

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Evolución en la gestión de obras de los años '80 al 2017 -
filosofía Lean Construcción.**

**Tesis para optar el título profesional de
Ingeniero Civil**

Presentada por

Bach. Fernandez Reynaga Rodolfo

Asesor: Mg. Ing. La Cruz Aguirre, Jorge Luis

Lima-Perú

2018

DEDICATORIA

A Elena, la compañera de toda la vida y a mis hijos, por compartir y participar en mis sueños y aspiraciones para ser un hombre libre y de buenas costumbres

Rodolfo Fernández Reynaga

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por la educación y el ejemplo que ha sido el sustento de mis sueños y aspiraciones

A mi esposa y a mis hijos por acompañarme en el camino.

A la permanente presencia de mi Alma Mater, la Universidad Ricardo Palma, expresada en mis docentes, y trabajadores, que influyeron en mi formación profesional, a su apoyo incondicional para establecer un fuerte lazo indisoluble en una comunión para el desarrollo de la Ingeniería Civil.

Rodolfo Fernández Reynaga

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Marco Situacional	3
1.2 Problematización	5
1.2.1 Problema Principal.....	8
1.2.2 Problemas específicos.....	8
1.2.3 Hipótesis General.....	9
1.2.4 Hipótesis Específicas	9
1.3 Objetivo general y específico	9
1.3.1 Objetivos Generales.....	9
1.3.2 Objetivos Específicos.....	9
1.4 Importancia	9
1.5 Metodología.....	10
1.5.1 Tipo de la investigación	10
1.5.2 Nivel de la investigación.....	10
1.5.3 Variables	10
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 Antecedentes. - Teorías de la Administración.....	11
2.2 Soportes teóricos de la investigación	12
2.2.1 La Administración Científica	12
2.2.1.1 Teoría de la Administración Científica – F. W. Taylor-1911 ...	12
2.2.1.2 Teoría Clásica – Henry Fayol 1916.....	12
2.2.2 Diagrama de Gantt (H. Gantt 1917)	13
2.2.2.1 Antecedentes	13
2.2.2.2 Grafico de Gantt	14

2.2.2.3 Diagrama de Gantt	15
2.2.2.4 Elaboración del Diagrama de Gantt	15
2.2.2.5 Elementos de Programación Gantt	18
2.2.2.6 Conclusiones	19
2.2.3 Flow Management. - Producción como Flujo	20
2.2.3.1 Procesos de producción. - Antecedentes	20
2.2.3.2 El Diagrama de Flujo en Producción. - F. Gilbert y Sra.	21
2.2.3.3 Características del Diagrama de Flujo	21
2.2.3.4 El Diagrama de Flujo en la Construcción	22
2.2.3.5 Conclusiones	23
2.2.4 Método de la Ruta Crítica CCP	23
2.2.4.1 Antecedentes	23
2.2.4.2 Método de la ruta crítica. – CPM	24
2.2.4.3 Características del CPM	24
2.2.4.4 Determinación de la ruta critica	25
2.2.4.5 Conclusiones	27
2.2.5 Técnica de Evaluación y Revisión de Programas. PERT	28
2.2.5.1 Antecedentes	28
2.2.5.2 Características del PERT. -	29
2.2.5.3 Procedimiento del PERT	30
2.2.5.4 Conclusiones	32
2.2.6 E.D.T. Estructura de Descomposición del Trabajo	33
2.2.6.1 Antecedentes	33
2.2.6.2 Características del EDT o WBS	33
2.2.6.3 Construir el E.D.T. o W.B.S.	36
2.2.6.4 Diccionario del EDT	39
2.2.6.5 Conclusiones	41
2.2.7 LDB. Línea de Balance.....	42
2.2.7.1 Antecedentes	42
2.2.7.2 Características de la Línea de Balance	43
2.2.7.3 Procedimiento de análisis LDB Línea de Balance. -.....	45
2.2.7.4 Conclusiones	49
2.2.8 Teoría de las Restricciones TOC	49
2.2.8.1 Antecedentes	49

2.2.8.2	Características de la Teoría de las Restricciones	51
2.2.8.3	Aplicación de la Teoría de las Restricciones TOC	51
2.2.8.4	Cadena Crítica - CCPM.....	54
2.2.8.5	El método de la Cadena Crítica.....	55
2.2.8.6	Conclusiones	57
2.2.9	Tren de Trabajo y Sectorización.....	58
2.2.9.1	Antecedentes	58
2.2.9.2	Tren de Actividades	60
2.2.9.3	Sectorización del Tren de Actividades.....	60
2.2.9.4	Características del Tren de Actividades	61
2.2.9.5	Ejemplo de tren de Actividades y sectorización	61
2.2.9.6	Programación Tren de Actividades	66
2.2.9.7	Conclusiones	68
2.2.10	Guía PMBOK ®	69
2.2.10.1	Antecedentes	69
2.2.10.2	El PMI. - PMBOK®.....	70
2.2.10.3	Componentes del PMBOK®.....	70
2.2.10.4	Factores de selección en una Organización.....	78
2.2.10.5	Conclusiones	80
2.2.11	Valor Ganado EVM (Earned Value Management)	80
2.2.11.1	Antecedentes - Control de Costos y Plazos.....	80
2.2.11.2	Fundamentos de Valor Ganado	81
2.2.11.3	Gestión del Valor Ganado	81
2.2.11.4	Conclusiones	87
2.2.12	Producción Ajustada – Lean Construction	87
2.2.12.1	Antecedentes	87
2.2.12.2	Productividad en la Construcción	90
2.2.12.3	Producción sin pérdidas – Lean Construction. -	92
2.2.12.4	Ultimo Planificador – Last Planner.....	94
2.2.12.5	Conclusiones.....	95
2.2.13	Modelo de Ejecución de Proyectos.....	98
2.2.13.1	Antecedentes	98
2.2.13.2	IPD Integrated Project Delivery.....	98
2.2.13.3	Sistema LPDS- Ejecución integrada de Proyectos.....	99

2.2.13.4 Modelado de Información de Construcción. –	101
2.3 Óptica de la investigación	102
2.4 Selección de Variable	103
CAPÍTULO III: MARCO EMPIRICO	104
3.1 Aplicación del Método Last Planner	104
3.1.1 Programación Maestra (PM)-	105
3.1.2 Look a head Planning - Pull Planning- Panel de trabajo	106
3.1.3 Look a head - obra	107
3.1.4 Restricciones – Análisis y cumplimiento	108
3.1.5 Programación semanal	108
3.1.6 Programación Diaria	109
3.1.7 Porcentaje de Programación Cumplida - PPC	109
3.1.8 Herramientas Lean	124
CONCLUSIONES	126
RECOMENDACIONES	128
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	129
ANEXOS	132
Anexo A.- Matriz de Tesis	132
Anexo B.- Fotografías.	132
Anexo C.- Manual COSAPI- Control de Costos y producción.	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.- Introducción al Lean Construcción pág. 25	8
Figura N° 2.- Actividad y la barra de tiempo.....	14
Figura N° 3.- Avance de trabajo realizado.....	15
Figura N° 4.- Barras - Diagrama Gantt	16
Figura N° 5.- Tipos de relación entre actividades Gantt.....	18
Figura N° 6.- Actividades desfasadas	19
Figura N° 7.- Flujo de Ejecución de actividades	21
Figura N° 8.- Datos preliminares para hallar ruta crítica.....	24
Figura N° 9.- Holgura para inicio de actividad.....	25
Figura N° 10.- Diagrama de flujo y datos para análisis.....	25
Figura N° 11.- Cambio de dirección de Desarrollo a retorno.....	26
Figura N° 12.- Dirección de análisis del flujo	27
Figura N° 13.- Ruta Crítica-holguras.....	27
Figura N° 14.- Varianza de actividades	29
Figura N° 15.- Diagrama de flujo - PERT	30
Figura N° 16.- Ruta crítica de tabla 8 holguras cero.....	32
Figura N° 17.- Proceso-Transformación de recursos.....	34
Figura N° 18.- Grupo de procesos y actividades de un Proceso general.....	34
Figura N° 19.- Nivel de tareas en un EDT	35
Figura N° 20.- Aporte porcentual de tareas subordinadas	35
Figura N° 21.- Entregables del 2do nivel para el Proyecto.....	36
Figura N° 22.- Entregables del 3er nivel para el 2do nivel.....	37
Figura N° 23.- Paquetes de trabajo a partir de los últimos niveles.....	37
Figura N° 24.- Entregable de último nivel, nuevo nivel para ejecutar tareas.....	38
Figura N° 25.- Paquete de trabajo con recursos para costos del proyecto	38
Figura N° 26.- Planificación a partir del EDT	39
Figura N° 27.- Formato Diccionario y alcance de actividades del EDT.....	40
Figura N° 28.- Diccionario y alcance de actividades del EDT Parte II- ampliación ...	41
Figura N° 29.- Programa de Barras: Construcción Edificio “A” de CPM o PERT	43
Figura N° 30.- Programa con Línea de Balance: Construcción Edificio “A”	43
Figura N° 31.- Programación grafica de Obra	44
Figura N° 32.- Programación Línea de Balance – Ritmo de trabajo	45

Figura N° 33.- Red de actividades sin holguras o buffers	46
Figura N° 34.- Red de Actividades con holguras o buffers	46
Figura N° 35.- Flujo continuo de actividades de la obra	46
Figura N° 36.- Flujo continuo anulando esperas de inicio.....	47
Figura N° 37.- Flujo continuo de actividades sin esperas.....	48
Figura N° 38.- Proceso sin análisis de procesos de producción.....	50
Figura N° 39.- Proceso con restricciones.....	50
Figura N° 40.- Proceso identificando el Cuello de Botella. (CB ¹)	52
Figura N° 41.- Asegurando producción del CB ¹ al máximo.....	52
Figura N° 42.- El CB ¹ condiciona producción, Costo neto	53
Figura N° 43.- Elevando producción del proceso CB ¹	53
Figura N° 44.- Identificando CB ² e iniciando nuevamente el TOC.....	54
Figura N° 45.- actividades Concreto: -columnas–placas–Vigas-Losa aligerada.....	55
Figura N° 46.- Encargo de tareas a cada estación de trabajo	56
Figura N° 47.- Creación del buffer en la cadena.....	57
Figura N° 48.- Proyecto: Obra La Floresta – Breña.	63
Figura N° 49.- Planta Típica Sectorizada.....	64
Figura N° 50.- Planta de Cimentación sectorizada.	65
Figura N° 51.- Plano de Techo Aligerado sectorizado	66
Figura N° 52.- Plan Maestro. - compromiso contractual.	66
Figura N° 53.- Tren de Actividades de la Cimentación.....	67
Figura N° 54.- Tren de Actividades de los 3 niveles.	67
Figura N° 55.- Tabla de actividades diario	68
Figura N° 56.- Relación de los componentes un Ciclo de Vida PMBOK® 6ª edición	72
Figura N° 57.- Modelo Ciclo de Vida.....	73
Figura N° 58.- Proceso: Entradas, Herramientas y técnicas, y salidas	74
Figura N° 59.-Interaccion de los procesos durante un proyecto	75
Figura N° 60.- Correspondencia entre Grupo de Procesos y Áreas de Conocimientos	77
Figura N° 61.- Estructuras Organizacionales.....	78
Figura N° 62.- Influencias de la estructura organizacional en los proyectos.....	79
Figura N° 63.- Curva “S” de la Obra Edificio Barranco Taller Imprenta	82
Figura N° 64.- PV - Curva “S” de la Programación Acumulada	83
Figura N° 65.- AC - Costo real a la fecha.....	83
Figura N° 66.- EV - Costo de avance de presupuestado.....	84

Figura N° 67.- Gráfico de Valor Ganado con sus parámetros e índices.....	84
Figura N° 68.- Visión de Producción Tradicional y Nueva filosofía de Producción...	89
Figura N° 69.- Actividades EDT como entregables de un Proyecto	90
Figura N° 70.- Proceso del sistema tradicional.....	91
Figura N° 71.- Nuevo sistema de producción-Método de flujo.....	91
Figura N° 72.- Proceso Tradicional de enmarcar el Ciclo del Proyecto	98
Figura N° 73.- Proceso Integrado de Ejecución – IPD Integrated Project Delivery....	99
Figura N° 74.- LPDS–Lean Project Delivery System – Involucrados en un Proyecto	100
Figura N° 75.- LPDS–Lean Project Delivery System.- Fases	100
Figura N° 76.- LPDS–Lean Project Delivery System.....	101
Figura N° 77.- Esquema de Desarrollo del sistema Last Planner	104
Figura N° 78.- Niveles de desarrollo del sistema Last Planner - Ballard 2000	105
Figura N° 79.- Flujograma de procesos en el Pull Planning	105
Figura N° 80.- Planificación jalar - Pull Planning – Fin a Inicio.....	107
Figura N° 81.- Plan Maestro o Programación maestra- Hitos de la Obra.....	110
Figura N° 82.- Esquema del trabajo del Panel - Pull Planning	111
Figura N° 83.- Tren de Actividades de toda la Obra	112
Figura N° 84.- Tren de actividades – Look a head de 3 a 5 semanas,	112
Figura N° 85.- Tren de actividades - semanal aprobado en el Pull Planning	115
Figura N° 86.- Plano de Programación diaria y de frentes de trabajo.	119
Figura N° 87.- Informes históricos y gráficos del PPC.....	123
Figura N° 88.- Exposición de la Programación Semanal.....	134
Figura N° 89.- La Sectorización permitió distribución del espacio	134
Figura N° 90.- Optimización de Cuadrillas	134
Figura N° 91.- Programación de recursos.....	134
Figura N° 93.- Encofrado-frente de acero recibido.	134
Figura N° 92.- Entrega de frente de trabajo a carpinteros.	134
Figura N° 94.- Vaciado efectuado - espera de desencofrado.....	134
Figura N° 95.- Encofrado de elementos horizontales-sector 1	134

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.- DU, duración unitaria de las actividades.....	16
Tabla N° 2.- Calculo para determinar número de cuadrillas y personal necesario	17
Tabla N° 3.- Lista de actividades Número de cuadrillas-personal por partidas.....	17
Tabla N° 4.- Transición de Producción Artesanal a Producción en Masa	22
Tabla N° 5.- Información para hallar ruta critica.....	25
Tabla N° 6.- Cálculo de Tiempo esperado (te) y varianza (σ^2)	30
Tabla N° 7.- Calculo de Tiempos más cercanos (E)	31
Tabla N° 8.- Calculo de los tiempos más lejanos. (L)	31
Tabla N° 9.- Cálculo de Holgura de actividades H_{ij}	32
Tabla N° 10.- Recursos medibles – Costo de unidad de trabajo.....	36
Tabla N° 11.- Formato Sectorización de Metrado General	65
Tabla N° 12.- Estructura de la Guía PMBOK® 6ª edición.....	71
Tabla N° 13.- Programación Valorizada, Valorización y Costo real.....	82
Tabla N° 14.- EAC Estimado a la conclusión.....	86
Tabla N° 15.- ETC Estimado para concluir	86
Tabla N° 16.- TCPI Índice para eficiencia de trabajos a culminar	86
Tabla N° 17.- Transición entre producción en masa a producción ajustada.....	88
Tabla N° 18.- Teorías de Producción. - Task – Flow - Value.....	92
Tabla N° 19.- Diferencia entre Sistema Tradicional y el Lean Construction	95
Tabla N° 20.- Tren de Actividades y Balanceo de Cargas.....	113
Tabla N° 21.- Análisis de Restricciones–recursos Look a head 3	114
Tabla N° 22.- Programación Semanal entregables por actividad	116
Tabla N° 23.- Responsabilidad de Restricciones / Recursos	117
Tabla N° 24. - Lista de Control- levantamiento de restricciones.....	118
Tabla N° 25.- Programación Diaria ejecutada	120
Tabla N° 26.- Porcentaje del plan cumplido-PPC.....	121
Tabla N° 27.- Análisis de incumplimiento y Medidas correctivas	122
Tabla N° 28.- Matriz de plan de tesis.....	133

RESUMEN

En el Perú en la década del 60', los ingenieros, organizaciones ligadas al sector construcción y CAPECO, fueron los actores principales que impulsaron la formalización y normatividad de la construcción, en la adjudicación y ejecución de obras públicas. A nivel mundial la ingeniería implementaba sistemas de gestión de proyectos, en el Perú se aplicaban luego de estudios de adecuación.

En el Capítulo I se describe las características del sector de la construcción en el Perú, el aporte de CAPECO como representante gremial, el sector empresarial como catalizador de avance debido a la interacción con empresas extranjeras. El desarrollo de los sistemas de gestión que se utilizaban hasta la aparición de la nueva filosofía de gestión de obra Lean construction, este último proceso lo consideramos un cambio en la forma de gestionar las obras. Este cambio tiene sus orígenes, variantes y conclusiones, las que han sido motivo del presente trabajo.

En el Capítulo II se describen las teorías, técnicas y métodos desde el inicio de la administración científica con F. Taylor y H. Fayol, en los 1911, en búsqueda de la sistematización de la construcción. Se revisan las teorías, técnicas y métodos de gestión, usadas en el Perú desde la década del 80', hasta 2017, siguiendo una línea continua de conocimiento que hoy son parte de la teoría actual en la Gerencia de Proyectos, incluyendo la producción ajustada.

En el Capítulo III se muestra el proceso que se utilizó para la aplicación de la nueva filosofía en obras en Lima Metropolitana; mostrando la ruta de aplicación de herramientas Lean con los formatos y procesos para desarrollarla, en un proyecto inmobiliario de 16 departamentos en el distrito de Breña.

En el Capítulo IV se desarrollan las conclusiones del presente trabajo, como cambio significativo entre la construcción por conversión de procesos y la construcción por flujo de procesos, y el impacto en la ingeniería del país; hacemos mención que, con 10 años de ensayos de aplicación en el Perú, el Lean aún no se inserta en el sector construcción. Las recomendaciones que expongo y sostengo son: la necesidad de profundizar la investigación en la adecuación de la filosofía Lean a las características de la obra en el Perú, y la integración de la educación superior a la marcha empresarial en el país.

Palabras Clave: Gestión, Lean, Aplicación.

ABSTRACT

Peru in the 1960s had engineers, organizations linked to the construction sector and CAPECO constituting the main actors promoting the formalization and regulation of the construction industry in the awarding and execution of public works. Worldwide, engineering teams implemented project management systems while in Peru they were applied only after adaptability studies.

Chapter I first describes the characteristics of the construction industry in Peru, the contribution of CAPECO as a trade union representative and the business sector as a catalyst for progress due to the interaction with foreign companies. It moves on to discuss the development of the management systems used until the appearance of the new Lean construction management philosophy. This new philosophy is considered a significant change in the way management works. Its origins, variants and conclusions, are discussed here in detail.

Chapter II describes the theories, techniques and methods starting with the scientific management movement promoted by F. Taylor and H. Fayol, in 1911. Their work aimed at the systematization of the construction process. We also review the theories, techniques and management methods used in Peru since the 80's until 2017, following a continuous line of knowledge that are now part of the current theory in Project Management, including concept of adjusted production.

Chapter III shows the process that was used for the application of the new philosophy to projects within Metropolitan Lima; showing the application path of Lean tools, along with the formats and processes to develop it, in a real estate project of 16 departments in the district of Breña.

In Chapter IV the conclusions of the present work are presented as a significant change between construction by process conversion and construction by process flow, and the impact on the peruvian engineering industry. We show that, with 10 years of application tests in Peru, the Lean is not yet inserted in the construction sector. The recommendations that I expose and sustain are: the need to deepen the research in the adaptation of the Lean philosophy to the characteristics of the work in Peru, and the integration of higher education to the business march in the country.

Keys word: Management, Lean, Application.

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Civil es requerida como soporte principal de un plan de desarrollo del país; el sector empresarial busca nuevas herramientas de producción y ve en la ingeniería su soporte. La Infraestructura, es parte importante en cualquier plan político-económico, por ende, la Ingeniería adquiere vital importancia de participación en los destinos del País.

En este contexto la Ingeniería civil debe responder a las exigencias de una dinámica social intensa y requiere una constante adecuación, en sus técnicas, sistemas operativos, métodos de formación académica, normas, reglamentos técnicos y formas de aplicación técnica profesional.

La Gestión de Proyectos es una de las principales herramientas para obtener resultados óptimos y obras exitosas, se ha caracterizado por una permanente evolución e innovación en las teorías y las prácticas; este criterio conceptual acompaña a la Gestión de Proyectos en toda evaluación a nivel mundial; correspondiendo luego que cada país tenga una propia línea de aplicación y desarrollo en el tiempo, adecuándolo a sus características.

Los Proyectos existen desde siempre. Y desde las antiguas pirámides de Egipto o los monumentales edificios de la antigua Roma o la antigua Grecia hasta las complejas plataformas tecnológicas de hoy en día, pasando por la construcción de los primeros rascacielos, redes ferroviarias o aeronaves del siglo XX, la innovación siempre los ha acompañado, mejorando y perfeccionando día tras día las diferentes técnicas, teorías y competencias de la gestión de proyectos, así como el ámbito global de aplicación de todas ellas dentro de las organizaciones. Nieva, (2000), Digital Parks.

La Gestión de Proyectos y/o de Obras en nuestro país no escapa a esta dinámica, y su aplicación, requiere de metodologías y técnicas específicas para el Perú. El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar la evolución de la Gestión de Obra, incluyendo los procesos de aplicación del Lean Construction en el Perú.

Los proyectos se convierten entonces en realizaciones más grandes, más complejas y cada vez más difíciles de manejar. Los equipos de trabajo en un proyecto son cada vez más y más diversos. Nos acordamos que hace muy poco, en un proyecto de construcción civil se encontraba un ingeniero

residente, su supervisor y un asistente en la caseta de obra. Hoy, son dos ingenieros residentes (uno por cada turno de trabajo), tres supervisores, cinco asistentes de residencia (tareadores normalmente) y cinco a seis volantes (practicantes de últimos ciclos normalmente). Todos ellos con una seria y verificada capacitación en seguridad y salud en el trabajo. Además, un despliegue de tecnología con una central de internet y laptops por doquier.

La crisis financiera global ha empujado a los mercados hacia países de bajo costo, los cuales presentan varios problemas y uno de ellos es la capacitación en eficiencia de manejar la producción con calidad. El mundo está cambiando más rápido que antes y la Administración de Proyectos con él. La tecnología empujará a diseñar nuevas técnicas y mejores prácticas para la Administración de Proyectos. Los seres humanos necesitamos llevarnos hacia adelante a un futuro mejor y con esto vendrán mejoras en la forma de manejar los proyectos. Cuándo y dónde se suscitarán esos desarrollos, es algo incierto pero lo que sí es seguro es que ocurrirán con toda seguridad.

Vargas Cárdenas, (2012).<http://bge.zoomblog.com>.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Marco Situacional

En el Perú, La Dirección de Obras Civiles toma importancia con la implementación paulatina de la normatividad en el sector construcción, impulsada por el gremio de constructores (CAPECO), de Ingenieros civiles independientes, del estado, y Universidades, ligados al sector construcción.

Esta implementación abarca desde la normatividad en los procesos de adjudicación de obras, procesos de licitación, rendimientos de mano de obra, actualización de precios, supervisión de obras, normatividad de materiales, hasta la aplicación en las empresas constructoras a nivel general.

