE	DISTANCIAS	PERALTES	REGISTRO	OBSERVACIONES
INICIO	INICI							
1, IDENTIFICACION DEL SITIO SEGÚN PLANOS	●				100	2	0,2	
2, REFERENCIAR EJES	○				50	2	0,2	
2, ORDENAR INICIO DEL PROCESO	○							* ING RESIDENTE
4 TRANSPORTE DE FORMALETA AL SITIO DE COLOCACION	◻				25	3	1	*SE ELIMINA EL ARREGLO DE FORMALETA QUE CONSTITUYE LA MAYOR DEMORA
5, COLOCAR FORMALETA	○				2,3	5	4	* MAESTRO DE OBRA
6, REPLANTEAR EJES Y NIVELES	○				200	2	0,3	
7,SELECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE HIERRO	●				0	2	0,5	
9, TRANSPORTAR HIERRO	◻				30	3	1	
11, AMARRAR E INSPECCION VIGAS	○				1	6	3	
20, LLEGA CONCRETO (MIXER)	○					1		
25, TOMA DE MUESTRAS DE CONCRETO	○				10	1	10MIN	
26, FUNDIR VIGAS	○				200	8	0,3	* EL CONCRETO SE BOMBEA DE LA MIXER
27, VIBRAR CONCRETO	○				200	1	0,3	
28, INSPECCION GENERAL (NIVELES)	◻					1	1	
33, CURAR Y PROTEGER	○					1	0,1	
34, EVALUAR RESULTADOS DE LABORATORIO	○					2	0,1	* ADMINISTRATIVO
35, CUMPLE CON ESPECIFICACIONES DE RESISTENCIA?	○							
35,NO ANALISIS DE RESULTADOS	○					2	0,1	
36. TRATAMIENTO N C	○					4	0,1	* SI SE PRESENTA
37, SI RETIRO DE FORMALETA	○					3	3	
38.INSPECCION DE ACABADO	○					2	0,1	
39. MEDICION DE OBRA	○					1	0,2	

Figura 52. Avance de obra vigas de cubierta (método propuesto)