En el Perú, en la década del '70, en el contexto político existente fue necesario que el sector de la ingeniería del país y CAPECO, asumiera el rol de presentación de propuestas en los procesos de proyectos de obras civiles y construcción y se consiguió:

- En 1961 se publica, el Reglamento General e licitaciones y contratos de obras públicas, a solicitud del sector de la Construcción.
- Se elabora un Reglamento de reintegros automáticos por variaciones en el precio de los materiales.
- Se aprueba en 1968 el Reglamento de los rendimientos mínimos, producto de presiones del gremio obrero de la construcción.
- Se pide al gobierno desestimar la idea de establecer una empresa estatal única para la comercialización de terrenos.
- Se expide en 1977 la Norma del sistema de reajuste automático de precios y la fórmula polinómica.
- Se logra en 1979, la obligatoriedad de la Licitación Pública a solicitud del sector construcción.
- Se logra fuerza en 1981, de ley al Reglamento Único de Licitaciones y contrataciones del estado.
- Se extiende este afán de normalización y se llega a la década del 80' con normas para Obras públicas (RULCOP), norma para adquisiciones RUA, y normas para consultoría (REGAC).
- En 1997 se unifica con la Ley de Contrataciones y adquisiciones del Estado, los tres procesos de contrataciones del estado. (RULCOP, RUA Y REGAC).

- Llegamos al 2017 con la Ley 30225 de Contrataciones del Estado unificada y modificada mediante decretos supremos, regulando el sistema de contrataciones del estado.

En la formalización de procesos administrativos en obras del estado se insertaban los procesos de gestión de obra. Se estructuran normas y procesos que sistematizan el desarrollo de proyectos y obras exitosos; desde el punto de vista técnico y administrativo en las obras, fue un avance importante para la ingeniería civil.

En 1980, las aplicaciones de las teorías y prácticas de la Gestión de Proyectos, se basaban en el uso sistemático de las programaciones, GANTT, la PRODUCCION COMO FLUJO, la RUTA CRITICA; el PERT CPM; el PERT, PROGRAMACIONES VALORIZADAS, FORMULA POLINOMICAS, sumándose LA CURVA “S” VALOR GANADO como elementos de control y desarrollo de aplicaciones en la Gestión de Proyectos.

Desde F.W. Taylor (1917) con la Teoría Científica de la Administración, hasta las propuestas de Glen Ballard (1980), con Last Planner (Ultimo Planificador); Eliyahan Goldratt (1984), Teoría de las restricciones; y Laury Koskela (1992), “Construcción sin Perdidas” (lean construction) son expresión de la tendencia de innovación y evolución de la dirección y ejecución de proyectos. Pons (2014) menciona:

La aplicación del nuevo modelo productivo a la construcción (Lean Construcción) surgió a nivel académico hace 20 años y a nivel de implementación se está manifestando más intensamente desde 2007, principalmente en Estados Unidos, donde diversos estudios y análisis realizados hasta ahora revelan que las empresas que ya aplican esta filosofía de producción han obtenido altos niveles de rendimiento en cuanto a reducción de costes, incremento de la productividad, cumplimiento de los plazos de entrega, mayor calidad, incremento de la seguridad, mejor gestión del riesgo y mayor grado de satisfacción del cliente. (p.9).

El crecimiento económico y tecnológico a nivel mundial llega al Perú a través de las relaciones comerciales entre empresas de Ingeniería extranjeras y nacionales, que, en la idea de coparticipar y/o competir en diversos proyectos y/o grandes Obras, obliga a empresas nacionales, actualizarse en los últimos procesos en ingeniería, muy necesarios para una relación comercial sin desventajas, generando una tendencia rápida de aprendizaje y capacitación en las nuevas teorías de Gerencia de Proyectos.

Desde 1998 hay esfuerzos de profesionales, de Universidades, instituciones que desempeñan la labor de difusión en la docencia de esta innovación en la construcción.

En el Perú, a partir del 2000, Ingenieros como, Virgilio Ghio, Walter Rodríguez entre otros, dejan obras y publicaciones sobre su visión de la construcción y la Gerencia de Obra aquí en el Perú; iniciaron el estudio, investigación y aplicación de las nuevas tendencias.

Por otro lado, un grupo de empresas del sector privado peruano: GRAÑA Y MONTERO, COINSA, COPRACSA, EDIFICA, MARCAN y MOTIVA; que practican diversas técnicas de la filosofía Lean desde 2008, en el Perú, crean, conjuntamente con la Universidad Católica del Perú, el Capítulo peruano del Lean Construcción Institute (2011), con el aval y respaldo del Lean Construcción Instituto de los Estados Unidos.

Son esfuerzos para iniciar la difusión y aplicación de la Filosofía Lean en el Perú y satisfacer los requerimientos del sector de la construcción.

1.2 Problematicación

La difusión del Lean tiene sus particularidades, teniendo en cuenta que ante la pregunta ¿cuál es el método Lean?, la respuesta encontrada, es: “más allá de ser un método, es una Filosofía”, se finaliza afirmando que es una nueva forma de plantear la obra y/o construcción, aplicando la “Filosofía Lean”.

En la aplicación y la práctica, el Lean es un conjunto de ideas, de principios; es un eje directriz, que señala metas, con objetivos definidos, y orientados a la productividad en la construcción. Más que señalar formulas, tablas o procesos, es una guía de Gestión, administración y/o Gerencia de Obra, sosteniéndose también en las orientaciones del PMI, y como herramienta el BIM.

El Lean Construction Institute (LCI) define así en su página web el término:

Lean Construction es un enfoque basado en la gestión de la producción para la entrega de un proyecto” - una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras. La gestión de la producción Lean ha provocado una revolución en el diseño, suministro y montaje del sector industrial. Aplicado a la gestión integral de proyectos, desde su diseño hasta su entrega, Lean cambia la forma en que se realiza el trabajo a través de todo el proceso de entrega. Lean Construction se extiende desde los objetivos de un sistema de producción ajustada - maximizar el valor y minimizar los desperdicios - hasta las técnicas

específicas, y las aplica en un nuevo proceso de entrega y ejecución del proyecto. Recuperado de <https://www.leanconstruction.org>.

En el Perú, en la década del '70, los procesos constructivos se programaban con partidas específicas, se controlaba supervisando la calidad y aprovisionamiento de recursos para cumplir la meta planteada por medio de las partidas; se tomaba como línea base para el manejo de los márgenes de obra y utilidades el presupuesto venta.

En la década del '80, el proceso de Gestión hoy denominado “Tradicional” controlaba el cumplimiento de las partidas para lograr las metas físicas hacia la meta total-final en tiempo; este trabajo era acompañado por esquemas, aplicaciones, softwares como un modelo elaborando la Programación (PERT) y Planificación de Obra (CPM).

Los documentos generales de obra como: Memoria descriptiva, especificaciones técnicas y Presupuesto, Valorizaciones, fórmula polinómica y en la parte de planificación el cronograma PERT, la ruta crítica PERT-CPM, la Curva “S”, Valor Ganado, formaban el expediente técnico, requisito básico en los procesos de licitación en obras del estado.

La aplicación del software PRIMAVERA, el MS Project, y otros eran parte fundamental en las gestiones de obras; a este esquema de programación, se agrega, hojas de control de productividad, en materiales, mano de obra, horas máquina y los inventarios. Las relaciones de estos daban a la empresa un cálculo de utilidades.

La información de la obra se trabajaba con el apoyo y seguimiento de estos softwares de planificación y control, contrastando los resultados planificados (presupuesto Venta PV) con lo real de obra (RO, resultado operativo), obteniendo el margen de obra en el transcurso y final de obra.

Esta metodología de control se enriquecía con los controles específicos de mano de obra y horas maquina principalmente en los llamados ISP (Informes Semanales de Producción). En COSAPI y J. CAMET, en las oportunidades que intercambiaba información en mi calidad de parte del equipo de supervisión en ambas empresas (1984), el método de controlar los márgenes de utilidad durante el proceso de obra se le denominó “COSTO Y PRODUCCION”, (ver Anexo B), en el que se manejaba el control del margen desde el inicio de obra y mensualmente, en los rendimientos programados de los recursos, con el objetivo de no sobrepasar lo programado con el análisis de Valor Ganado.

La labor del Ingeniero responsable de Obra, sustentaba su productividad en los procesos constructivos por partidas: alternativas de materiales, cumplimiento de los rendimientos de mano de obra, equipo, control de uso de los materiales, todo en función de lo programado y la fecha de entrega programada.

El uso de la Curva “S” en programación era la guía fundamental de los informes a gerencia que, junto al Valor Ganado, permitían tener una visión del estado de la obra, teniendo como línea base de comparación el Presupuesto de Obra llamado “previsto” o ahora ultimo “meta”.

En la década del 90’ la Gerencia de Proyectos en el Perú, no era considerada como una especialización en la ingeniería, sino un “valor agregado” del Ingeniero, esporádicamente se enfrentaban grandes proyectos con esta modalidad, luego a partir de 1990, la gestión se fortalece con la aplicación PMBOK, Project Management Body of Knowledge, el PRINCE2 Project In Controlled Enviroments. (Reino Unido) y otros.

Con estas aplicaciones se desarrolla un proceso de difusión y capacitación en Empresas grandes como COSAPI, JJC, Graña Montero, y Universidades como La P. Universidad Católica, la UPC, a nivel de Talleres, Conferencias, Diplomados, de Gerencia en Construcción con lineamientos PMBOK.

El PMBOK, organiza y sistematiza los procesos y áreas de conocimiento de manera estándar y hace que la línea de Gerencia de Obra se enriquezca con procedimientos de manejo y control; da importancia a actividades que en la década del 80’ que eran herramientas complementarias para la labor de la Dirección de obra, como por ejemplo el ISP (informe semanas de producción), Control de Calidad, el Control de riesgos, Seguridad, las Comunicaciones, Integración.

La aparición de la Filosofía Lean, modifica la línea de aplicación de la Dirección de Obra, Gerencia de Proyectos. A la fecha, la experiencia de empresas en la construcción de Edificaciones con el uso convencional, migran lentamente al uso del PMBOK, finalmente a la filosofía “sin perdidas” denominada LEAN CONSTRUCTION, aplicando el Last Planner System (LPS) y derivados, este proceso es lento por la falta de personal capacitado.

Las empresas grandes y corporativas en proyectos de alto valor, desarrollaron una política de capacitación profesional y aplicación a su personal, organizando academias al interior de su organización.

Las empresas medianas, co-participan con las grandes empresas, se capacitan en algunas herramientas Lean, a exigencia de que procesen con herramientas Lean. las

pequeñas empresas, individuales o las que se inician, tienen limitaciones de carácter formativo y de capacitación que hace difícil la aplicación en el uso de las nuevas tendencias en construcción.

Existe una variación entre el proceso tradicional y la propuesta del LEAN, (Ver Figura N°1), en la relación costo-beneficio, orientando al aumento del beneficio, reducción del precio de venta, y garantía de la calidad del proyecto. El proceso de adecuación y aplicación de las nuevas tendencias tiene dificultades que debemos identificar, y encontrar sus soluciones.

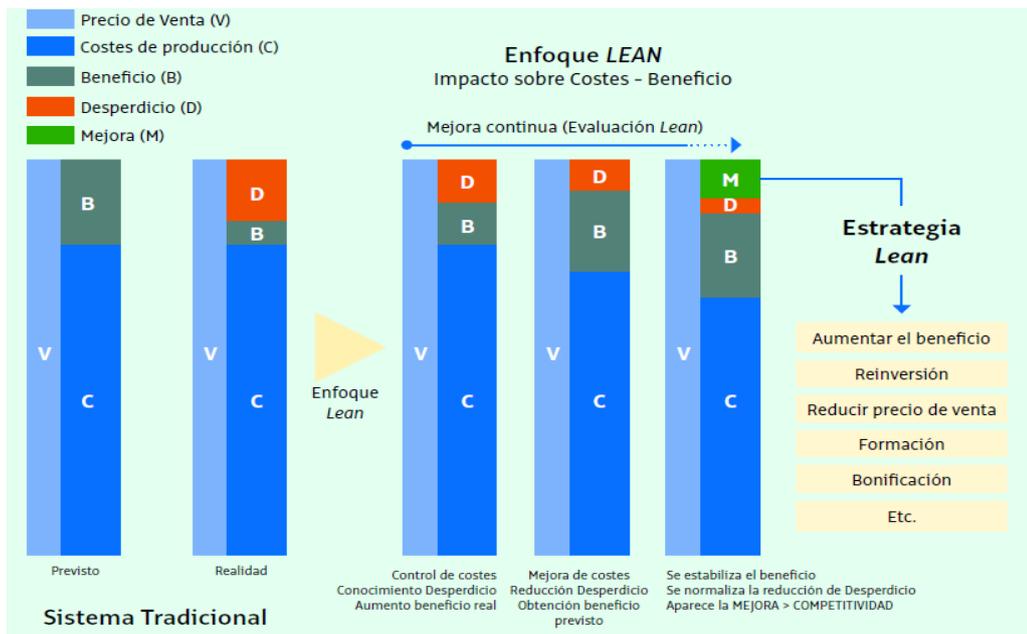


Figura N° 1.- Introducción al Lean Construcción pág. 25

Fuente: Introducción al Lean Construcción pág. 25

1.2.1 Problema Principal

“¿En qué medida la evolución del conocimiento en la Gestión de Obra de los años ´80, al 2017 ha permitido mayor eficiencia en la construcción?”.

El haber participado desde 1975 en el sector construcción, me permite hoy tener una visión sobre la evolución de la dirección de obra en su desarrollo en el país. El presente trabajo tiene como objetivo estudiar la línea eje de desarrollo de la gestión de obras.

1.2.2 Problemas específicos

Se deben tipificar las herramientas de gestión desde los ´80, y el cambio en los 2000 para su análisis y evaluación de la ruta de la Gestión de Obras en el Perú.

- a) ¿De qué manera se ha generado el avance y la innovación de las herramientas de gestión de obra a la fecha en el Perú?

- b) ¿De qué manera se enfoca la línea de aplicación de las herramientas de gestión de obra en los '80 en el Perú?
- c) ¿De qué manera las herramientas actuales Lean y BIM podrán ser parte del soporte de conocimiento en la gestión de obra?

1.2.3 Hipótesis General

Si la Gerencia de Obra en los años 80', utilizaba GANTT, PERT-CPM, Valor Ganado, Curva "S", Valorizaciones; hasta el PMBOK®; y en los '90 continúa con el LEAN Construction hasta nuestros días, entonces incide en mayor eficiencia en la gestión de proyectos y productividad en la construcción.

1.2.4 Hipótesis Específicas

- a) Si en los años 80' la gerencia de obra se basaba en el GANTT, PERT- CPM, Curva" S", Valor Ganado, y evoluciona al PMBOK®, entonces incide en el mejoramiento y ordenamiento de la gestión de obra.
- b) Si en los años '90, la Gestión de Obra evolucionó a la producción ajustada, entonces en el 2000, incide en los resultados de la efectividad y la productividad con el aporte del LEAN Construction a la gestión de proyectos.

1.3 Objetivo general y específico

1.3.1 Objetivos Generales

Conocer las teorías y los procesos de administración, que han evolucionado, mejorado o variado la Gestión de obras hasta el 2017, con la finalidad de estructurar y fortalecer una especialidad orientada a la gerencia de proyectos y gestión de obras en el Perú.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar y analizar la Gestión de Obra desarrollada en los años '80 en el Perú, desde sus inicios hasta la implementación del PMBOK®.
- b) Determinar y analizar la Gestión de Obra en Perú, en el año 2017 con la aplicación de las nuevas tendencias.
- c) Determinar qué procesos han variado entre la Gestión de Obra de los años '80 y la Gestión de obras según el Lean Construction en el Perú.

1.4 Importancia

La Administración de Obra, Gerencia de Proyectos, Dirección de obra, la aplicación de la filosofía Lean y su posterior desarrollo, presentan retos en la

formación académica y aplicación a nivel empresarial. Las empresas actualmente destinan un porcentaje de sus inversiones en la capacitación, de personal, y en el nivel académico existen iniciativas privadas y particulares en la difusión de esta filosofía.

Este trabajo tiene como fin conocer la evolución de la Gestión de Obra desde los años '80 hasta nuestros días y aportar propuestas para adecuar la masificación de la aplicación del Lean Construction en los procesos de construcción del país.

1.5 Metodología

Tipo de la investigación

Investigación descriptiva y explicativa.

- a) Porque se describe sobre los procesos de los años '80, su aplicación en las Obras, informes de resultados.
- b) Porque se describe sobre los procesos del 2017 Lean y su aplicación en las Obras, informes de resultados.

Nivel de la investigación

- a) Comparativa

Comparativa. - Porque describe los procesos de la gestión de obra, con información de obras efectuadas de manera convencional, sistema de conversión de procesos en los años '80 y de los años '90 con el sistema de flujo de procesos.

Efectúa una comparación de los procesos, determinando: cuales han sido cambiados, y cuales procesos predecesores han servido de soporte.

- b) Diacrónica y Cualitativa.

Diacrónica. - Porque la observación se hace en un tiempo largo, desde la Gestión de Obra en la década del '80. Hasta nuestros días.

Cualitativa. - debido a que los procesos de gestión se basan en la calidad de los trabajos a ejecutar, con sus resultados.

1.5.3 Variables

1. Variable independiente "A"

Son los procesos de mejora de la gestión de Obra de la década de los '80

2. Variable dependiente "B"

Son la mejora en los resultados, en la ejecución de los procesos de gestión entre los años '80 y 2017.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes. - Teorías de la Administración

La Industria de la Construcción en el Perú, ha evolucionado de acuerdo al avance a nivel mundial de la Ingeniería Industrial, la Ingeniería Civil y la Gerencia de Proyectos; el crecimiento y constante incremento de las obras de infraestructura obliga al sector profesional y empresarial su aplicación.

La Teoría de la Administración Científica de Frederick W. Taylor (1911), y la Teoría Clásica de Henry Fayol (1916), las considero el inicio de lo que hoy es la Gerencia de proyectos o la Gestión de Obras, apareció el criterio científico en gestión.

Ambas teorías, de manera conjunta, establecen a mí entender las bases de los planteamientos y principios que hasta la fecha impulsan al cambio, mejoramiento e innovación de la Gerencia de Proyectos o Dirección de Obras. Chiavenato (1999), “En general, el enfoque clásico de la administración puede dividirse en dos orientaciones bastante diferentes y hasta en cierta medida, opuestas, pero se complementan”. (p. 45).

Por una parte, la escuela de la administración científica desarrollada en los Estados Unidos a partir de los trabajos de Taylor, constituida por el Ingeniero: Frederick W, Taylor(1856-1915), secundado por Henry L. Gantt (1861-1919), Frank Gilbert (1868-1924), Harrington Emerson (1853-1931), Henry Ford (1863-1947), por otro lado la escuela de la administración clásica corriente desarrollada en Europa-Francia basada en los trabajos de Fayol, escuela constituida por ejecutivos de empresas de la época Henry Fayol, (1841-1925), James D. Mooney, Lyndall F. Urwick, Luther Gulick., fueron los pilares practico-teórico del trabajo de gestión.

La disciplina de organizar y administrar los recursos de un proyecto, se denomina Gerencia de Proyectos y/o Gestión de Obra, para garantizar que el proyecto se termine dentro del alcance, tiempo y costo programados; para conseguir este objetivo, se desarrollan aplicaciones, y herramientas tecnológicas que optimizan de manera progresiva el trabajo de gerencia de proyectos, o gerencia de obra.

Los aportes como el GANTT, el PERT, el Valor Ganado, La curva “S” actualización de precios, sistema de valorización, la guía PMBOK, y la filosofía LEAN etc. todas las herramientas y aplicaciones fortalecen la disciplina de Gestión de Proyectos y/o Dirección de Obra que hoy en día toman relevancia en el desarrollo de proyectos y obras.

2.2 Soportes teóricos de la investigación

La Administración científica, Frederick W Taylor y la Teoría Clásica de Henry Fayol, son dos corrientes, que establecen, a mi criterio, el inicio de la teorización de la administración.

2.2.1 La Administración Científica

2.2.1.1 Teoría de la Administración Científica – F. W. Taylor-1911

La propuesta de F.W Taylor, introdujo el concepto de productividad, la racionalización del trabajo a nivel operacional; el análisis efectuado se basa en descomponer el trabajo en tareas mínimas, tomarles tiempo, determinar la realización de las actividades en tiempo necesario, organizarlas y disminuir las horas muertas, desplazamiento de los obreros, por cambios de actividad, o de herramientas estableciendo un tiempo por pieza producida y establecer un costo o salario.

Esta propuesta sentó las bases de la optimización y productividad de las actividades; con la innovación en los procesos de trabajo, tiempo mínimo y control de las tareas, horas hombre específicas, por lo consiguiente, el papel del Ingeniero en los procesos de Producción, y la Gestión de Obras.

Principios de la Administración Científica-(Frederick Taylor -1911)

Orientada al proceso de producción:

a) Principio de la Planeación. - Reemplazar el criterio individual, la improvisación y la actuación empírico-práctica del operario en el trabajo, por los métodos basados en procedimientos científicos. Cambiar la improvisación por la ciencia mediante la planeación del método del trabajo.

b) Principio de Preparación. -_Seleccionar científicamente los trabajadores de acuerdo a la aptitud, prepararlos, entrenarlos para producir más y mejor, de acuerdo al método planeado. Distribución racional de las máquinas equipos de producción.

c) Principio de Control. -_Controlar el trabajo para cerciorarse que la ejecución este de acuerdo al plan previsto. La Gerencia debe cooperar con los trabajadores para que la ejecución sea lo mejor posible.

d) Principio de Ejecución. - Asignar atribuciones y responsabilidades para que el trabajo se realice con disciplina.

2.2.1.2 Teoría Clásica – Henry Fayol 1916

La Propuesta de Henry Fayol se basó en la estructura orgánica de la empresa a desarrollar el trabajo, dividida en tres temas fundamentales: la división del trabajo,

aplicación de procesos administrativos, y formulación de criterios técnicos que deben orientar la función administrativa, se traducían en la aplicación de la división del trabajo, la disciplina, autoridad, jerarquía del mando, centralización, el trabajo en equipo.

Principios de la Teoría Clásica (1916-Fayol)

Orientada a la estructura organizativa en la empresa, y de cómo deben estructurarse los recursos administrativos.

a) Planeación. - Evaluación del futuro de las acciones a efectuar, con previsiones para el cumplimiento del plan de acción cuidando unidad, continuidad, flexibilidad y valoración.

b) Organización. - Modela una estructura organizacional de niveles jerárquicos, con función y método de trabajo, material y humano para servir como soporte y obtener el objetivo planteado.

c) Dirección. - Puesta en marcha del Plan de acción por el equipo organizacional, buscando el máximo rendimiento de acuerdo con los aspectos generales.

d) Coordinación. - Armoniza y sincroniza los recursos y actividades del equipo del Proyecto con el fin de obtener la máxima eficiencia de acuerdo al plan establecido.

e) Control. - Consiste en la verificación de comprobación de las actividades

marchan de acuerdo al plan trazado, con el objetivo de identificar aciertos, debilidades, errores para rectificación y mejora.

2.2.2 Diagrama de Gantt (H. Gantt 1917)

2.2.2.1 Antecedentes

Gantt publicó en 1916 *Works, Wages, and Profits*, un texto donde discutía estos aspectos de planificación y otros relacionados con la productividad. De todos modos, para ser más exactos, Gantt no fue el pionero en el uso de esta herramienta. Otros autores como Joseph Priestley en 1765 o William Playfair en 1786, ya habían sugerido ideas precursoras, que el ingeniero Karol Adamieck desarrolló en 1896 en lo que él llamó como Harmonograma, 1931 publicó un artículo que describe su diagrama, el *harmonograma* o *harmonograf*, sin embargo, había publicado sus obras en

polaco y ruso, idiomas poco conocidos en el mundo de habla inglesa . Yepes P. (2015). Recuperado de <https://www.Yepes.blog.upv.es>

Henry Laurence Gantt , Ingeniero Industrial Mecánico estadounidense, publicó artículos entre 1910 y 1915, popularizo un método similar, con algunas variantes en occidente. Podemos afirmar que los profesionales de esa época estaban comprometidos con la Gestión de Proyectos, en la parte de la Planificación y productividad y estaban abocados en la búsqueda de métodos que fortalecieran la administración o gerencia de recursos.

2.2.2.2 Grafico de Gantt

Henry Gantt construyó el Diagrama, utilizando los criterios de administración científica dejados por F. W. Taylor en el estudio por cada actividad; se caracteriza por:

- Estudio de los movimientos de los procesos de producción en acero.
- Estandarización de herramientas de trabajo, e innovación en algunas.
- Reglas o normas de cálculo para el corte de acero y del metal
- Método de determinación de los costos por actividad.
- Selección de mano de obra por actividad
- Incentivos a los trabajos efectuados a tiempo.

La longitud de las barras (Ver Figura N° 2), no indica la cantidad de trabajo, solo el periodo de tiempo durante se completará una actividad o conjunto, sin informar la cantidad de recursos que son necesarios. Por ejemplo, una barra corta puede representar más recursos, más horas de trabajo que una barra larga. Puede ocurrir que una actividad se complete en menos días, pero requiere más carga de trabajo por día.

Propone construir una secuencia de actividades de un mismo proceso o proyecto, el sistema de medición del tiempo de las actividades, y la secuencia de estas, es denominada Programación de actividades y permite conocer el tiempo total del proceso o proyecto.

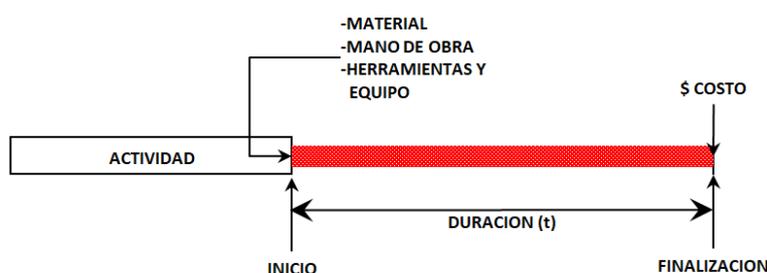


Figura N° 2.- Actividad y la barra de tiempo.
Fuente: Elaboración propia

El gráfico de barras, permite seguir el avance de cada actividad, proporcionar información del porcentaje ejecutado de cada una de ellas, y determinar así el grado de adelanto o atraso con respecto al plazo previsto.

2.2.2.3 Diagrama de Gantt

El Diagrama Gantt, es un gráfico donde el eje vertical es una relación de las actividades de un Proyecto y las relaciona con en el tiempo, graficada en el eje horizontal que es una escala de tiempo.

Eje X (horizontal): las abscisas muestran un rango de tiempos representa el calendario o escala de tiempo en las unidades hora, día, semana, mes, etc.

Eje Y (vertical): las ordenadas, muestran la secuencia de actividades; se visualiza cada actividad con su tiempo y/o duración, y como consecuencia, la duración total del trabajo, se disponen las actividades del proyecto, con una barra horizontal cuya longitud es proporcional a su duración en relación a la escala definida del eje horizontal, indica inicio y finalización de la actividad.

El avance del trabajo es una barra que indica el trabajo acumulado realizado, proporcional en porcentaje al trabajo planificado desde el inicio de los trabajos hasta la fecha de control. (Ver Figura N° 3).

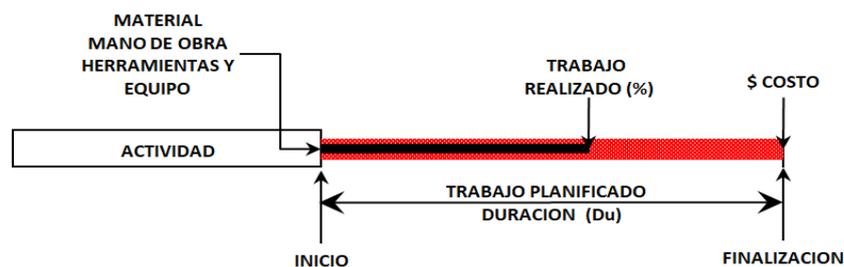


Figura N° 3.- Avance de trabajo realizado
Fuente: Elaboración propia

2.2.2.4 Elaboración del Diagrama de Gantt

La construcción del Diagrama de Gantt requiere de datos e información previa para efectuar la programación antes de iniciar el proyecto. Los pasos convenientes son:

1. Efectuar una lectura de toda la documentación del Proyecto: Expediente Técnico, para conocer el proceso constructivo.
2. Evaluar propuestas de mejora en procesos constructivos, rendimientos o costos al proyecto.
3. Efectuar lista de actividades con unidades de medida y metrados, en orden de ejecución.

- Evaluando relaciones de dependencia de cada actividad se grafica en el region que le corresponde una barra paralela al eje X.
- Asignar a cada actividad el Rendimiento Unitario (Ru); se divide el metrado **M**, entre **Ru**, obtenemos la duración, (**Du**) de la partida correspondiente se efectúa con cada actividad y se obtiene un Grafico Gantt. (Ver Figura N° 4).

Ejemplo: Duración Unitaria.

$$\begin{array}{l} \text{Excavación} \\ \text{Rendimiento RU} \end{array} \quad \frac{100 \text{ m}^3}{4 \text{ m}^3 / \text{día}} = 25 \text{ días (con 1 cuadrilla)}$$

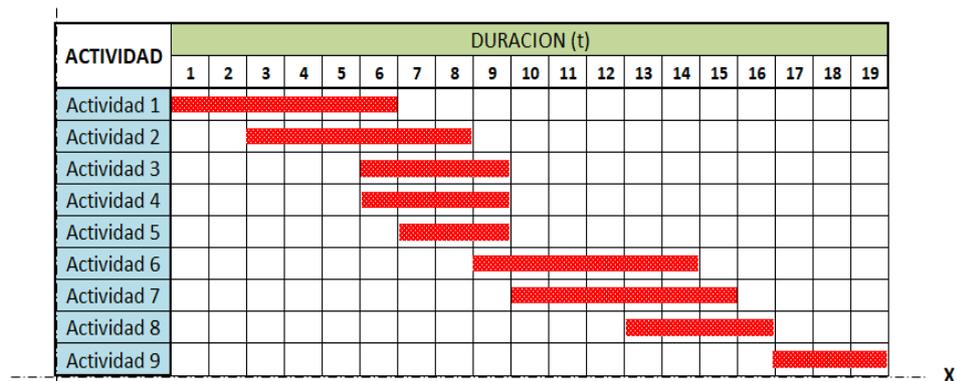


Figura N° 4.- Barras - Diagrama Gantt
Fuente: Elaboración propia

- Se grafica una barra paralela al eje X, a lo largo, en escala de tiempo (x), y se representa la duración (Du) de las actividades. (Ver Tabla N° 1).

Tabla N° 1.- DU, duración unitaria de las actividades

CODIGO	DESCRIPCION	METRADO (M)		RENDIMIENTO	TIEMPO (DIAS)
		U	CANT(M)	RU	DU(M/Ru)
10	EXCAVACIONES	m3	100	4	25
20	CIMENTACIONES	m3	100	25	4

Fuente: Elaboración propia

- Con el paso 4 se construye un cuadro tipo, se obtiene la duración de las partidas, y numero de cuadrillas y personal (Ver Tabla N° 2)
- Finalmente, determinar el tiempo de ejecución, con la Duración programada de cada una de las actividades del grafico Gantt, se obtiene número de cuadrillas (#C), y el número de recursos. (Ver Tabla N° 3). Del proceso total.

Ejemplo: Duración Programada.

$$\begin{array}{l} \text{Trabajo Unitario} \\ \text{Numero Cuadrillas} \end{array} \quad \frac{25 \text{ días}}{5 \text{ Cuadrillas}} = 5 \text{ días (con 5 cuadrillas)}$$

Tabla N° 2.- Calculo para determinar número de cuadrillas y personal necesario

CODIGO	DESCRIPCION	METRADO (M)		CUADRILLA Y RENDIMIENTO			TIEMPO UNITARIO DU	DURACION PROGRAMADA Dp		RECURSOS de DURACION PROGRAMADA Dp		
		U	CANT(M)	peon	oficial	operario		RU	#C	Dp	peon	oficial
10	EXCAVACIONES	m3	100	1	0	0	4	25	5	5	5	0
20	CIMENTACIONES	m3	100	15	2	2	25	4	4	1	15	2
30	MUROS	m2	2800	1/2	0	1	7	400	50	8	4	0
M	Metrado	Cantidad de trabajo total a efectuar										
Ru	Rendimiento (unitario) de la partida	Cantidad de Trabajo en un día (8 horas)										
Du	Duración (unitaria) de la partida	M/Ru : Cantidad total del trabajo / Cantidad de trabajo por día = Días en que se ejecuta la Cantidad total del trabajo										
#C	Numero de Cuadrillas por partida	Numero estimado de cuadrillas determinado por el programado de obra por su criterio y experiencia.										
Dp	Duración programada	$Du/\#C$: Días de ejecución de la partida/el número de cuadrillas estimada= # días programa final - número de cuadrilla										

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 3.- Lista de actividades Número de cuadrillas-personal por partidas.

CODIGO	DESCRIPCION	METRADO		CUADRILLA Y RENDIMIENTO			TIEMPO UNITARIO DU	DURACION PROGRAMADA Dp		RECURSOS de DURACION PROGRAMADA Dp		
		U	CANT(M)	peon	oficial	operario		RU	#C	Dp	peon	oficial
10	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO (AREA TECHADA)	m2	935.93	3	1	1	500	1.87	1	1.87	5.62	1.87
30	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	255	3	0	0	200	1.28	1	1.28	3.83	0.00
40	EXCAVACION DE TERRENO PARA ZAPATAS (1.50	m3	135.12	1	0	0	3.5	38.61	4	9.65	9.65	0.00
50	EXCAVACION DE ZANJA(CIMIENTO Y VIGA	m3	22.87	1	0	0	4	5.72	2	2.86	2.86	0.00
60	CORTE, NIVELACION ESTACIONAMIENTO	m3	31.9	5	0	1	40	0.80	1	0.80	3.99	0.00
70	RELLENO COMPACTADO C/ MATERIAL PROPIO	m3	67.5	1	0	0	7	9.64	3	3.21	3.21	0.00
80	ACARREO MAT. EXCEDENTE DE EXCAVACION DIST	m3	322.81	1	0	0	6	53.80	7	7.69	7.69	0.00
100	NIVELACION Y COMPACTADO MANUAL	m2	225	1	0	0	120	1.88	1	1.88	1.88	0.00
110	SOLADO PARA ZAPATA DE (e= 0.10 m) C:H,1.12	m2	123.15	6	1	2	80	1.54	1	1.54	9.24	1.54
120	CONCRETO PARA CIMIENTO CORRIDO 1:10 +30%	m3	8.25	8	2	1	25	0.33	1	0.33	2.64	0.66
130	CONCRETO PARA SOBRECIMIENTO DE 1:8 CEM-	m3	6.24	8	2	1	12.5	0.50	1	0.50	3.99	1.00
140	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO SOBRECIMIENTOS	m2	83.22	1	1	1	20	4.16	1	4.16	4.16	4.16
150	FALSO PISO DE 4" DE CONCRETO 1:10	m2	225	7	1	3	120	1.88	1	1.88	13.13	1.88
200	CONCRETO EN PLACAS F'C= 210 KG/CM2	m3	7.43	10	2	2	10	0.74	1	0.74	7.43	1.49
210	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PLACAS	m2	59.4	0	1	1	8	7.43	1	7.43	0.00	7.43
220	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2 PLACAS	kg	731.57	1	1	0	260	2.81	1	2.81	2.81	2.81

Fuente: Elaboración propia

2.2.2.5 Elementos de Programación Gantt

Para diseñar el Diagrama de Gantt, y lograr la estimación de tiempo y recursos en su desarrollo es necesario conocer los tipos de elementos que lo conforman y son:

a) Actividades. -

Son un grupo de tareas y acciones que permiten llevarla a cabo, y consumen recursos y tiempo. Las actividades por sus atributos de relación y secuencia con otras actividades se clasifican en (Ver Figura N° 5).

1. **Actividad precedente o antecedente.** - Actividad culminada para iniciar otra actividad.
2. **Actividad Siguiente.** - Actividad que puede iniciar, si su predecesora es culminada.
3. **Actividad Paralela.** - Actividades que se pueden realizar al mismo tiempo sin requerimiento de precedentes o con un requerimiento parcial precedentes.
4. **Actividad Independiente.** - Actividad que no requiere de ninguna actividad precedente

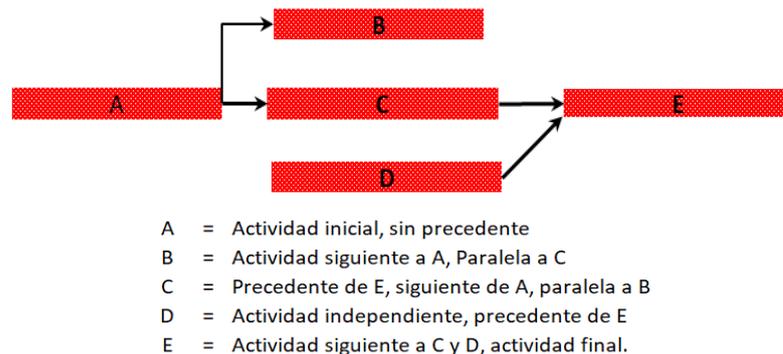


Figura N° 5.- Tipos de relación entre actividades Gantt
Fuente: Elaboración propia

b) Actividades agrupadas. -

Se clasifican las actividades de acuerdo a la relación entre ellas: por el tipo de recurso, cantidad de trabajo y proceso constructivo, necesarias para su aplicación y control. En una gran cantidad de actividades, estas se podrán agrupar en una actividad,

Tipo 1.- Agrupar en una actividad, por su afinidad y cercanía en el flujo de las actividades, ejemplo:

- [Limpieza
Eliminación de obstrucciones] = Limpieza y eliminación de obstrucciones.
- Trazo + Replanteo + Nivelación = Trazo, Replanteo y Nivelación
- Excavaciones + Eliminación = Excavación y eliminación

Tipo 2.-Descomponer en actividades, debido a su complejidad o que ciertas actividades deban se efectuadas por fases o emplear diferentes recursos, o tiempos diferentes ejemplos:

$$\text{Concreto de Losas aligeradas} = \begin{bmatrix} \text{Concreto de Losas aligeradas 1er piso.} \\ \text{Concreto de Losas aligeradas 2do piso.} \\ \text{Concreto de Losas aligeradas 3er piso.} \end{bmatrix}$$

Tipo 3.- Dividir una actividad en una dos o más actividades por poseer el flujo económico diferente entre sí y facilitar su control.

$$\begin{aligned} \text{Encofrado de aligerado} &= \begin{bmatrix} \text{Habilitacion de encofrado} \\ \text{Encofrado de losa aligerada} \\ \text{Desencofrado de losa aligerada} \end{bmatrix} \\ \text{Puertas de madera} &= \begin{bmatrix} \text{Construccion Puertas de Madera} \\ \text{Colocacion de Puertas de Madera} \end{bmatrix} \end{aligned}$$

1. **Actividades secuenciales.** - son las actividades cuyo inicio deben ser realizadas luego de la ejecución de otra, debido a que su ejecución es la continuación operativa de la anterior.
2. **Actividad Paralela.** - son las actividades que por tener recursos diferentes o compartiendo recursos, pueden efectuarse de manera independiente y en el diagrama de manera independiente.
3. **Actividades desfasadas.** - Son las actividades que a pesar que dependen de otra actividad, no requieren que se ejecuten o deban concluir primero para iniciar su ejecución, también denominado “tren de actividades”, (Ver Figura N°.6) Ejemplo:

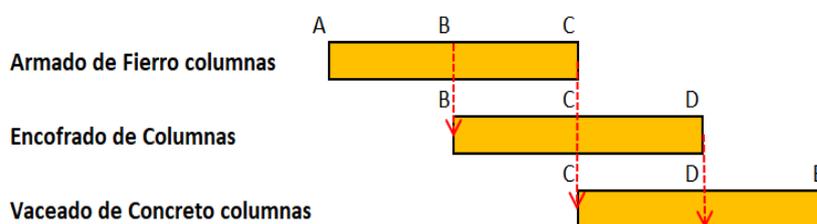


Figura N° 6.- Actividades desfasadas

Fuente: Elaboración propia

2.2.2.6 Conclusiones

- I. El Diagrama Gantt, distribuye el rol de actividades, conforme a un calendario, se visualizan los periodos de duración, sus fechas de inicio y finalización; e igualmente el tiempo total requerido del proyecto u obra, lo ejecutado en cada

una de ellas, porcentualmente; el grado de adelanto o atraso respecto al plazo programado. Resulta útil en la relación tiempo / carga de trabajo.

- II. El Diagrama de Gantt, desde su aparición en 1917, sirve como eje de desarrollo de lo que hoy es Gestión de Proyectos, abrió las puertas a la investigación, y se agregan herramientas complementarias, para construir diversos métodos que enriquecen la información y mejoran la Gestión de Proyecto y/o Obras.
- III. Es un sistema de programación de proyecto de fácil comprensión, por su sencillez es ampliamente conocido y fácil de interpretar. Permite disponer de una información global de un Proyecto u Obra, las características de las actividades y reportes para el control y supervisión, por medio de curvas de control; avance físico y de costos.
- IV. La magnitud del trabajo de Gestión de un Proyecto es tan amplia, que el Diagrama de Gantt, no resuelve todos los requerimientos para una buena Gestión de Proyecto u Obra.
- V. Las limitaciones o inconvenientes son:
 - El número mayor (50) de actividades a programar, le resta eficiencia al programa
 - No muestra la relación o enlazar actividades de tal manera que se puedan graficar la relación.
 - No muestra claramente la ruta crítica de una programación.
 - Muestra complicaciones para las reprogramaciones, así como fijar fechas de inicio y término de actividades.

Lo interesante del aporte del Diagrama de Gantt es que inclusive con estos inconvenientes se transformó en la base de búsqueda de nuevas aplicaciones y herramientas para la dirección, supervisión y control.

2.2.3 Flow Management. - Producción como Flujo

2.2.3.1 Procesos de producción. - Antecedentes

La industria manufacturera centró su desarrollo desde los años 1800 – 1900, en resolver los aspectos del trabajo, en cuanto a producción, material, mano de obra, costo, alcance de mercado.

Las Obras del Dr. Andrew Ure – 1835 “Filosofía de la Manufactura”; y el Prof. Michael Sadler,- 1837 “Informe Contra el sistema de Fabricas”; Sadler revelaba las condiciones de trabajo, y Ure presentaba propuestas y soluciones al tema; sobre estas

corrientes los impulsores del sistema de factorías continuaron y profundizaron la optimización de procesos, soportada con las teorías del Taylorismo, Taylor, Emerson, Gantt, Gilbert y otros; se desarrolló muy rápidamente centrándose en la línea de producción y Ransom Old que inauguro su “cadena de montaje” en 1901, perfeccionada y mejorada por H. Ford en 1908 con su modelo “T” aumentando la productividad.

2.2.3.2 El Diagrama de Flujo en Producción. - F. Gilbert y Sra.

El Ingeniero **Frank Gilbert**, (1868-1924) fue pionero en el estudio de los movimientos en el trabajo, él y su esposa **Lilian Moller Gilbreth** -ingenieros industriales, desarrollaron un método estructurado para documentar gráficamente un proceso como flujo de pasos sucesivos y alternativos. Este trabajo fue presentado el año 1921 por F. Gilbert en la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos ASME. El algoritmo de F. Gilbert, hace posible la ejecución de actividades, cumpliendo una serie de pasos continuos que permiten realizar una actividad. Expresado de diversas formas es un lenguaje de programación, pseudocódigo y diagramas de flujo.

El diagrama de flujo en ingeniería es una herramienta que permite plasmar el inicio y cierre de un proceso mediante los gráficos y ser un documento ágil de una visión integral del proceso y procesos esto facilita la gestión de actividades desde el inicio, planificación, ejecución, control, supervisión y cierre, para finalmente conseguir optimizaciones en tiempo, costos y calidad.

2.2.3.3 Características del Diagrama de Flujo

Todas las actividades están señaladas con un símbolo con significado definido, y están colocadas de tal forma que representan un flujo de ejecución mediante flechas que conectan los puntos de inicio y de fin de cada actividad o proceso (Ver Figura N° 7).

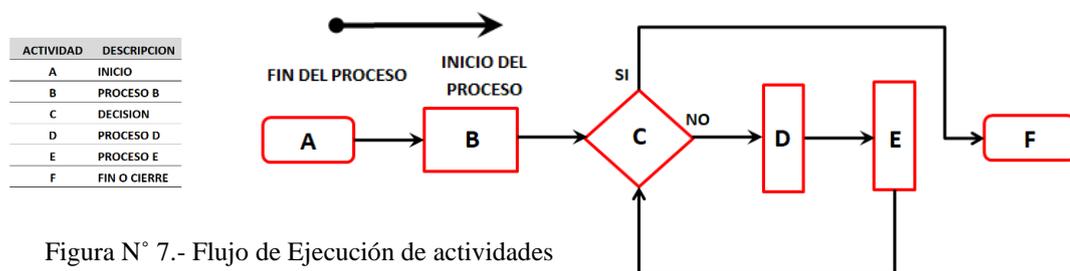


Figura N° 7.- Flujo de Ejecución de actividades
Fuente: Elaboración propia

1. El Diagrama de flujo presenta un único punto de inicio y un único punto de cierre, aunque puede tener más de uno siempre que cumpla con una lógica de producción requerida por el alcance del proceso.

2. El comienzo de una actividad es el cierre de la actividad previa y el final de una actividad es inicio de la siguiente.
3. Identificar y listar las principales actividades, sub procesos que conforman el proceso a obtener y su orden cronológico. Si el plan lo exige listar también las actividades menores y sus puntos de decisión y/o condición.
4. Construir el diagrama respetando la secuencia cronológica, y asignando los correspondientes símbolos elegidos.

2.2.3.4 El Diagrama de Flujo en la Construcción

El concepto de Flujo en la producción fue resultado de una década de innovaciones, pruebas, errores y aciertos en las fábricas de la industria en general. Los Ingenieros Industriales Sr y Sra. Gilbert, impulsaron el carácter científico del flujo en la producción con la teoría de la “Optimización de una línea de producción” con la herramienta diagrama de flujo.

La utilización de un flujo de trabajo para dirigir un cambio completo permite gestionar la evaluación, la autorización, la programación y las revisiones fuera del flujo lineal paso a paso de las tareas en un plan de trabajo. Utilizar un flujo de trabajo, en lugar de un conjunto de tareas paso a paso, para gestionar la evaluación y la autorización hace que el proceso de cambio sea más flexible. (Gestion de flujos de trabajo-IBM Knowlegde Center, Recuperado de <https://www.ibm.com/support/knowledgecenter>).

Este concepto fue el motor del cambio de la producción artesanal a la producción en masa en 1913 (Ver Tabla N° 4), el flujo en la producción como también lo fue en Japón 1950 con la producción ajustada, como le veremos más adelante.

Tabla N° 4.- Transición de Producción Artesanal a Producción en Masa

TRANSICION DE PRODUCCION ARTESANAL A PRODUCCION EN MASA - 1913 Y 1914			
ENSAMBLE (minutos)	Produccion artesana 1913	Produccion en masa 1914	% de Reduccion
Motor	594	226	62%
Magneto	20	5	75%
Eje	150	26.5	82%
principales componentes en un vehiculo completo	750	93	88%

* Tomando en cuenta que en 1913 la produccion artesana ya habia adoptado de la produccion en masa la intercambiabilidad y division del trabajo el cambio de 1913 a 1914 fue del montaje estacionario al movil

Adaptado Womack y Jones 1990

Fuente: Dr. Ing. Xavier Brioso

2.2.3.5 Conclusiones

- I. Los procesos industriales fueron mejorados continuamente desde 1800, hasta los 1900, con diferentes herramientas de planificación, ejecución y control.
- II. La Industria automotriz, aérea y naval, impulsaron la optimización y mejoramiento de los procesos de producción. Fue la razón de cambio, desde la producción artesanal, pasando por la producción en masa, hasta la producción ajustada.
- III. El Flujo continuo a pesar de ser respaldado por principios teóricos desde 1950, la Industria de la construcción, lo adopta como concepto dentro de sus procesos productivos desde 1990.
- IV. El estudio de flujo en los procesos de producción aún sigue siendo motivo de estudios de investigación permanente.

2.2.4 Método de la Ruta Crítica CCP

2.2.4.1 Antecedentes

Luego de la segunda guerra mundial (1945), la industria militar y civil, urgidas por las profundas heridas de la conflagración, tanto vencedoras como vencidas asumieron con seriedad la marcha económica desde el punto de vista industrial.

El Diagrama de Gantt, y la teoría del flujo de producción, en esa época eran las únicas herramientas de planificación; como métodos innovadores, pero con limitaciones; las condiciones históricas del momento exigieron que estas herramientas de gestión fuesen perfeccionadas y mejoradas en el manejo de los tiempos de producción, control y calidad.

También deberíamos destacar aquí los primeros intentos desarrollados, entre 1955 y 1957 por la “Imperial Chemical Industries” y el “Central Electricity Generating Board”, en el Reino Unido, donde se desarrolló una técnica capaz de identificar la secuencia de estados más larga e irreductible para la ejecución de un trabajo, en línea con lo que después se llamaría CPM (Crítica Path Method). Estas empresas consiguieron ahorros de tiempo en torno al 40%, pero debido a que no se publicaron estas innovaciones, cayeron en la oscuridad, de la cual se despertó con los avances que se desarrollaron al otro lado del océano. Yepes,(2015), Recuperado de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2015/01/28/los-origenes-del-pert-y-del-cpm/>.

2.2.4.2 Método de la ruta crítica. – CPM

El método de la Ruta Crítica, determina el camino crítico, de un proceso. Todas las actividades y/o partidas de la ruta crítica, son las más urgentes de ejecutar y las que más atención deben tener, con flexibilidad del cronograma por las holguras, cada actividad de la ruta tiene holgura cero, el método determinístico del CPM, se basa en la relación causa-efecto,

- a) Para una causa “A” cuyo efecto es “M”,
- b) Para un efecto “M” cuya causa es indefectiblemente “A”,
- c) “M” no puede existir sin “A”, y “A” solo genera “M”.

La Gerencia de proyecto con el CPM determina la ruta crítica y las actividades críticas; con ella tenemos lo siguiente:

- a) Se calcula la fecha del fin del proyecto con precisión.
- b) Se prioriza las actividades críticas. para gestionar riesgo, incertidumbre y variabilidad en ellas.
- c) Se detectan cuellos de botella y actividades donde asignan recursos para reducir el tiempo del proyecto.
- d) Se establece la línea central de actividades críticas.

2.2.4.3 Características del CPM

En un Diagrama de flujo de un proceso, es importante determinar una ruta crítica, para obtenerla es necesario disponer la siguiente información, obtenida de las características de cada actividad y de la secuencia lógica del proceso:

a) Conceptos básicos. -

Hallar la ruta crítica y sus holguras, para efectuar esta operación, se deben determinar los siguientes datos (Ver Figura N° 8).



Figura N° 8.- Datos preliminares para hallar ruta crítica.
Fuente: Elaboración propia

IC Inicio más cercano. - Lo más pronto que pueda comenzar la actividad

TC Término más cercano. - Lo más pronto que pueda terminar la actividad.

IL Inicio más lejano. - Lo más tarde que puede comenzar la actividad sin retrasar el término del proyecto.

TL Término más lejano. - Lo más tarde que pueda terminar la actividad sin retrasar el término del proyecto.

b) Holgura. - Tiempo máximo que se puede retrasar el comienzo de una actividad sin que retrase la finalización del proyecto. (Ver Figura N° 9). Aplicación de las holguras = 0, en la (Fig. 10), determinan la ruta crítica. $Holgura = IL - IC = TL - TC$

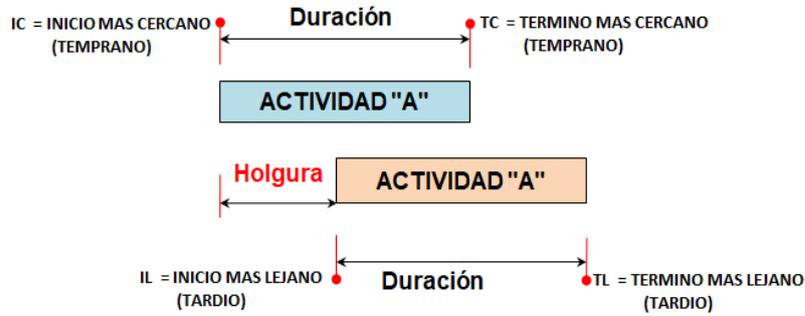


Figura N° 9.- Holgura para inicio de actividad
Fuente: Elaboración propia

2.2.4.4 Determinación de la ruta crítica

- 1.- Desarrollo de todas las actividades del proceso para lograr el producto, estimar su duración, y la actividad o actividades predecesora, o necesarias para iniciar, e indicarlas en un cuadro. (Ver Tabla N° 5).

Tabla N° 5.- Información para hallar ruta crítica

Actividad	Actividad predecesora	Duración
A	-	6
B	-	8
C	A,B	12
D	C	4
E	C	6
F	D,E	15
G	E	12
H	F,G	8

Fuente: Elaboración propia

2. Definir Actividades en los nodos, y las flechas indican las relaciones de las

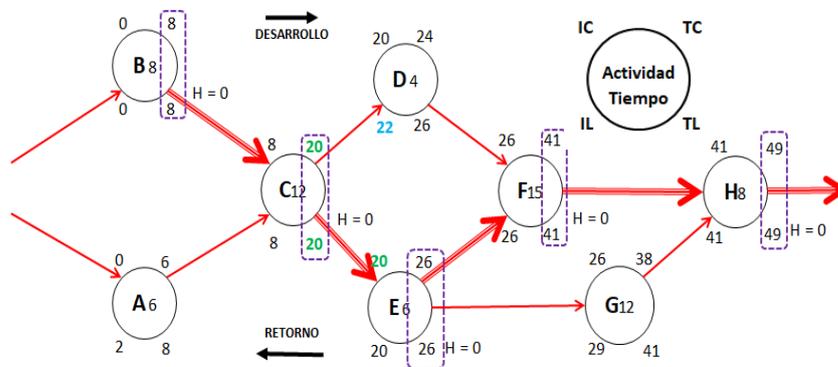


Figura N° 10.- Diagrama de flujo y datos para análisis.
Fuente: Elaboración propia

actividades, con sus tiempos y costos. Construcción del diagrama de flujo del proceso en secuencia lógica, con interdependencia entre las actividades, conectándolas con sus relaciones de precedencia y tiempos (Ver Figura N° 10).

- 3.- Hallar los datos que permitan encontrar ruta crítica, que es la máxima duración del tiempo más corto del proyecto, y las holguras de la ruta crítica. Cada actividad debe contener los datos que se indican en la Figura N° 10.

En la dirección de “desarrollo”, se obtienen los datos de la parte superior de todas las actividades: IC y TC; el IC (Inicio más cercano) es el TC (termino más cercano) mayor, de la actividad precedente; luego, al IC se le suma el tiempo de la actividad a la que corresponde y se transformara en el TC de la misma actividad. Este a su vez será el IC de la siguiente actividad.

En la dirección de “retorno”, se obtendrán los datos de la parte inferior de todas las actividades: TL y IL; el TL (termino más lejano) es el IL (inicio más lejano) menor, de la actividad precedente (en la ruta de retorno); luego a este TL se le resta el tiempo de la actividad a la que pertenece para obtener el IL de la misma actividad. Este será el TL de la siguiente actividad (Ver Figura N° 11).

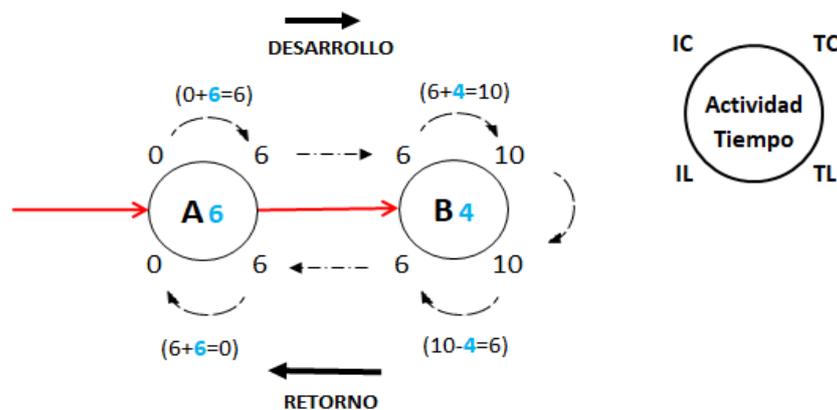


Figura N° 11.- Cambio de dirección de Desarrollo a retorno.
Fuente: Elaboración propia

- 4.- Cuando una actividad tenga dos actividades precedentes:

En la dirección de desarrollo; para obtener el IC, será el mayor TL entre las dos actividades precedentes; y sumando el tiempo de la actividad se obtendrá el TC de la actividad; (Ver Figura N° 12-a).

En la dirección de retorno el TL, será el menor IL entre las dos actividades precedentes; y restando el tiempo de la actividad se obtendrá el IL de la actividad; (Ver Figura N° 12 - b).

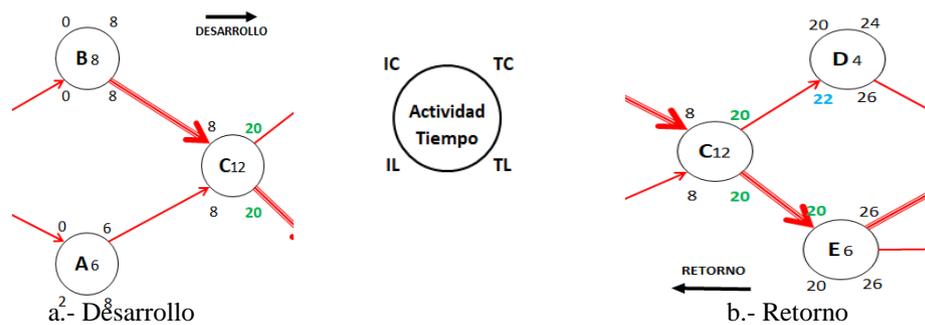


Figura N° 12.- Dirección de análisis del flujo
Fuente: Elaboración propia

5.- Finalmente luego de obtener los datos de las actividades se procederá a hallar las holguras de las actividades de la red, y las actividades que no tengan holgura, es decir holgura = 0, (Ver Figura N° 13); estas holguras señalaran la ruta crítica.

$$\text{Holgura} = \text{IL} - \text{IC} = \text{TL} - \text{TC}$$

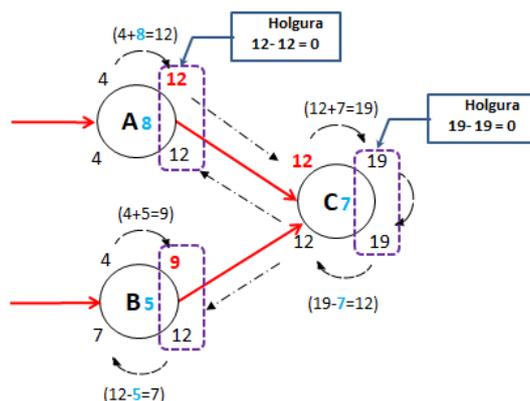


Figura N° 13.- Ruta Crítica-holguras.
Fuente: Elaboración propia

Las holguras sirven también para conocer parcial o totalmente los buffers de las actividades no críticas, se clasifican de la siguiente manera:

Holgura libre. -_Es lo que puede retrasarse una actividad sin que afecte el inicio de las actividades sucesoras.

Holgura total. -_Es lo que puede retrasarse una actividad sin que afecte la duración del Proceso.

2.2.4.5 Conclusiones

En 1917, el diagrama de Gantt, Gilbert en 1922, y Flow Management, significo ordenar las actividades para una planificación preliminar y su posterior control. Con el crecimiento de la demanda y de los productos, se hizo necesario mayor precisión en los tiempos de producción, y se obtuvo como resultado el determinar las actividades críticas

de un flujo de producción, en 1957 con el avance de la tecnología se obtiene el CPM y sus consiguientes ventajas.

- I. El CPM fue desarrollado inicialmente como actividad en los nodos, y la conexión servían para indicar el concepto de las relaciones entre las actividades.
- II. Calcula la duración total del proyecto, en el que señala la Ruta Crítica, que son las actividades que no tienen holguras, y son las más importantes del proceso.
- III. Permite optimizar el manejo de recursos, y disminuir el riesgo de los atrasos, y permitir una mejor gestión de riesgos e imprevistos.
- IV. Toma de decisiones rápida y eficaz al tener los parámetros y recursos, las limitaciones se presentan al momento de que una actividad no cumpla los tiempos, el diagrama debe efectuarse nuevamente.
- V. Optimización de presupuesto y respuesta más exacta con el cliente, y una gestión balanceada del consumo de recursos.
- VI. Cualquier mínimo cambio podría afectar la ruta crítica, lo que obliga a re-planificar todo el proyecto y volver a calcular el CPM y su nueva ruta crítica.
- VII. Mayor trabajo en la etapa de planificación, facilita la revisión, y evaluación constante de la planificación.

2.2.5 Técnica de Evaluación y Revisión de Programas. PERT

2.2.5.1 Antecedentes

Este método es denominado **Program Evaluation and Review Technique PERT**; entendiéndose como un Técnica de Evaluación y Revisión de Programa, permitió gestionar los proyectos obteniendo reducción en tiempo hasta por dos años.

En 1958, Departamento de defensa-la Marina de guerra de EE UU, “la división de Sistemas de Misiles Lockheed (fabricantes de proyectiles balísticos) y la consultora Booz, Allen & Hamilton (ingenieros consultores), se plantean un nuevo método para resolver el problema de planificación, programación y control del proyecto de construcción de submarinos atómicos armados con proyectiles «Polaris». Yepes P. (2015). Recuperado de <https://www.Yepes.blog.upv.es>

La diferencia con el CPM, el PERT es un método estocástico; entendiendo que este puede interpretarse como una sucesión de variables aleatorias cuyas características pueden variar a lo largo del tiempo. Podemos afirmar que el CPM es un método determinístico, mientras el PERT, es un método probabilístico, al resolver la

variabilidad a medida que pasa el tiempo e impactan en el tiempo y costo de un proyecto.

2.2.5.2 Características del PERT. -

1. El PERT considera la duración de cada actividad como variable aleatoria, y los nodos eventos de la actividad de inicio y fin.
2. El PERT considera en el cuadro de actividades un tiempo variable y permite manejar la incertidumbre en el tiempo de Término de las actividades; de tal forma que el tiempo de las actividades, es obtenido estimando tres escenarios probables

T_o = Tiempo optimista (a). - Tiempo de la actividad bajo condiciones favorables, es decir que todo se cumpla como un reloj.

T_p = Tiempo pesimista (b). - Tiempo de la actividad bajo las condiciones más desfavorables.

T_n = Tiempo normal (m). - Es valor más probable de la actividad.

El tiempo aleatorio de cada actividad, en este caso se asocia a una función probabilística beta, que es la que mejor modela la distribución del tiempo de la duración de una actividad y establece una varianza en el tramo; indica la probabilidad de la variabilidad del tiempo aleatorio de la actividad. (Ver Figura N° 14).

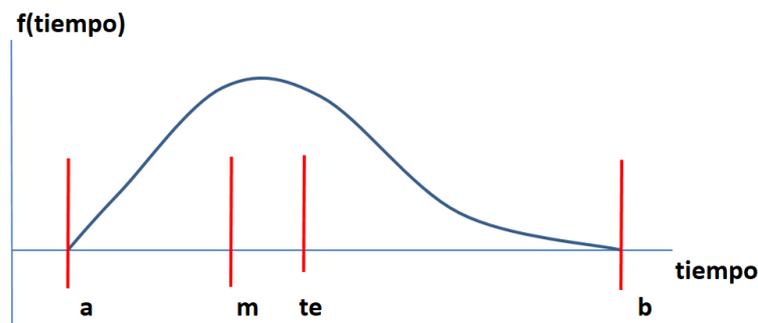


Figura N° 14.- Varianza de actividades
Fuente: Elaboración propia

En este caso, el tiempo probable (te) de la actividad va unido a la varianza y se obtienen con las siguientes formulas:

Tiempo esperado (te)
$$te = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Varianza de la actividad (σ^2)
$$\sigma^2 = \frac{(b - a)^2}{36}$$

Sobre esta base probabilística el PERT arma el diagrama de flujo, encuentra la ruta crítica, y por la conexión de la variabilidad puede revisarse de manera permanente el proceso de control y supervisión de la Programación.

Otras características del PERT:

- 3.- Cada actividad se representa por una flecha
- 4.- Cada suceso o situación se representa por un círculo, elipse o cuadrado, en cuyo interior se colocará un número.
- 5.- Cada Actividad estará limitada por dos números, de los cuales el segundo siempre será mayor que el primero.
- 6.- Entre dos sucesos o nudos solo puede haber una actividad, y ante este detalle es necesaria la utilización de actividades ficticias.

2.2.5.3 Procedimiento del PERT

1. Desarrollo de todas las actividades del proceso para lograr el producto; estimar su duración, con los tiempos optimista, más probable o normal, y pesimista, obtener el tiempo esperado **te**, y la varianza σ^2 . Pág. 31.

2. Tiempo esperado

Se calcula el tiempo esperado (Ver Tabla N°6) y se desarrolla el Diagrama del flujo del PERT (Ver Figura N°15), las duraciones de las actividades serán el **te** (tiempo esperado), como **UT** (Unidades de tiempo).

Tabla N° 6.- Cálculo de Tiempo esperado (**te**) y varianza (σ^2)

Actividad	Nodo	Predecesora	Duracion			tiempo esperado te	Varianza σ^2
			optimista	mas probable	pesimista		
A	1	-	2	5	6	4.67	0.44
B	2	A	2	6	7	5.50	0.69
C	3	A	1	2	4	2.17	0.25
D	4	B,C	4	5	7	5.17	0.25
E	5	D	2	2	2	2.00	0.00
F	6	E	1	1	1	1.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

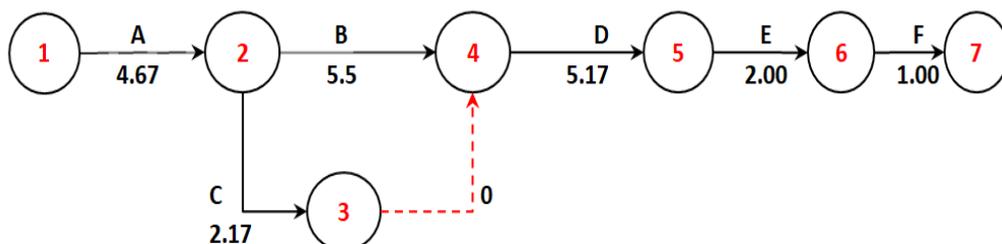


Figura N° 15.- Diagrama de flujo - PERT

Fuente: Elaboración propia

3. Tiempos más cercanos:

Se calcula sumando los tiempos (Ver Tabla N°7), que suma la actividad anterior más la actividad del nodo. Se halla el Tiempo más cercano de inicio en el nodo.

Tabla N° 7.- Calculo de Tiempos más cercanos (E)

Nodo	nodo inmediato anterior	tiempo mas cercano del nodo anterior	+	tiempo de la actividad del nodo	tiempo mas cercano (E)
1	-	-	+	-	0
2	1	0	+	4.67	4.67
3	2	4.67	+	2.17	6.84
4	2	4.67	+	5.5	10.17
	3	6.84	+	0	6.84
5	4	10.17	+	5.17	15.34
6	5	15.34	+	2.00	17.34
7	6	17.34	+	1.00	18.34

Fuente: Elaboración propia

4. Tiempos más lejanos:

El mismo cálculo se efectúa, en la ruta de retorno, restando el tiempo más cercano menos el tiempo de la actividad, con el menor valor cuando dos actividades concurren a un nodo. (Ver Tabla N° 8).

Tabla N° 8.- Calculo de los tiempos más lejanos. (L)

Nodo	nodo inmediato posterior	tiempo mas cercano del nodo posterior	-	tiempo de la actividad	tiempo mas lejano (L)
7	-	-	-	0	18.34
6	7	18.34	-	1	17.34
5	6	17.34	-	2	15.34
4	5	15.34	-	5.17	10.17
3	4	10.17	-	0	10.17
2	3	10.17	-	2.17	8.00
	4	10.17	-	5.5	4.67
1	2	4.67	-	4.67	0

se elije el menor

Fuente: Elaboración propia

5. La Ruta Crítica: Los datos obtenidos permiten armar un tercer cuadro en el que se encontraran las holguras, en UT; relacionando los inicios y términos de las actividades continuas como lo indica la Tabla N°9; con la fórmula:

$$L_j - (E_i + t_{e_{ij}}) = H_{ij}$$

- L = Tiempos más lejanos
- E = Tiempos más cercanos
- t_e = Tiempos esperados en Nodos
- i = Inicio de toda actividad.
- J = Termino de toda actividad

6. Se calculan las holguras H_{ij} . -(Ver Tabla N° 9)

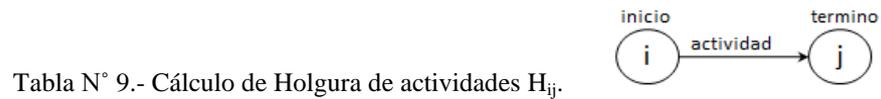


Tabla N° 9.- Cálculo de Holgura de actividades H_{ij} .

Actividad	NODO		$L_j - (E_i + te_{ij}) = H_{ij}$			
	Actividad (i j)		L_j	E_i	te_{ij}	H_{ij}
A	1	2	4.67	0	4.67	0
B	2	4	10.17	4.67	5.5	0
C	2	3	10.17	4.67	2.17	3.33
D	4	5	15.34	10.17	5.17	0
E	5	6	17.34	15.34	2	0
F	6	7	18.34	17.34	1	0
	3	4	10.17	6.84	0	3.33

Fuente: Elaboración propia

L son los tiempos más lejanos, E son los tiempos más cercanos te son los tiempos esperados de los nodos i (inicio) y j (termino) de toda actividad. Las holguras de cada actividad, con valor cero. Señalan la Ruta Crítica, en este caso: A, B, D, E, F (Ver Figura N° 16).

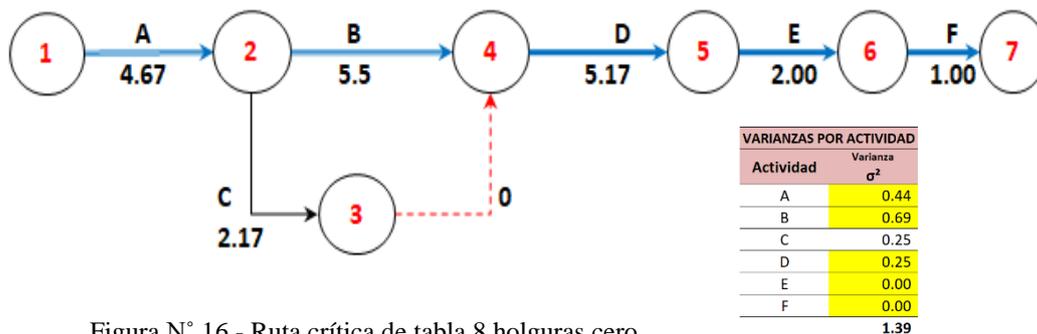


Figura N° 16.- Ruta crítica de tabla 8 holguras cero
Fuente: Elaboración propia

7. El Tiempo del proceso, considera: el tiempo obtenido en el último nodo, de la Tabla N°6 y Tabla N°7; o el tiempo más lejano de la última actividad de la Tabla N°8, en ambos casos: **18.34 Ut.** más las varianzas Tabla N°5, de las actividades de la ruta crítica, solo las que tienen $h=0$ suman **1.39 Ut.**

Tiempo Total del proceso o proyecto es: $18.34 + 1.399 = 19.73$ Ut

2.2.5.4 Conclusiones

- I. El PERT, controla los tiempos de ejecución de las diversas actividades.
- II. dentro los tiempos estimados, organizando un programa de largo alcance.
- III. Pone al día la carta del PERT según como progresa el proyecto, las holguras son flexibles debido a los tiempos esperados te , y varianza por actividad.

- IV. Los Nodos representan “instantes de inicio de una o varias actividades, y simultáneamente el instante de termino de otras y varias actividades.
- V. Las holguras son tiempos de cada actividad que se pueden atrasar sin afectar la duración total del proyecto.
- VI. La Ruta Crítica, determina la duración total del proyecto, además las actividades que la conforman deben hacerse a tiempo establecido.
- VII. El PERT se utiliza en:
- Planificación. - Recursos requeridos y Plazos en forma global
 - Programación de Actividades. - Plazos detallados, Actividades específicas, relaciones de precedencia.
 - Medidas de Control. - Supervisión y seguimiento.
- VIII. El PERT en la gestión de Obra con producción ajustada o LEAN, es el Plan Maestro sobre el que se obtienen los hitos para trabajar el Last Planner y el Look a head, como metas en el sistema LEAN.

2.2.6 E.D.T. Estructura de Descomposición del Trabajo

2.2.6.1 Antecedentes

En 1962, el Departamento de Defensa de EEUU, publica la creación del WBS Works Break Down Estructura, y que este procedimiento sea utilizado en sus proyectos. Más tarde esta Estructura de Desglose de Trabajo, EDT, es adoptada por el sector privado; hoy el EDT o WBS, es parte importante en la Planificación de la producción ajustada o LEAN. En la Gestión de Proyectos, el PERT, (1958); sirvió para graficar la planificación de un proyecto; si consideramos los principios de la administración, Taylor y Fayol, los procesos de producción, el PERT cubría los objetivos para la etapa de programación y ejecución, pero también paralelamente era necesario tener un diagrama de responsabilidades, organización, para el control en la ejecución, es decir el EDT o WBS.

2.2.6.2 Características del EDT o WBS

El EDT o WBS es una estructura de trabajo, desglosado y jerárquico, de generación de entregables y tareas, que unido al PERT, complementa el trabajo de Gerencia de Proyectos, en sus fases de control, y ejecución en el ajuste de responsabilidades, necesaria en todo el proceso.

- a) Representa todo el trabajo que se debe efectuar en un Proyecto, asegura el alcance del Proyecto, a que incluya solo el trabajo requerido.

- b) Un Proyecto se hace más manejable cuando se descompone en partes individuales que uniéndose forman la Estructura desagregada del trabajo. “Un gran trabajo se realiza más fácil cuando se divide en pequeños trabajos”-Henry Ford.
- c) Todo proceso o actividad, es la transformación de recursos, insumos, o materia prima, para obtener un producto determinado. A estos recursos necesarios para efectuar el proceso, se denomina ENTRADA; el proceso o sub-proceso tiene un alcance específico, y es predecesora y necesaria para iniciar la siguiente actividad y se denomina “entregable”. (Ver Figura N° 17).



Figura N° 17.- Proceso-Transformación de recursos
Fuente: Elaboración propia

- d) Todo proceso es una secuencia de actividades ordenadas de forma lógica para obtener un producto; y cada actividad genera un entregable, mediante la ejecución de los paquetes de trabajo para la continuidad del flujo de producción. (Ver Figura N° 18).

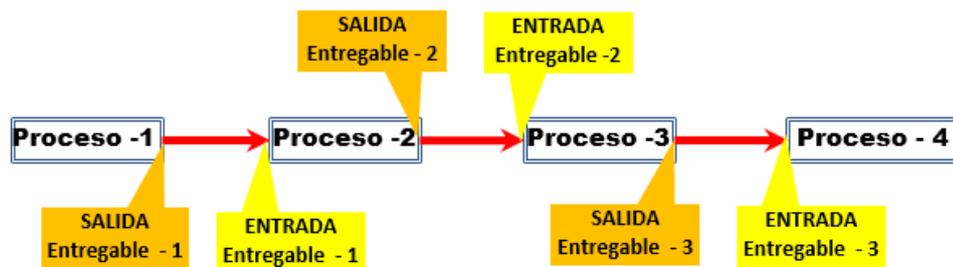


Figura N° 18.- Grupo de procesos y actividades de un Proceso general.
Fuente: Elaboración propia

- e) El EDT o WBS, es la subdivisión de los entregables del proyecto, o el desglose jerárquico de tareas; en componentes más pequeños, que son más fáciles de programar, planificar, controlar y ejecutar y es el primer paso en la planificación de un proyecto.
- f) Esta subdivisión se efectúa hasta que las tareas y entregables queden definidos en niveles; cada nivel del EDT o WBS representa una descripción más detallada

de la tarea a efectuar. Los niveles más bajos de un EDT o WBS son denominados Paquetes de trabajo o WP Work package, (Ver Figura N°19).

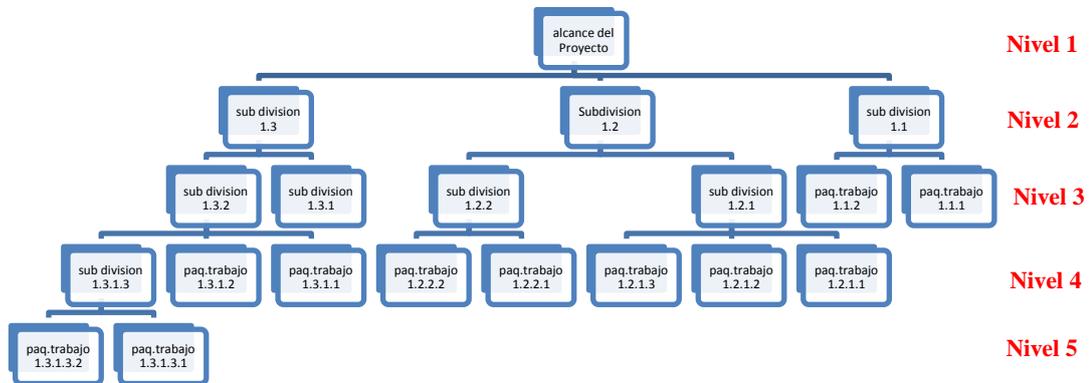


Figura N° 19.- Nivel de tareas en un EDT
Fuente: Elaboración propia

Una EDT o WBS formada por “elementos”, u actividades deben precisar:

- La visión del producto final y es el Nivel 1 y determina el alcance del resto de trabajos subordinados (Ver Figura N°20).
- Cada elemento contiene el 100% del trabajo para obtener su propio Entregable.
- Las sumas de los trabajos subordinados deben sumar 100% para lograr y obtener el entregable del elemento superior (Ver Figura N°20)

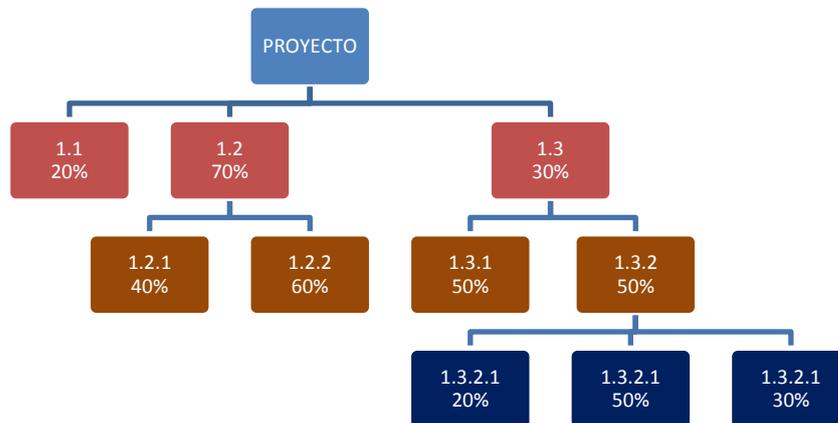


Figura N° 20.- Aporte porcentual de tareas subordinadas
Fuente: Elaboración propia

- Los elementos subordinados pertenecen a un solo elemento superior.
- Cada elemento debe tener un Código de esquema, jerárquico.
- Los elementos son específicos y tangibles.

- Los paquetes de trabajo pueden estar en cualquier nivel de la EDT o WBS y son las tareas básicas,
- Una unidad de trabajo definida durante la realización de un proyecto tiene la descripción de la tarea, duración esperada, costo esperado y requisitos de recurso esperado, con estos parámetros se obtiene el costo de una unidad de trabajo (Ver Tabla N°10).

Tabla N° 10.- Recursos medibles – Costo de unidad de trabajo

PAQUETE DE TRABAJO				
Elementos EDT	excavacion	acero	encofrado	concreto
Tipo Recursos	zapatas	corrugado	zapata	vaciado
Mano de Obra				
Materiales a granel				
Equipos				
Gastos indirectos				
Costo General				

Fuente: Elaboración propia

2.2.6.3 Construir el E.D.T. o W.B.S.

Definido el Alcance del Proyecto, y el proceso a construir, se efectúa:

- 1.- **EDT.** - Estudiando el Alcance del Edificio, 1er Nivel, se definen los entregables necesarios el 2^{do} nivel para culminar el Edificio (Ver Figura N°21).

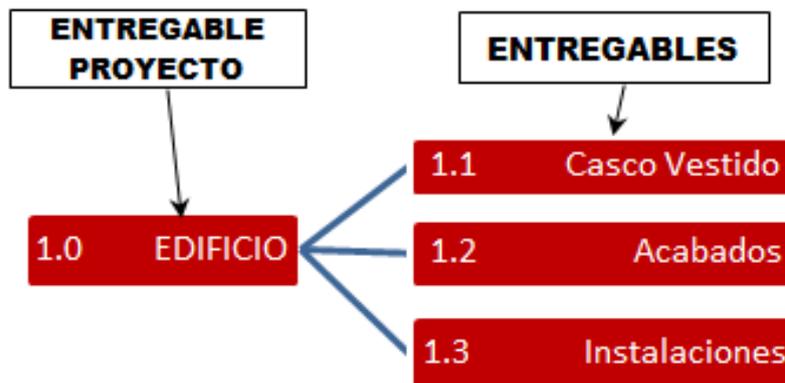


Figura N° 21.- Entregables del 2do nivel para el Proyecto

Fuente: Elaboración propia

- 2.- **EDP o SBS.** - Para obtener los entregables del 2^{do} Nivel del Proyecto. Se diseñan los Entregables del 3^{er} Nivel, solo pueden pertenecen a un entregable del 2^{do} Nivel. (Ver Figura N°22).

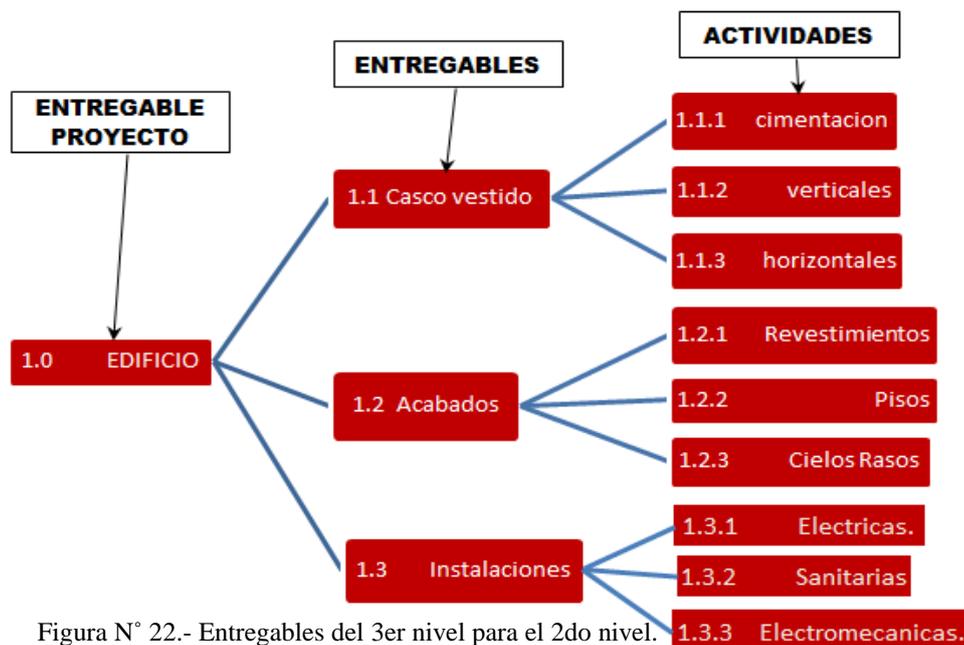


Figura N° 22.- Entregables del 3er nivel para el 2do nivel.
Fuente: Elaboración propia

- 3.- Desde el 3^{er} Nivel, se diseñan los paquetes de trabajo o tareas específicas, y dependiendo de la complejidad y magnitud del Edificio, se empiezan a ubicar en el 4^{to}, 5^{to} o más niveles. El entregable “Casco Vestido” a partir del 4to nivel puede definir los paquetes de trabajo (Ver Figura N°23).

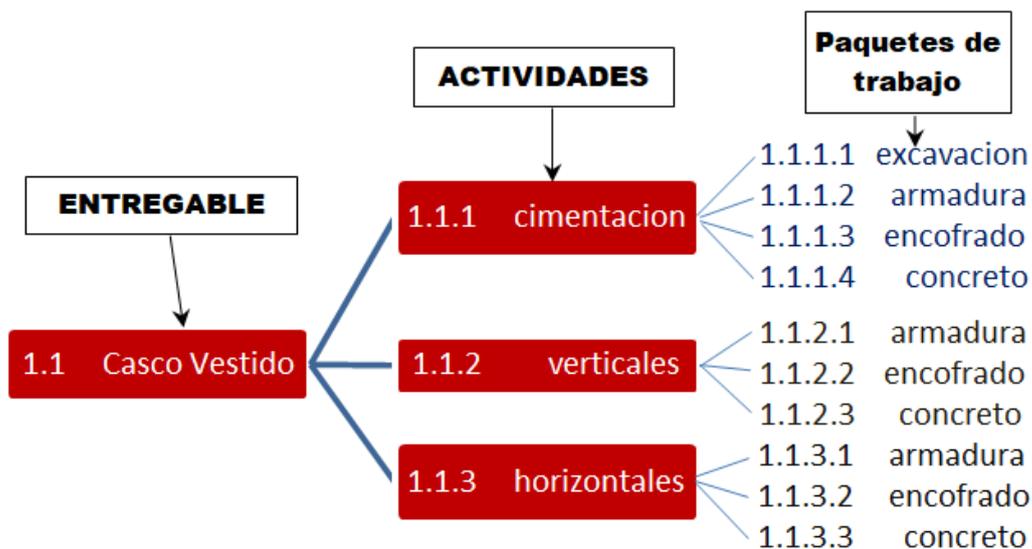


Figura N° 23.- Paquetes de trabajo a partir de los últimos niveles
Fuente: Elaboración propia

- 4.- Es posible existan entregables complejos en los últimos niveles que necesitan más divisiones para llegar a los paquetes de trabajo (Ver Figura N°24).

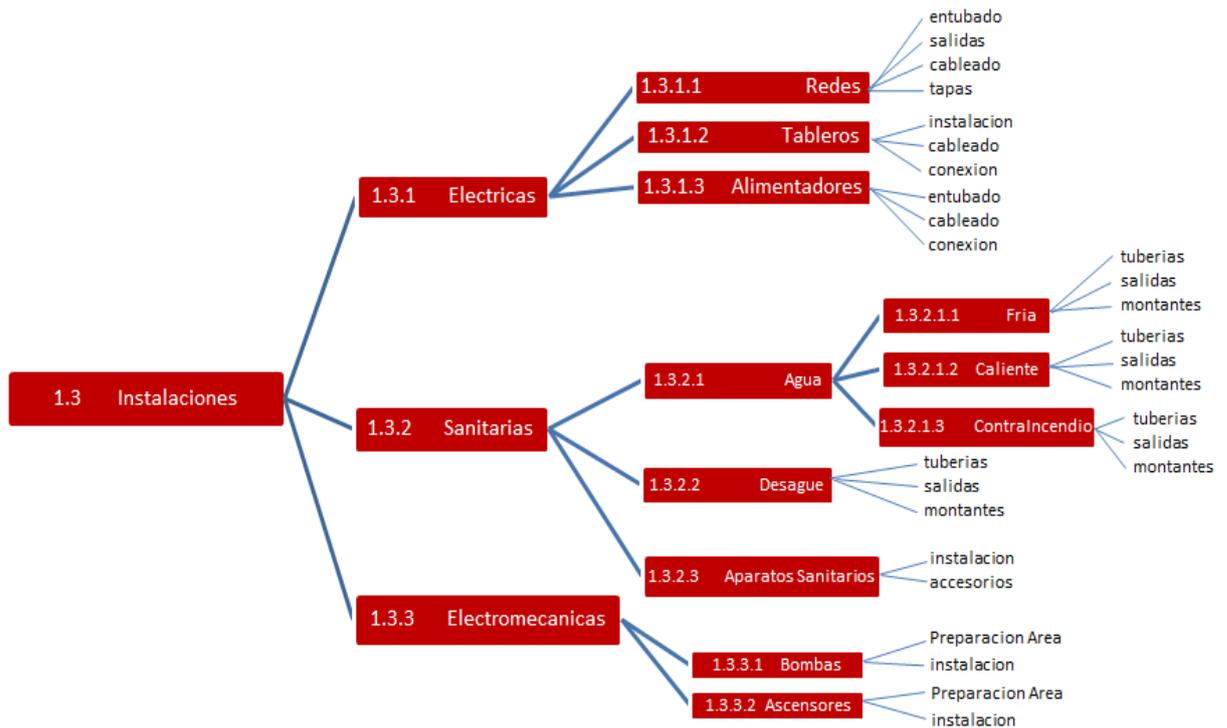


Figura N° 24.- Entregable de último nivel, nuevo nivel para ejecutar tareas.
 Fuente: Elaboración propia

5.- **La EDC o CBS.** - El diseño de los paquetes de trabajo o tareas, ultimo nivel, implican recursos: materiales, ejecución de acciones durante un lapso de tiempo (hh u hm), que son la base para la programación de los tiempos, la estimación de costos del Edificio y las necesidades de los recursos. (Ver Figura N°25).

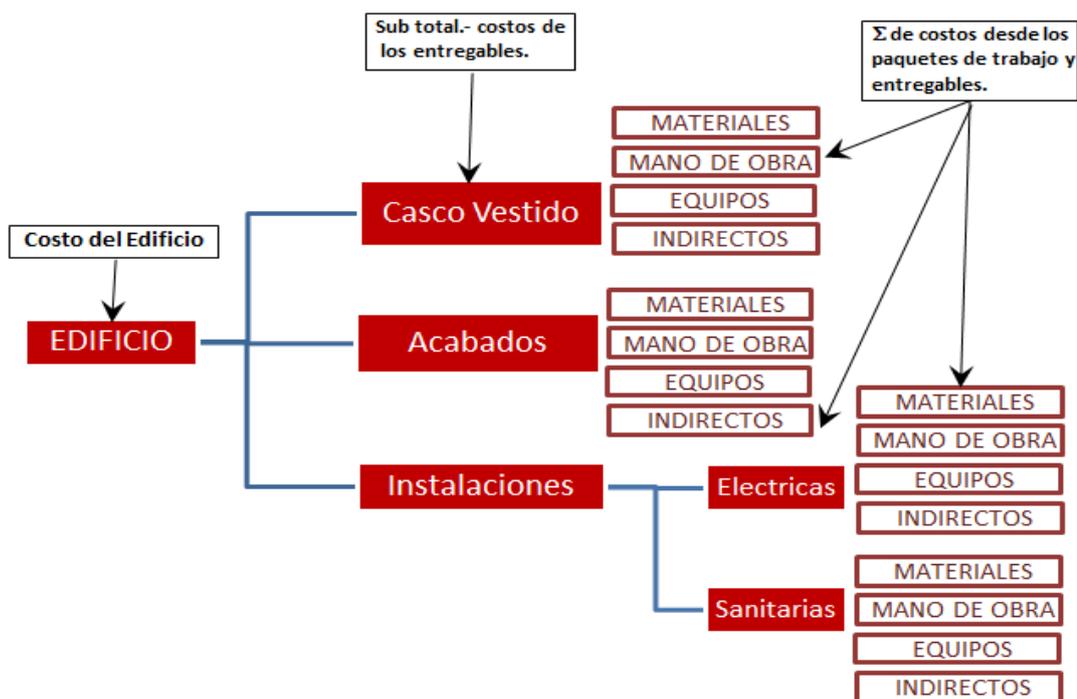


Figura N° 25.- Paquete de trabajo con recursos para costos del proyecto
 Fuente: Elaboración propia

6.- La aplicación del EDT en un proyecto (Ver Figura N°26a); facilita definir el alcance, construir el cronograma (Ver Figura N°26b); obtener lista de recursos por actividad y total, y el costo de actividades del proyecto (Ver Figura N° 26c), para costos un programa valorizado, y para tiempo una programación de horas hombre(hh) y horas maquina (hm):

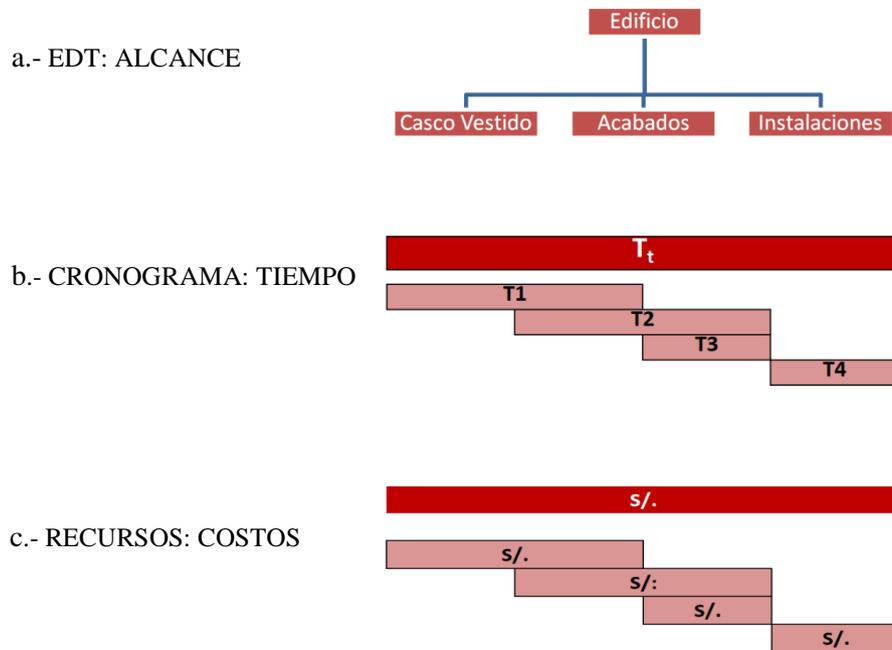


Figura N° 26.- Planificación a partir del EDT
Fuente: Elaboración propia

2.2.6.4 Diccionario del EDT

Es parte del EDT y detalla cada uno de los elementos del EDT definiendo el alcance o enunciado del trabajo; entregables definidos y claros; actividades asociadas, hitos; se pueden incluir

- Responsables
- Fechas de inicios y final,
- Recursos requeridos,
- Estimación del costo,
- Requisitos de calidad
- Referencias técnicas

La relación de las actividades en un formato (Ver Figura N°27), sirve como descripción técnica del alcance de tareas, nivel, código, costo inicial, persona responsable, fecha de inicio y término, útil para el seguimiento y control de la marcha.

Diccionario y alcances de Actividades del EDT- Parte I

NIVEL	CODIGO EDT	ENTREGABLE	DESCRIPCION DEL ENTREGABLE	COSTO INICIAL	RESPONSABLE	FECHA INICIO	FECHA FINAL
1	1.0						
2	1.1	Casco Vestido					
3	1.1.1	cimentacion					
4	1.1.1.1		excavacion				
4	1.1.1.2		armadura				
4	1.1.1.3		encofrado				
4	1.1.1.4		concreto				
3	1.1.2	verticales					
4	1.1.2.1		armadura				
4	1.1.2.2		encofrado				
4	1.1.2.3		concreto				
3	1.1.3	horizontales					
4	1.1.3.1		armadura				
4	1.1.3.2		encofrado				
4	1.1.3.3		concreto				
2	1.2	Acabados					
3	1.2.1	Revestimientos					
4	1.2.1.1		Tarrajes				
4	1.2.1.1		Enchapes				
3	1.2.2	Pisos					
4	1.2.2.1		Contrapisos				
4	1.2.2.2		Porcelanatos				
3	1.2.3	Cielos Rasos					
4	1.2.3.1		Tarrajes				
4	1.2.3.2		Falso Cielo				
2	1.3	Instalaciones					
3	1.3.1	Electricas					
4	1.3.1.1		Redes				
5	1.3.1.1.1		entubado				
5	1.3.1.1.2		salidas				
5	1.3.1.1.3		cableado				
5	1.3.1.1.4		tapas				
4	1.3.1.2		Tableros				
5	1.3.1.2.1		Instalacion				
5	1.3.1.2.2		cableado				
5	1.3.1.2.3		conexión				
4	1.3.1.3		Alimentadores				
5	1.3.1.3.1		Instalacion				
5	1.3.1.3.2		cableado				
5	1.3.1.3.3		conexión				
3	1.3.2	Sanitarias					
4	1.3.2.1		Agua				
5	1.3.2.1.1		Fria				
6	1.3.2.1.1.1		tuberias				
6	1.3.2.1.1.2		salidas				
6	1.3.2.1.1.3		montantes				
5	1.3.2.1.2		Caliente				
6	1.3.2.1.2.1		tuberias				
6	1.3.2.1.2.2		salidas				
6	1.3.2.1.2.3		montantes				
5	1.3.2.1.3		Contra-Incendio				
6	1.3.2.1.3.1		tuberias				
6	1.3.2.1.3.2		salidas				
6	1.3.2.1.3.3		montantes				
4	1.3.2.2		Desague				
5	1.3.2.2.1		tuberias				
5	1.3.2.2.2		salidas				
5	1.3.2.2.3		montantes				
4	1.3.2.3		Aparatos Sanitarios				
5	1.3.2.3.1		instalacion				
5	1.3.2.3.2		accesorios				
3	1.3.3	Electromecanicas					
4	1.3.3.1		Bombas				
5	1.3.3.1.1		Preparacion de area				
5	1.3.3.1.2		instalacion				
4	1.3.3.2		Ascensores				
5	1.3.3.2.1		Preparacion de area				
5	1.3.3.2.2		instalacion				

Figura N° 27.- Formato Diccionario y alcance de actividades del EDT
Fuente: Elaboración propia

del proyecto con sus responsables y especificaciones técnicas.

El Diccionario EDT, es una herramienta importante de control, seguimiento y monitoreo en Gerencia de Proyectos, y se amplía con datos de los elementos de una EDT (Ver Figura N°28). Es considerado en el PMBOK, y parte importante en la Planificación Lean.

Diccionario y alcances de Actividades del EDT- Parte II

Nivel	Cuenta	Control	Codigo EDT	Entregable	Fecha	Responsable
5	1.3		1.3.1.1.1	entubado		
Descripcion			Colocacion de tuberias electricas de acuerdo al plano IE-02, desde la ubicación de los tableros hasta salidas electricas, incluye picado de zonas donde exist albañileria, no incluye colocacion de caja galv.			
Criterios de Aceptacion			Diametro de la tuberia, 3 curvas entre salidas, uniones entre tuberias, no tendido horizontal por por albañileria, ni elementos de concreto. Si existiere fijacion estipulada en los planos de f°g°.			
Recursos Asignados			Tuberias Ø 3/4", Ø1/2", Ø1" pegamento PVC, curvas, uniones, conectores, 2cuadrillas de 1 operario, 1 ayudante, planos actualizados.			
Riesgos y Supuestos			demora en la compra de materiales falta de operario + ayudante electricista			
Duracion						
Hitos		dd/mm/aa	compra de materiales puesto en obra -almacen			
		dd/mm/aa	reunion look a head			
		dd/mm/aa	entrega de zonas de trabajo			
		dd/mm/aa	recepcion y revision de trabajos.			
Costo						
Dependencias			Despues de 1.1.3.2 Antes de 1.1.3.3. y 1.2.2.1			

Figura N° 28.- Diccionario y alcance de actividades del EDT Parte II- ampliación
Fuente: Elaboración propia

2.2.6.5 Conclusiones

I.- El WBS, establece una correlación de cada actividad con la meta final del proyecto, define e identifica el 100% del trabajo necesario para culminar el proyecto, reflejado en los entregables y paquetes de trabajo.

II.- Favorece el proceso de verificación del alcance del proyecto, el trabajo esté relacionado con la Matriz de roles y responsabilidades, (RAM), y la organización ejecutora (OBS)

III.- Permite estimar Costo y Tiempo del proyecto, y provee una estructura para organizar la información relacionada al avance.

IV.- Organiza el trabajo, el control y el avance de responsabilidades del proyecto, es la línea de base para el control de del proyecto, control Cambios, provee el marco referencial para el monitoreo en la ejecución, y para la comunicación entre los interesados.

V.- El EDT es una herramienta básica para la creación del Cronograma, de la curva la “S”, planificación de recursos, identificación de riesgos, control de calidad

VI.- Permite el seguimiento de riesgos en su identificación para implementar las respuestas y/o contingencias necesarias para disminuir

2.2.7 LDB. Línea de Balance

2.2.7.1 Antecedentes

En el grupo de herramientas de planificación desarrolladas, se encuentra el Método de la Línea de Balance, esta se plasmó como método en 1940 en Good-Year, para monitorear su producción, con los criterios del Flow Management, propuesto por Gilbert en 1922.

Luego de la aparición y aplicación de CPM, el PERT, y el EDT, la Línea de Balance, en la industria de la construcción se fortalece como herramienta complementaria con los trabajos documentados de:

- Lumsden 1968 Aplica en Programación de Viviendas
- Khisty 1970 LDB clásico Proceso de manufactura
- Carr y Meyer 1974 Hallar recursos durante el proceso.
- O’Brien 1975 Edificio 1
- O’Brien 1984 Edificio 2 Uso se programan mejor.
- Arditiy y Albulak 1986 Construcción de una carretera.

La Línea de Balance se consolida luego del planteamiento de la Teoría de Restricciones de E Goldratt, (1984), la publicación de la 1ª Guía PMBOK, (1987), y el EVM, o Earned Value Management o Valor Ganado (1989). A partir de esas fechas, la Línea de Balance es usada en programaciones de obras de construcción.

Humberto Loria en su publicación “Programación de Obras con la Técnica de la Línea de Balance” menciona:

En las últimas dos décadas (1990-2010) se han publicado los resultados de un gran número de proyectos de investigación, entre los que destacan los realizados por Arsditi y Albulak (1986), Aritiy y Psarros (1987); Arditiy et-al (1999), Ardity et al (2002); Hafez (2004); Harris Ioannou (1998); Jongeling y Olofsson (2007);); Kenley (2004); Lutz y Halping (1992); Lutz el Al (1994); Moselhi y El Rayes (1993); Naggebb y Johnson (2007), y Spencer y Lewis (2005), la gran mayoría de ellos basados en proyectos reales de construcción. (p.4).

2.2.7.2 Características de la Línea de Balance

El método de la línea de balance grafica el avance, considera una producción (línea) continua de varias unidades de la misma actividad; en el Gantt y en el PERT, las mismas actividades no son continuas, y el porcentaje de avance no se visualiza hasta que se obtenga analíticamente por cada actividad.

Una programación de una obra en diagrama de barras es como se muestra en la (Ver Figura N°29).

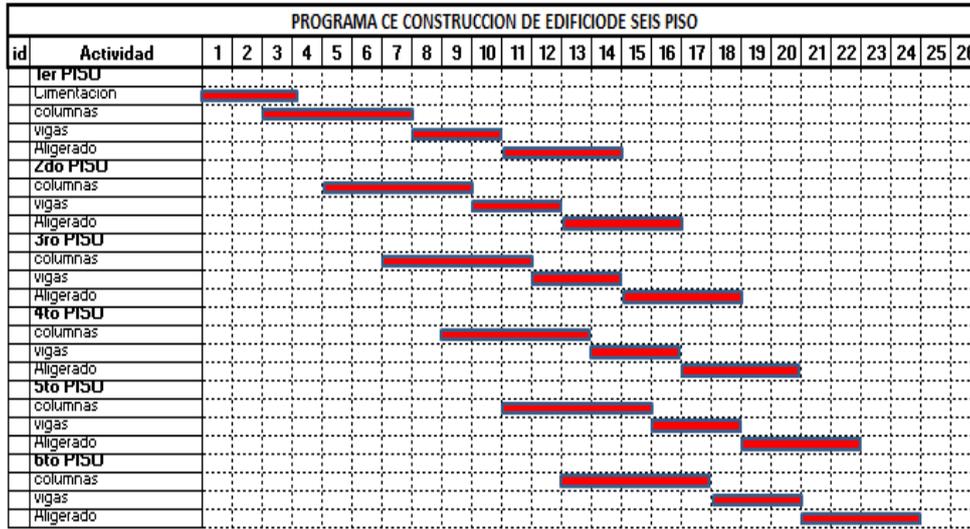


Figura N° 29.- Programa de Barras: Construcción Edificio “A” de CPM o PERT
Fuente: Elaboración propia

La misma Obra, se programa con la técnica de La línea de Balance, este se ve como la figura (Ver Figura N° 30).

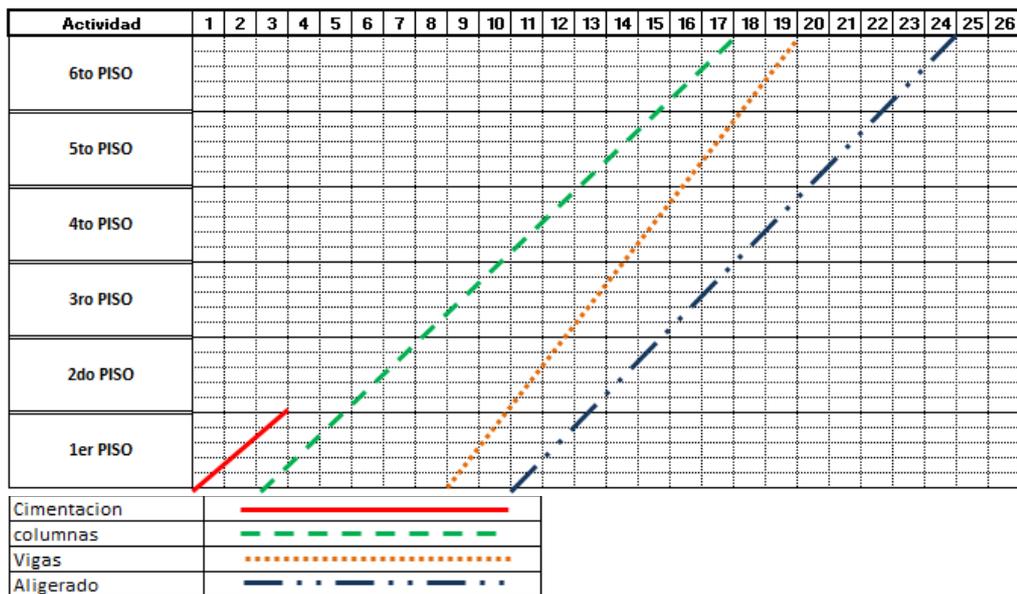


Figura N° 30.- Programa con Línea de Balance: Construcción Edificio “A”
Fuente: Elaboración propia

La LDB muestra el "ritmo" del avance de obra; en el eje X el tiempo, en el eje Y, los hitos físicos del proyecto, y las líneas muestran las actividades de manera continua de tal forma que se grafique el flujo de los trabajos para cumplir con lo programado.

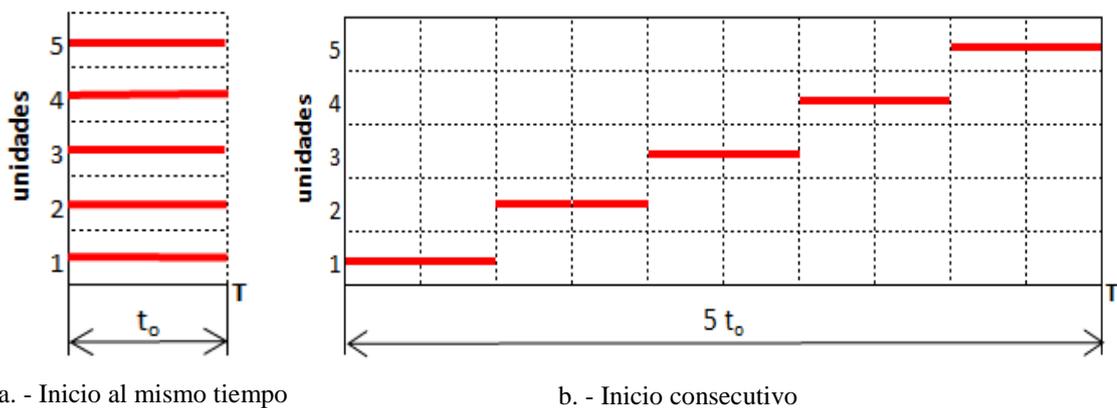
La LDB, facilita de manera gráfica el análisis para mantener un flujo continuo en la producción; y utiliza la Teoría de Restricciones, para optimizar la producción; de tal manera LDB es utilizada como soporte principal en la programación ajustada, fortalecida por la TOC.

El concepto básico de LDB, se muestra en el siguiente análisis:

Un proyecto de construcción constituido por cinco unidades iguales, y cada unidad tienen una duración t_0 , la duración del proyecto está en función de la relación de actividades y una planificación de provisión de recursos; con esos parámetros tiene tres opciones:

- Que las unidades se inicien al mismo tiempo, la duración mínima es t_0 , (Ver Figura N°31a).
- Que se programen las unidades una tras otra, apenas culmine una; el tiempo máximo será $5t_0$ (Ver Figura N°31b).
- Que se programen las actividades generales desfasadas, desarrollando un tren de actividades. (Ver Figura N°32).

La realidad y la experiencia señalan que es factible la opción c);



a. - Inicio al mismo tiempo

b. - Inicio consecutivo

Figura N° 31.- Programación grafica de Obra
Fuente: Elaboración propia

- En esta opción, las restricciones técnicas a resolver como: disponibilidad de suministros, materiales, de mano de obra, equipos, administrativas, financieras que harían imposible la construcción de todas las unidades.

- b) En este caso los interesados no aceptarían un proyecto prolongado debido a la demora en la recuperación financiera, y altos costos indirectos.

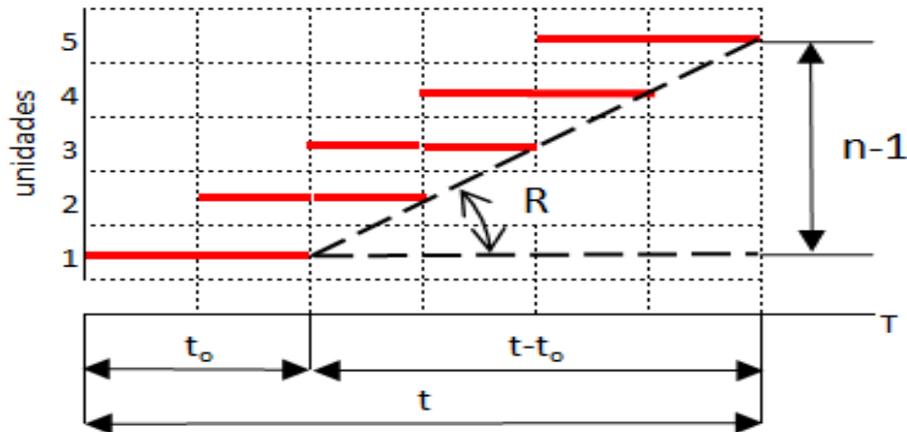


Figura N° 32.- Programación Línea de Balance – Ritmo de trabajo
Fuente: Elaboración propia

- c) La condición real de un proceso constructivo, es hacer uso de la sectorización o de frentes de trabajo, que permitan efectuar una programación con culminaciones parciales, y se inicien unidades; esto permitiría efectuar una programación de la siguiente forma (Ver Figura N°32).

En la Figura N° 32, se puede notar que el “ritmo” de trabajo o rendimiento del proyecto es la pendiente de la línea que une las culminaciones de la primera unidad hasta la última, esta relación será:

$$R = \frac{(n-1)}{t - t_0}$$

Habiendo determinado el ritmo de trabajo R, se deberá contar con todos los recursos necesarios para el cumplimiento de la programación, con la teoría de Restricciones, y el balanceo de recursos.

2.2.7.3 Procedimiento de análisis LDB Línea de Balance. -

Ejemplo: LDB DE UNA CONSTRUCCION PUENTE DE 10 TRAMOS

La aplicación de la LDB en este ejemplo, es la construcción de un puente de 10 tramos, con tres operaciones o actividades por tramo: columnas, vigas y losas, se coloca un buffer de 5 días, al finalizar una operación. Las relaciones de estas tres actividades se muestran en la red de actividades sin holguras (Ver Figura N°33); pero para prevenir demoras en cuanto al plazo para finalizar cada actividad y no comprometa el inicio de la actividad siguiente, colocamos una “holgura o espera condicionada” de 5 días, entre una actividad y otra, (Ver Figura N°34).

Se necesitan 18 días para las columnas; 5 días de buffers, 12 días para las vigas, 5 días de buffer y 10 días para losas por cada tramo. Cada Tramo debe ser entregado cada semana, considerar que se trabajan 5 días a la semana, resultando un total de 50 días, y sin holguras son 40 días.

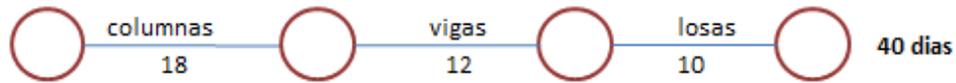


Figura N° 33.- Red de actividades sin holguras o buffers
Fuente: Elaboración propia

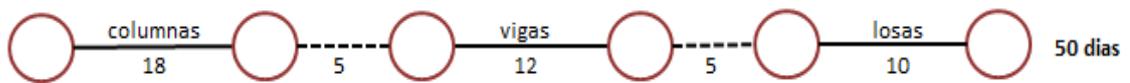


Figura N° 34.- Red de Actividades con holguras o buffers
Fuente: Elaboración propia

Condiciones ideales por fecha de metas

Este caso condiciona la entrega de cada tramo por semanas, para cumplir estas metas, se deben contar con las cuadrillas que el flujo requiere.

El grafico de flujo sirve para planificar el desarrollo y entrega del primer tramo que será a los 50 días; de acuerdo a las condiciones establecidas. El segundo tramo deberá entregarse al día 55 días, el tercer tramo a los 60 días, así sucesivamente. De esta forma, la obra durara 95 días, o 19 semanas. (Ver Figura N° 35)

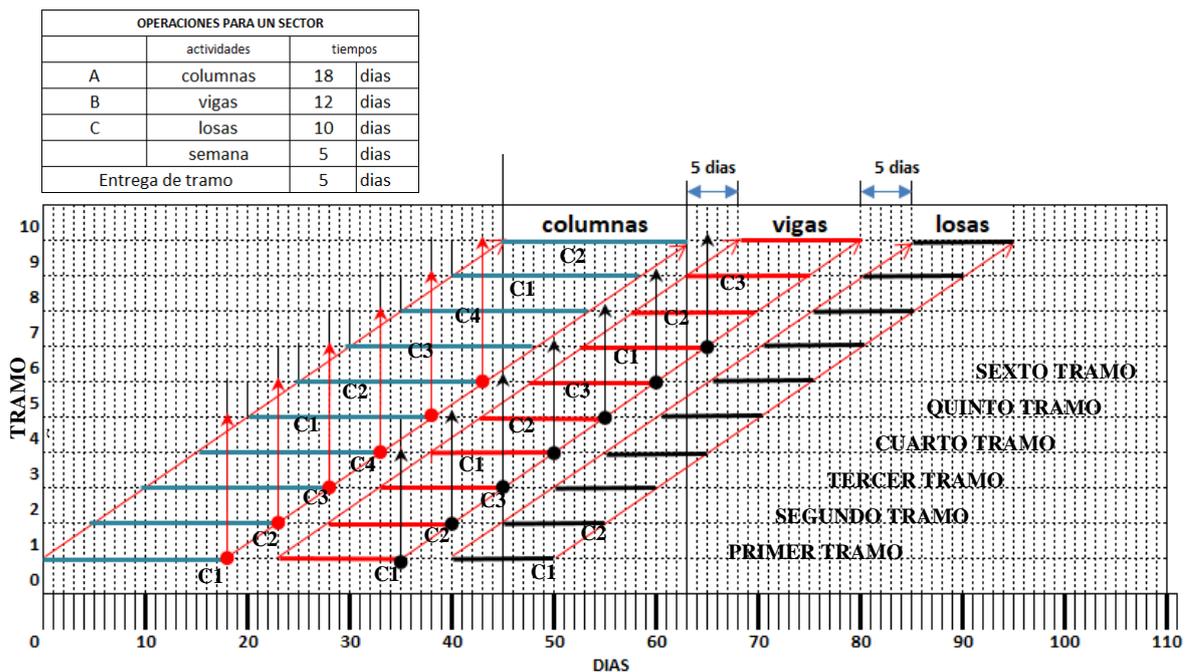


Figura N° 35.- Flujo continuo de actividades de la obra
Fuente: Elaboración propia

Al efectuar el primer análisis de distribución de recursos/tiempo, en el flujo de la Figura N°35, observamos que:

1.- En las actividades de “columnas”, la cuadrilla C1, termina su actividad el día 18, estará inactiva 2 días para iniciar la actividad del tramo 5, día 20; ésta programación utilizará 4 cuadrillas, y 12 días (96 horas) inactivos de trabajo.

2.- En las actividades de las “vigas”, se requieren 3 cuadrillas y 21 días (168 horas) inactivos de trabajo.

Por ejemplo:

- la cuadrilla C1, del primer tramo, culmina a los 35 días e ingresa al cuarto tramo luego de espera de 2 días.

3.- En las actividades de las “losas”, se requieren 2 cuadrillas no tiene días inactivos de trabajo.

Se concluye que con esta programación, rendimiento y recursos el tiempo de la obra será de 95 días, 9 cuadrillas en total y 33 días de inactividad.

Este resultado deberá ser comparado con variantes de programación con lo que denominamos “balanceo de cargas”, deberá efectuarse para definir el proceso de control de las líneas de trabajo

Con condiciones de restricción.

Caso 1.- La actividad de “Vigas”, solo cuentan con dos cuadrillas, las columnas y losas mantienen su ritmo “R”. (Ver Figura N°36), y observamos que:

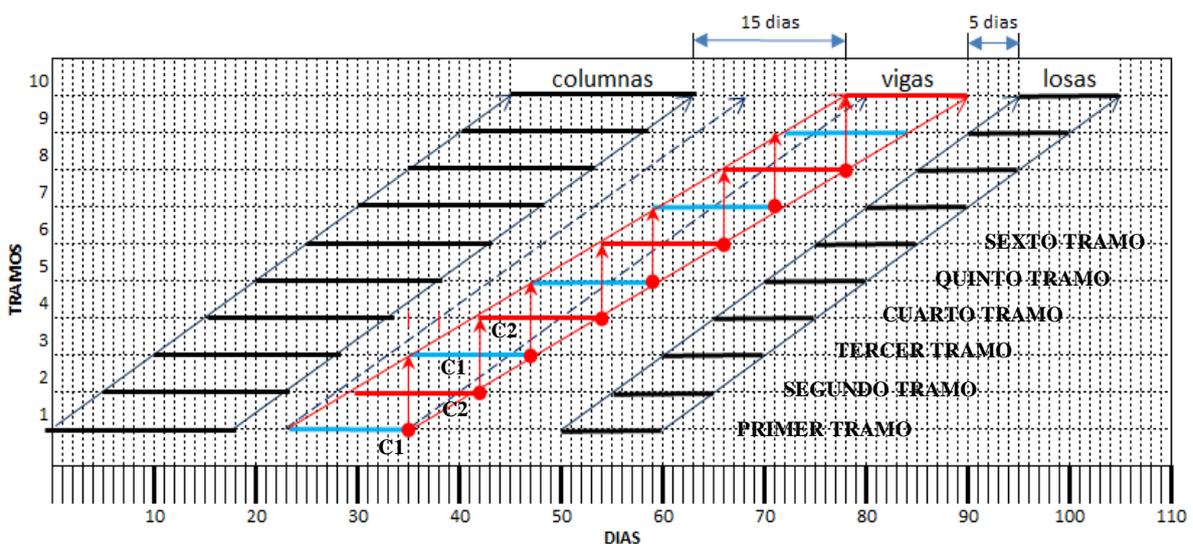


Figura N° 36.- Flujo continuo anulando esperas de inicio.
Fuente: Elaboración

1.- Las Actividades de las “columnas” y “losas” mantienen su ritmo de trabajo, sin restricciones.

2.- Las actividades de la serie “vigas”, como solo disponen de 2 cuadrillas (C1 y C2), estas determinan la pendiente o “R” (ritmo de trabajo). Se trabajó buscando la continuidad de las cuadrillas, sin desperdicios de tiempo, y resolviendo las restricciones para este caso.

Se observa también que el nuevo ritmo de las actividades de “vigas”, “empuja” el inicio de la actividad del tramo 10, del día 63 al día 78, el buffer de 5 días (entre columnas y vigas) pasa a 15 días, más la duración de “vigas”, (12 días), llegamos culminando “vigas” el día 90.

El tramo 10 culmina más 5 días de buffer, más 10 días de duración de “losas” Se concluye que en esta opción la programación es de 105 días, 8 cuadrillas y 12 días no productivos (NP). al final de los trabajos en 105 días.

- **Con condiciones de flujo continuo.**

Caso 2.- El programa considera que las cuadrillas culminan sus actividades, al día siguiente inician otro frente de trabajo o tramo, y desaparecen las esperas. (Ver Figura N°37); este análisis busca anular las esperas en todas las cuadrillas.

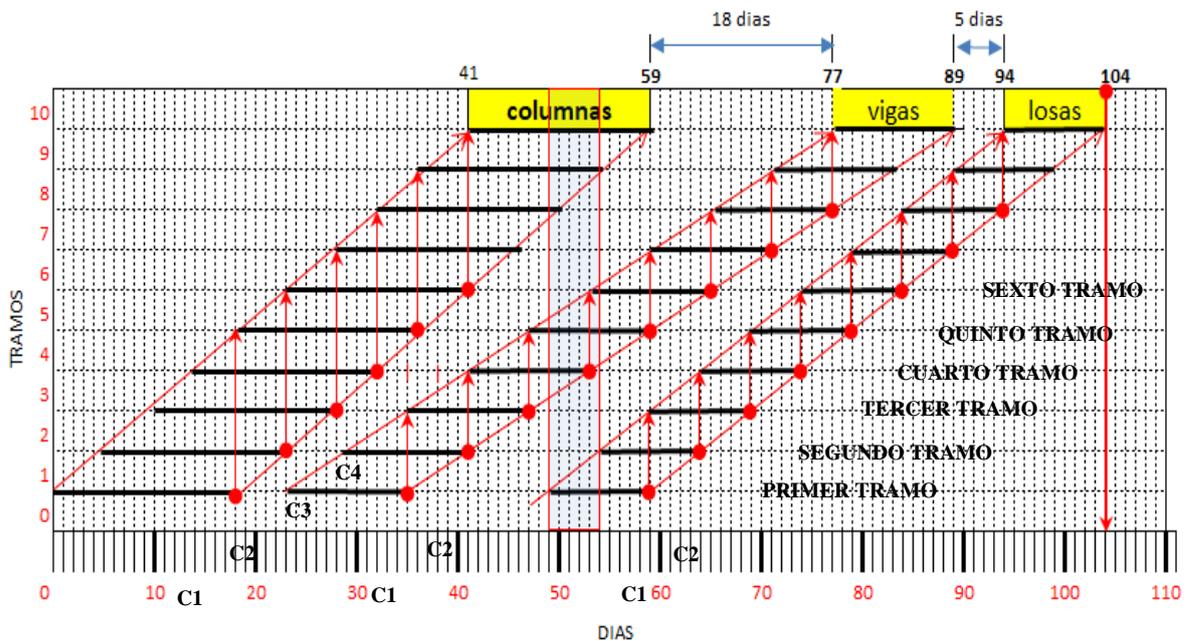


Figura N° 37.- Flujo continuo de actividades sin esperas
Fuente: Elaboración propia

Con esta LDB, se anula las esperas en todas las actividades, se usan 8 cuadrillas y los trabajos se terminan en 104 días. Son tres opciones con diferentes costos, y servirán para determinar el más conveniente.

Elegida la programación se deberán resolver todas las restricciones que y se aplicara la Teoría de Restricciones (TOC) en todos sus aspectos para el cumplimiento de las metas.

2.2.7.4 Conclusiones

- i. Las Líneas de Balance LDB, se han transformado en una herramienta de alto valor en la construcción, como una forma de planificar y controlar el Flow Management, El Cuello de Botella, resolviendo las restricciones. De acuerdo a TOC.
- ii. La LDB, es utiliza como eje central los conceptos de productividad como
- iii. son: personal o cuadrillas, rendimientos, el Flow management o gestión del flujo, que se orienta a para obtener las metas parciales y finales de un proyecto.
- iv. La LDB permite manejar y ubicar en el tiempo el desempeño de las cuadrillas, y se obtienen diversos escenarios, con costos diferentes, que le dan a los interesados o stakeholders, elegir la ruta de la obra en función de costo, y tiempo.
- v. La LDB, tiene en su grafico el control físico de los avances, el curso de las tareas, y el incremento o disminución de recursos para modificar el ritmo de las actividades y tener las respuestas inmediatas para las pérdidas de horas hombre, y/o costos de obra.
- vi. La Línea de Balance es una herramienta de planificación y control que se ajusta a los requerimientos de gestión del Lean, por su velocidad de responder al análisis de una producción ajustada.

2.2.8 Teoría de las Restricciones TOC

2.2.8.1 Antecedentes

La teoría de las restricciones o teoría de las limitaciones TOC (Theory Of Constraints), aparece en 1980 con Elihayou Goldartt, el objetivo es profundizar la productividad de un proceso con un método de dirección y control; en 1984 oficializa la teoría de las restricciones con su obra La Meta, luego con el muestreo de aplicaciones, publica en 1997 Critical Chain o método de la Cadena crítica.

La teoría de restricciones ha utilizado en su formulación herramientas efectuadas por otros investigadores en este campo, como la teoría de la línea de espera o teoría de las colas Agnes Kraup (1909), teoría del costo directo Hans & Harrison. (1934); Teoría de la simulación, la Teoría de Segregación o transferencia efectiva, y la teoría de contabilidad denominada Throughput.

- **Método Cartesiano o Paradigma Cartesiano.** -

Un proceso o sistema tiene su máximo rendimiento cuando todos sus sub-procesos o recursos funcionan al máximo., suposición de que el máximo rendimiento del sistema se obtiene cuando todos funcionan al máximo. Considera medir cada sub-proceso o recurso en función de lo que es mejor para el proceso (Ver Figura N°38).

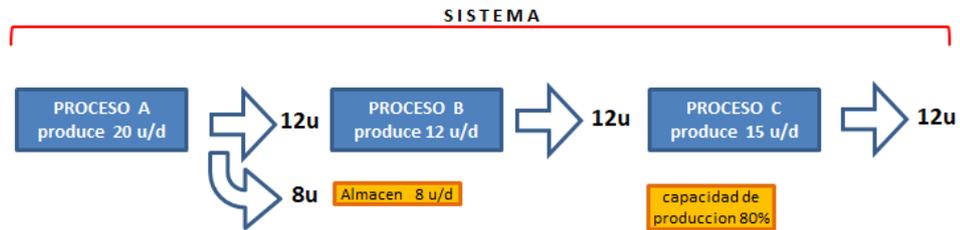
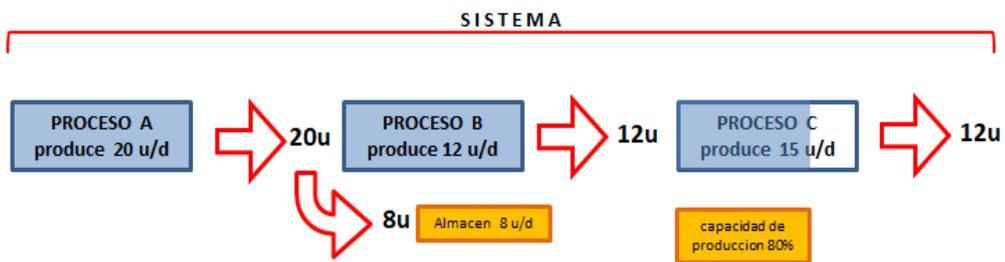


Figura N° 38.- Proceso sin análisis de procesos de producción

Fuente: Elaboración propia

- **Método Sistémico o Paradigma Sistémico**

Un proceso tiene restricciones y su máximo rendimiento ocurre cuando se optimiza el sub-proceso o recurso de menor capacidad, denominado “cuello de botella” (CB), este siempre existe y la evaluación es sistemática. (Ver Figura N°39).



PROCESO	PRODUCCION MAXIMA	
A	20 unidades por dia	ProcesoA , entrega 20unidades, al ProcesoB , que solo pueden producir 12 unidades y 8 unidades debo estacionarlas en almacen; las 12 unidades ingresan a un Proceso C , que pudiendo trabajar con 15 unidades solamente lo hace con 12 unidades entregadas, finalizando la producción con 12 unidades
B	12 unidades por dia	
C	15 unidades por dia	

Figura N° 39.- Proceso con restricciones.

Fuente: Elaboración propia

La Teoría de las restricciones, y su persistente mejora continua, permite precisar el método de aplicación de la TOC con el CCPM.

2.2.8.2 Características de la Teoría de las Restricciones

El eje fundamental del desarrollo de un proceso es la velocidad en conseguir su objetivo, y hacia ese objetivo esta su método de productividad que está formado por 5 pasos:

Cinco Pasos de Focalización. -



1	IDENTIFICAR RESTRICCION	Deteccion del cuello de botella
2	EXPLOTAR LA RESTRICCION	Garantizar y afinar la restriccion
3	SUBORDINAR A LA RESTRICCION	Ajustar el resto de los procesos al cuello de botella
4	ELEVAR LA RESTRICCION	Resolver las limitaciones del cuello de botella
5	IDENTIFICAR RESTRICCION	Deteccion del nuevo cuello de botella

Para aplicar en obra este método, se definen los procesos y metas con actividades dependientes entre si y que pertenecen a determinado hito (producto terminado), por ejemplo:

- Movimiento de tierras
- Concreto armado Cimentación,
- Concreto armado de elementos verticales
- Concreto armado de elementos horizontales

Estos flujos de actividades generalmente pertenecen a la ruta crítica de una y son eje central de los trabajos en obra. Teniendo en cuenta que cada proyecto tiene sus propias características, este ejemplo no pretende ser “el proceso”, sino mostrar la aplicación del flujo de actividades de manera simple.

2.2.8.3 Aplicación de la Teoría de las Restricciones TOC

La TOC tiene un método de aplicación denominado CCPM, este proceso tiene la característica de efectuar una mejora en los procesos de manera integral; su objetivo no solo es cumplir con el tiempo programado, sino revisar sistemáticamente e iterar en la búsqueda de la mejora del proceso, hablamos de la “mejora continua”.

Este método está desarrollado en los 5 pasos de focalización del TOC

Los 5 pasos de Focalización

PASO 1.- Identificar la Restricción

En el sistema mostrado en la Fig. 38, el estatus de producción tiene perdidas de carácter financiero; entre el Proceso A y Proceso B 8 unidades recibidas dejan la línea de producción al quedar como inventario o stock; el Proceso C funciona al 80% en lugar de procesar 15 unidades hace solamente 12 unidades.

Se identifica el “cuello de botella” (CB): cuya capacidad es menor que la demanda del Proceso B; y condiciona la producción del Proceso C, (Ver Figura N°. 40).

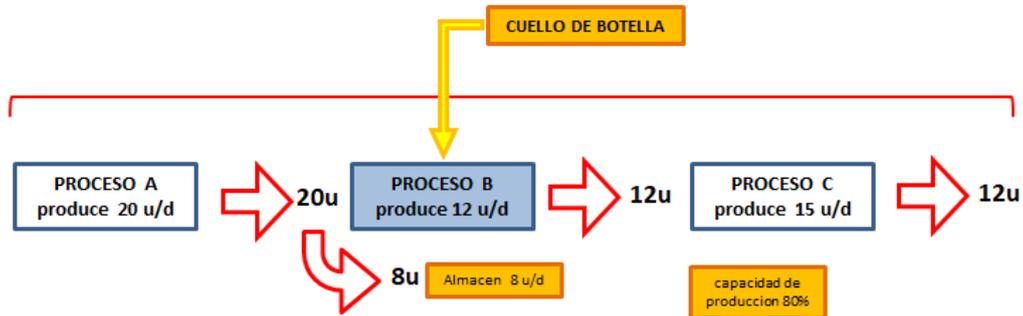


Figura N° 40.- Proceso identificando el Cuello de Botella. (CB¹)
Fuente: Elaboración propia

En Construcción existen procesos con sus respectivos sub-procesos, que se denominan frentes de trabajo. Cada proceso tiene su antecesor y su entrega, aplicaremos el primer paso de la TOC en cada proceso o cada meta de tal forma que se observe recursos ociosos.

PASO 2.- Explotar la Restricción

Identificado el “cuello de botella CB, se asegura la producción al 100%, del CB, ya que determina el ritmo de producción, se mejora la calidad de sus recursos, que los materiales estén oportunos, la mano de obra afianzar el rendimiento, disminuir los productos defectuosos, y los equipos deben estar operativos, poner atención en las restricciones y limitaciones que evitarían no cumplir con el 100% de su capacidad. Incluyendo la disminución de los lotes de transferencia. (Ver Figura N° 41).

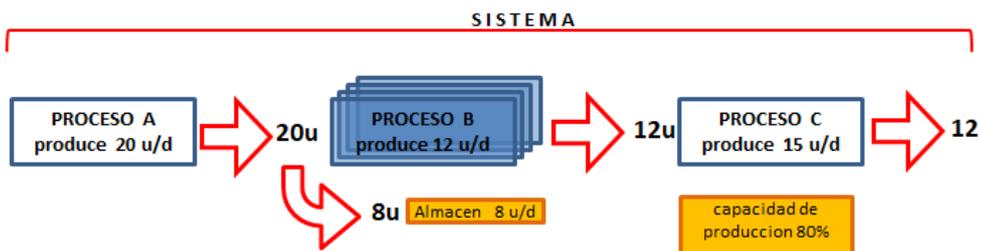


Figura N° 41.- Asegurando producción del CB¹ al máximo.
Fuente: Elaboración propia

En construcción, este paso se aplica solamente a la actividad CB teniendo los materiales oportunamente para desarrollar la actividad, en mano de obra, control y mejoramiento de los rendimientos, los equipos deben garantizar su funcionamiento sin fallas.

PASO 3.- Subordinar al Proceso con Restricción

Todo el sistema se somete al ritmo del cuello de botella; si el Proceso B solamente produce 12 unidades, ajustar la producción en A, a 12 unidades, (Ver Figura N° 42).

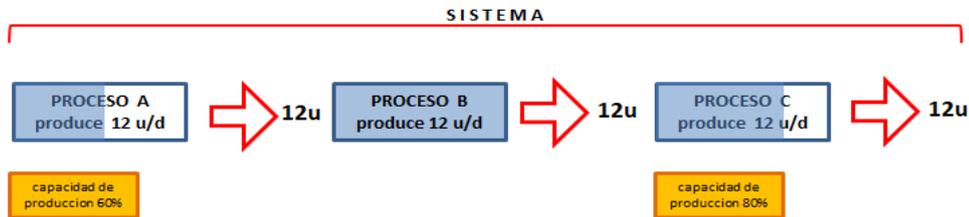


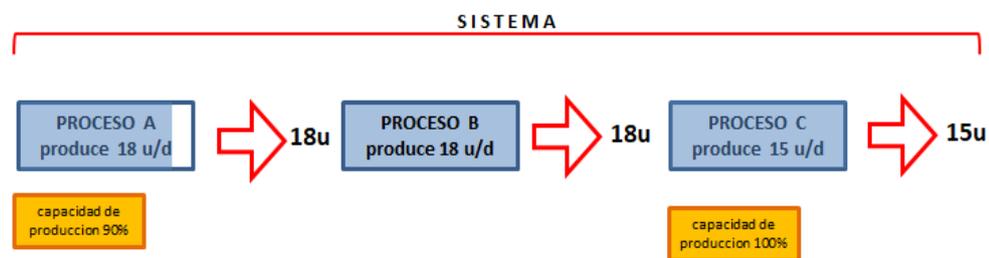
Figura N° 42.- El CB¹ condiciona producción, Costo neto
Fuente: Elaboración propia

reducir su capacidad al 60%; financieramente la productividad es mayor, pues no hay gasto sin retorno.

En construcción evitar la acumulación de actividades paralizadas donde se ha invertido recursos sin continúa la cadena de productividad, como es el caso del encofrado de techo, siempre existirá un área de encofrado aligerado que tendrá horas ociosas si no se toma en consideración los lotes de transferencia y los trenes de actividades para mantener el flujo continuo.

PASO 4.- Elevar y/o Levantar al proceso, de la Restricción

Luego de sincronizar el funcionamiento del sistema para evitar existencia de inventario, y uso menor de la capacidad de producción de estaciones de trabajo, conviene superar las condiciones impuestas por la restricción, como subir la producción de la estación B, debido a que puede recibir hasta 20u de la estación A; aumentando equipos, o mano de obra, de tal forma que llegamos a un sistema diferente. (Ver Figura N° 43).



PROCESO	PRODUCCION MAXIMA	
A	20 unidades por día	ProcesoA, entrega 20unidades, al ProcesoB, aumenta a 18 unidades, no produce inventario; las 18 unidades ingresan a un Proceso C, que solos trabajar 15 unidades,origina inventario de 3unidades, finalizando la producción con 18 unidades
B	18 unidades por día	
C	15 unidades por día	

Figura N° 43.- Elevando producción del proceso CB¹
Fuente: Elaboración propia

En construcción se evalúa el rendimiento de cada estación de trabajo y de las metas cumplidas respecto a la programación de manera porcentual a nivel general y luego por actividad de manera puntual y se plantea la mejora.

PASO 5.- Identificar la Restricción

Luego de superar la restricción de la estación B, y mejorado su producción, en el nuevo proceso tenemos restricción en la estación C que crea inventario y reduce las capacidades de trabajo en la estación A. (Ver Figura N° 44), regresamos al Paso 1, se identifica la nueva restricción, e iniciamos nuevamente el procedimiento los 5 Pasos de Focalización.

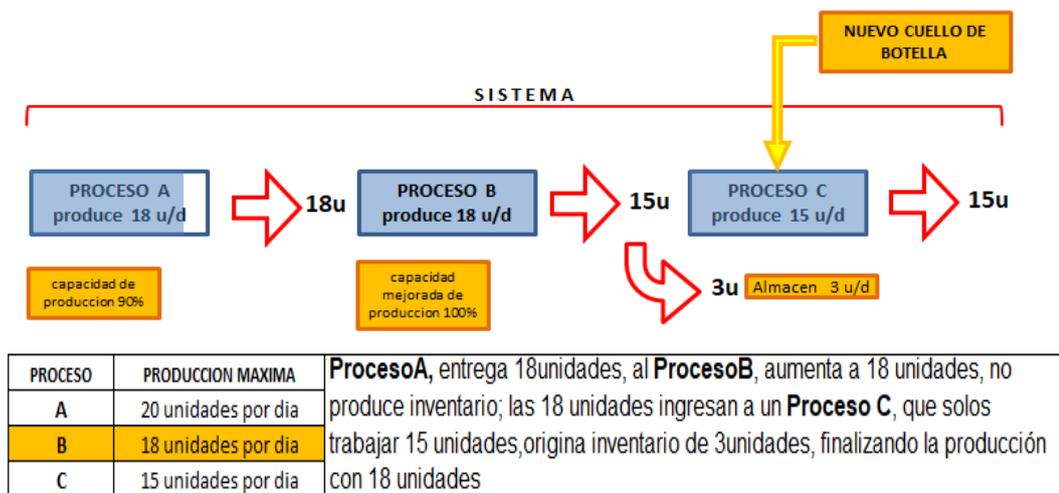


Figura N° 44.- Identificando CB² e iniciando nuevamente el TOC.

Fuente: Elaboración propia

Se efectúa nuevamente el proceso desde el paso 1, en un proceso de Mejora Continua, en la que habrá una búsqueda sistemática de optimización en los procesos de producción que se apliquen.

2.2.8.4 Cadena Crítica - CCPM

El CCPM (Critical Chain Project Management) es un método de gestión de obra, que se basa en el análisis de la teoría de las restricciones, en la etapa de planificación. Una de las razones de la aparición de la CCPM, puntualizando sus logros en los siguientes objetivos:

- Entrega dentro del plazo
- Ahorro de recursos
- Minimización del riesgo

En un proyecto u obra una demora en la entrega significa pérdida en utilidades, e imagen empresarial, la gerencia de obra debe localizar todas las restricciones posibles

Los recursos no son independientes, sino que pertenecen a una cadena de eslabones interdependientes que trabajan con el propósito central de hacer dinero. Es claro que el eslabón más débil determina la resistencia de la cadena. Solo unos pocos recursos críticos determinan el desempeño de un proyecto, una organización o una planta industrial.” (Critical Chain 1997 E.M.Goldratt).

Todo proyecto debe trabajar solo en lo que sea necesario para alcanzar los requerimientos del mercado, no los que se requiere para mantener a los trabajadores y a las maquinas ocupadas (no buscando la utilización plena de la capacidad instalada, Miranda, J (2007), Recuperado de /iaap.wordpress.com)

2.2.8.5 El método de la Cadena Crítica

Las secuencias de actividades que tienen una meta parcial dentro de un proceso, forman una cadena. En este ejemplo el Plan Maestro (Ms Project) indica hito de inicio e Hito final y su duración es de 6 días.

1.- Estado de la obra: Se ha culminado la cimentación con el vaciado de concreto de zapatas, se planea vaciar el primer techo, y el compromiso con el cliente es efectuar el vaciado del techo en 6 días.

2.- Se efectúa de manera preliminar una relación de actividades necesarias para llenar el primer techo. (Ver Figura N°45).

ACTIVIDADES	
1	Acero de verticales
2	Encofrado de verticales
3	Concreto de verticales
4	Desencofrado de verticales
5	Encofrado de fondo y costado de vigas
6	Acero de vigas
7	Colocación de viguetas pretensadas
8	Colocación de casetones
9	Colocación de instalaciones eléctricas y sanitarias
10	Concreto y acabado de losa

Figura N° 45.- actividades Concreto: -columnas–placas–Vigas-Losa aligerada
Fuente: Elaboración propia

1. Drump (tambor). -

Esta cadena tiene una programación en tiempo comprometida, y cada recurso o estación de trabajo posee restricciones, una de ellas es el más crítica, y marca la velocidad del flujo de producción (Ver Figura N°46),

ACTIVIDADES		TREN DE ACTIVIDADES					
		DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
1	Acero de verticales	A1					
2	Encofrado de verticales		A1				
3	Concreto de verticales		A1				
4	Desencofrado de verticales			A1			
5	Encofrado de fondo y costado de vigas			A1			
6	Acero de vigas			A1			
7	Colocación de viguetas pretensadas				A1		
8	Colocación de casetones				A1		
9	Colocación de inst. eléctricas y sanitarias				A1		
10	Concreto y acabado de losa					A1	

Figura N° 46.- Encargo de tareas a cada estación de trabajo

Fuente: Elaboración propia

En la secuencia se resuelven las restricciones en las actividades para cada día, el flujo continuo está garantizado con las cuadrillas programadas.

2.- Buffer (amortiguador). -

El Buffer o amortiguador es una herramienta que permite reforzar la continuidad del flujo de trabajo, gestión de demoras e incertidumbres; al tener a estos eventos indeseados “programados”; se disminuye el riesgo de demora del proyecto. Por ejemplo:

En el cuadro de Figura N° 46, tenemos 5 días programados en un Sector, el A.

- día 1, actividades 1,
- día 2, actividades 2 y 3;
- día 3, actividades 4 y 5 y 6
- día 4 actividades 7, 8 y 9
- día 5 actividad 9

- a. Incrementamos la capacidad de producción de la actividad 1 lo que permite pasar las actividades 2 y 3 al día 1.
- b. Las actividades 4, 5, y 6 las “jalamos” al día 2, aceleramos la capacidad de las actividades 5 y 6
- c. Las actividades 7, 8, y 9, las pasamos al día 3; y la actividad 10 la pasamos al día 4.
- d. Logramos así un amortiguador (buffer) el día 5 al día 6, tenemos un amortiguador de dos días (Ver Figura N° 47).

3.-Tipos de buffer o amortiguadores.- Los amortiguadores se ubican en puntos estratégicos al final de las actividades y pueden colocarse hasta tres tipos de buffers en un proyecto, de acuerdo al criterio del equipo planificador.



Figura N° 47.- Creación del buffer en la cadena

Fuente: Elaboración propia

- Amortiguador de proyecto (Project Buffer). - protege la duración del proyecto en conjunto, en cuanto a los contratiempos que puedan surgir, derivados de alguna cadena crítica. Generalmente es la suma de los buffers de las cadenas críticas.
- Amortiguador de alimentación (feeding buffer).- protege la cadena crítica ante la incertidumbre que genera la conexión con otras cadenas no críticas del proyecto.
- Amortiguador de recursos (resource buffer).- tarea virtual insertada antes de las actividades de la cadena crítica cuando requieres de recursos de importancia o cuando se plantea que una secuencia de actividades no compliquen la cadena crítica principal del proyecto.

3.- Rope (Cuerda). -

Es el tiempo de preparación de todos los recursos (materiales, mano de obra, equipos) y ejecución de todas las operaciones anteriores al Tambor (Drum), más el tiempo del amortiguador llamado longitud de cuerda.

La gerencia de equipo debe controlar la disponibilidad de los recursos de acuerdo a la velocidad del proceso determinado por el tambor.

2.2.8.6 Conclusiones

- I. La TOC y la CCPM, son herramientas base de la producción ajustada y de los nuevos métodos aplicados en la gestión de una obra.
- II. Precisa el objetivo fundamental de un proceso productivo, obtener márgenes de ganancia de manera sostenida.

- III. Gestión de todo lo que evite la marcha óptima de un proceso, las llama restricciones y desarrolla métodos de gestión para eliminarlas.
- IV. La TOC se resume en:
 - 1. Identificar. - Las restricciones de un proceso
 - 2. Explotar. - Soluciona las restricciones y optimiza la estación de trabajo del proceso.
 - 3. Subordinar. - Ajusta el ritmo o velocidad del proceso para evitar falsas inversiones de recursos y volverlo productivo.
 - 4. Elevar. - Mejora productiva del cuello de botella en su capacidad.
 - 5. Volver al paso 1.-
- V. Con la aplicación de DBR (Tambor-Amortiguador-Cuerda) los tiempos de entrega y costos se reducen. La colocación de amortiguadores permite mayor confiabilidad en las fechas de terminación.
- VI. Utilizar TOC aplicando los fundamentos de Critical Chain o CCPM para la gestión de obra hace que las respuestas estén basadas en hechos cuantificables. Se detecta el eslabón más débil de la cadena productiva y se fortalece el uso de la mejora continua.
- VII. Vuelve prioritarias las actividades críticas, utilizando los amortiguadores con mayor efectividad y evitando la multitarea, mejorando la eficacia y concentración.
- VIII. Define el objetivo último del equipo de gestión; trabaja en forma conjunta con los miembros claves del equipo, incluyendo a los proveedores; detalla la planificación en base a tareas tangibles.

2.2.9 Tren de Trabajo y Sectorización

2.2.9.1 Antecedentes

Al estudio del flujo en los procesos de producción, se unieron experiencias ocurridas en los procesos industriales exigidos para cumplir las demandas del mercado. Todo eso ocurrió en el siglo XVII y XVIII, la industria tenía un desarrollo supeditado a la competencia y demanda de mercado. La producción en serie ya se utilizaba en el siglo XVIII, el “Modelo T” de Ford resulto de la innovación en el desarrollo industrial con criterios productividad, en la industria Lasala (2003) menciona:

La producción en serie no fue inventada por Henry Ford. En 1798 Eli Whitney introdujo la producción normalizada de mosquetes, y las fábricas de carne de Chicago habían introducido cadenas de producción en la década de 1860. En

1902, el automóvil Oldsmobile ya se fabricaba en serie. A partir de 1908, cuando se introdujo el modelo de Ford, Henry Ford empezó a combinar esos factores y reunió las enseñanzas de un siglo de forma espectacular. Entre 1913 y 1915 en la fábrica de Ford de Highland Park se combinaron la producción normalizada de piezas de precisión e intercambiables, y la fabricación en cadenas de montaje, que simplificaba las operaciones y las dividía en zonas de trabajo. La eficacia de la producción era tal que los precios de los automóviles bajaron sin cesar. Los automóviles salían de la cadena de montaje cada 10 segundos, con un ritmo anual de 2 millones. (p. 6).

La productividad fue motivo sustancial de los cambios en los procesos de producción en el siglo XVIII, la productividad genera innovación y nuevas propuestas en métodos y tecnológicas en procesos de construcción.

Principios que influyeron en los trabajos en serie

En esa época la industria automotriz movió recursos humanos en todos los niveles, el sector académico participaba en busca de mejoras e innovaciones en el sector productivo, de métodos, y prácticas que aumentaran la productividad, con la cantidad en mejoras en costos y en la innovación tecnológica que ofertara nuevos productos.

Charles Babbage, Investigador británico, (1832), además de ser uno de los precursores de la teoría científica de la administración; desarrolló los principios base de la división del trabajo, extendió y mejoró las ideas de Adam Smith (1776) anotando las virtudes de la especialización en el trabajo. Fue uno de los predecesores de las teorías administrativas con la que Taylor construyó sus tesis, en la conclusión de sus investigaciones estas son las más importantes:

1. La Tarea es tanto más difícil cuantos más procesos incluya.
2. Reduce el gasto de material cuando los obreros reducen su atención en una tarea.
3. Elimina el tiempo utilizado en cambiar una tarea a otra.
4. La calidad mejora ya que la repetición conduce a mayor rapidez y excelencia.
5. Estimula la innovación ahorradora de la tarea, el obrero se especializa y se vuelve experto y está inclinado a encontrar o crear una herramienta o proceso que mejore su trabajo.
6. Facilidad de control; las habilidades y capacidades físicas pueden ser puestas a prueba fácilmente para cada sub-tarea.

2.2.9.2 Tren de Actividades

Es una herramienta de Gestión de Obra, conocido como Método Rítmico o Programación rítmica, y es aplicado para mejorar, optimizar procesos que impacten en tiempo y costo; se caracteriza por:

- a) Reducir la variabilidad con el tratamiento de la estación de tareas y la transferencia de cargas de trabajo.
- b) Se divide el trabajo en partes similares, en cantidades y tareas, de tal manera que los lotes de transferencia son mínimos.
- c) Optimiza tiempo, costo y calidad con tareas repetitivas y secuenciales, de tal forma que las cuadrillas están preparadas y especializadas para efectuar las mismas tareas, en cantidades similares.

Objetivos del Tren de Actividades - Programación

El Tren de Actividades en el desarrollo de una programación, tiene como objetivo

1. Obtener un flujo continuo en el proceso de producción constante;
2. utiliza la LDB con grafica de su operación.
3. Secuenciar las tareas a un “ritmo” óptimo y continuo, evitando demoras o cruces de tareas.
4. Resolver las restricciones de cada estación de trabajo, en todos los recursos: materiales equipos, cuadrillas de trabajo.
5. Estandarizar tareas, disminuir lote de trabajo de cada actividad.
6. Obtener las estaciones balanceadas en capacidad y demanda.
7. Aplicar el método de la Cadena Critica en un sistema balanceado.

2.2.9.3 Sectorización del Tren de Actividades

La sectorización es el primer paso para generar un tren de actividades, y se sustenta en todos los temas tratados en este estudio.

- a) Partiendo del metrado general, se estructuran las cadenas de producción de los procesos internos.
- b) Se listan las actividades necesarias de manera secuencial, para obtener el producto en cada proceso, considerando incluir los buffers.
- c) Estructuradas la cadena principal y las secundarias, dividir las tareas (del metrado general); en sectores con volumen de trabajo similar.
- d) Las tareas de cada sector, se realizarán en jornada de 8 horas, lo que elimina el

Sábado en las programaciones, la productividad semanal pasa a cinco días.

- e) Dimensionar recursos, y Restricciones, para resolverlas en función del cronograma de trabajo.
- f) Luego de realizar las actividades anteriores, se desarrolla el balanceo de cargas, o balancear los metrados de cada sector.

2.2.9.4 Características del Tren de Actividades

1. Todos los procesos son cuellos de botella, todas las actividades son ruta crítica (no existen holguras).
2. La cantidad de trabajo Q que ejecuta cada cuadrilla en las estaciones, es la misma o similar. La cantidad de recursos es constante.
3. La capacidad de cada estación esta balanceada y diseñada para la cantidad de trabajo Q, y se debe efectuar en una jornada de 8 horas, el rendimiento de cada jornada es de 9.5 horas de producción.
4. Generar un Tren de actividades para Sectorizar:
 - Listar actividades,
 - Secuenciar actividades
 - Dimensionar recursos.
5. Establecer la ruta crítica.

2.2.9.5 Ejemplo de tren de Actividades y sectorización

Proyecto: La Floresta –Breña

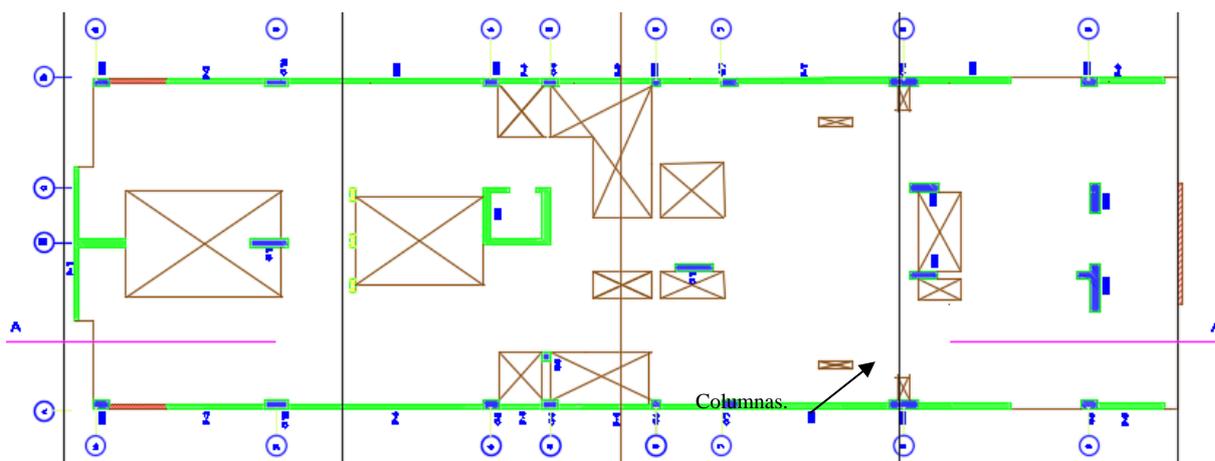
Se muestra la aplicación del Tren de actividades y sectorización, en los trabajos de concreto armado de tres niveles; desde el primer nivel con los elementos verticales (Columnas, muros de concreto), elementos horizontales (vigas, losas macizas y losas aligeradas), Por razones de sectorización y tareas similares se programó la cimentación con un tren aparte.

Se desea programar con el método de tren de actividades todas las obras de concreto armado, Cimentación, Elementos verticales y elementos horizontales hasta el tercer nivel.

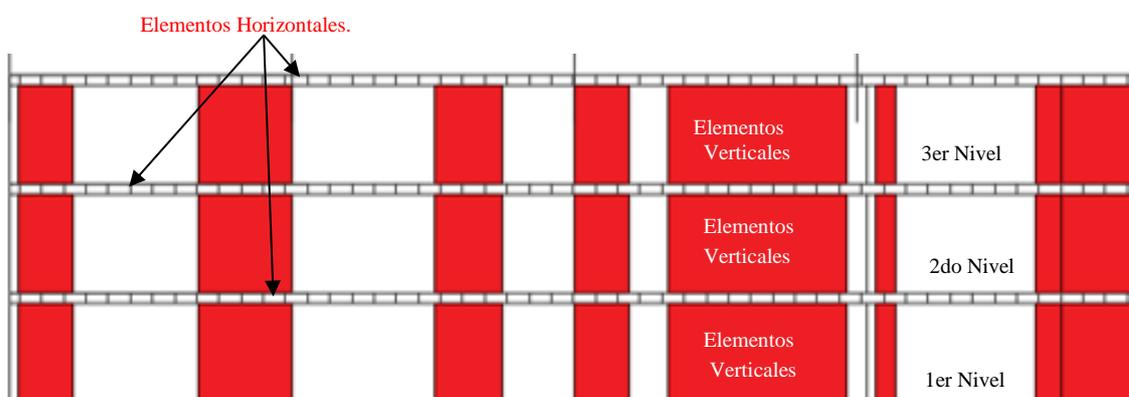
Se tiene una planta típica de tres niveles (Ver Figura N°48)

- a) Planta Primer nivel. - Se muestran elementos verticales (Ver Figura N°48-a).
- b) Elevación Corte A-A.- Elementos verticales y horizontales (Ver Figura N°48 b).
- c) Planta típica Aligerado. - Límites de las sectorizaciones. (Ver Figura N°48 c).

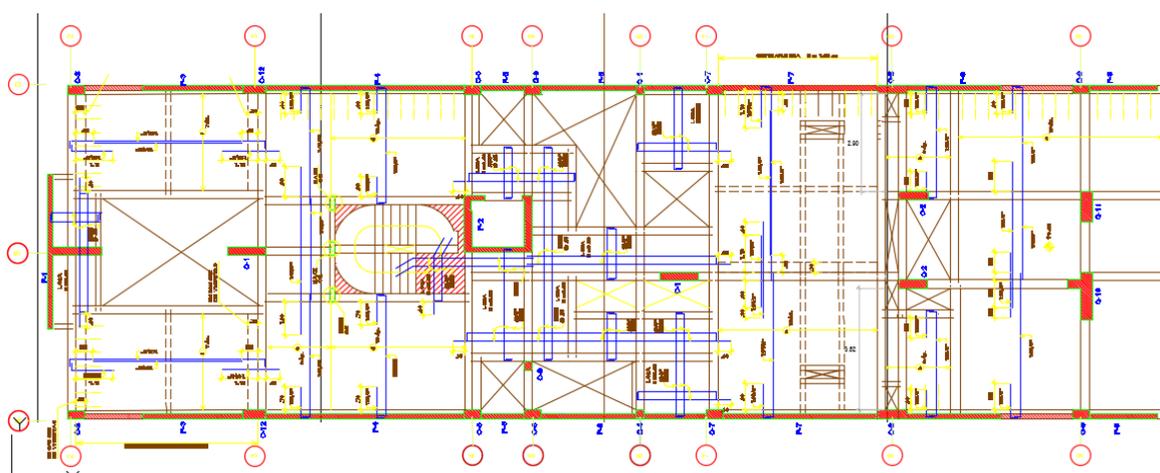
Método de Programación lineal.



a.- Planta Primer nivel Estructuras - s/e



b.- Elevación Tres niveles Estructuras - s/e



c.- Plantan típica Aligerado Estructuras - s/e

Figura N° 48.- Proyecto: Obra La Floresta – Breña.
Fuente: Elaboración propia

Información mínima necesaria para efectuar el tren de actividades en concreto armado:

- a) Proyecto de arquitectura definitivo. Planos del proyecto.
- b) Proyecto de instalaciones eléctricas y sanitarias definitivo. - Planos del proyecto.
- c) Proyecto estructural definitivo. - Planos del proyecto
- d) Programación de obra- Ms Project. - Hitos de obras de Concreto Armado.
- e) Ejecución de Metrados y plantilla de metrados por niveles y por servicio: Verticales (Columnas, muros); horizontales (Vigas, Losas).
- f) Consideraciones estructurales de partición de elementos de concreto armado.

Se efectúa la planificación con la presencia de los responsables de las especialidades implicadas en el proceso de la obra.

Paso 1

En la planta se efectúa de manera preliminar una división geométrica de sectores, pueden ser de 3, 4, 5, o más sectores de acuerdo al Plan Maestro y experiencia profesional. Se toman en cuenta consideraciones estructurales para la partición de elementos horizontales para adecuar la sectorización en el balanceo de cargas de trabajo. (Ver Figura N° 49).

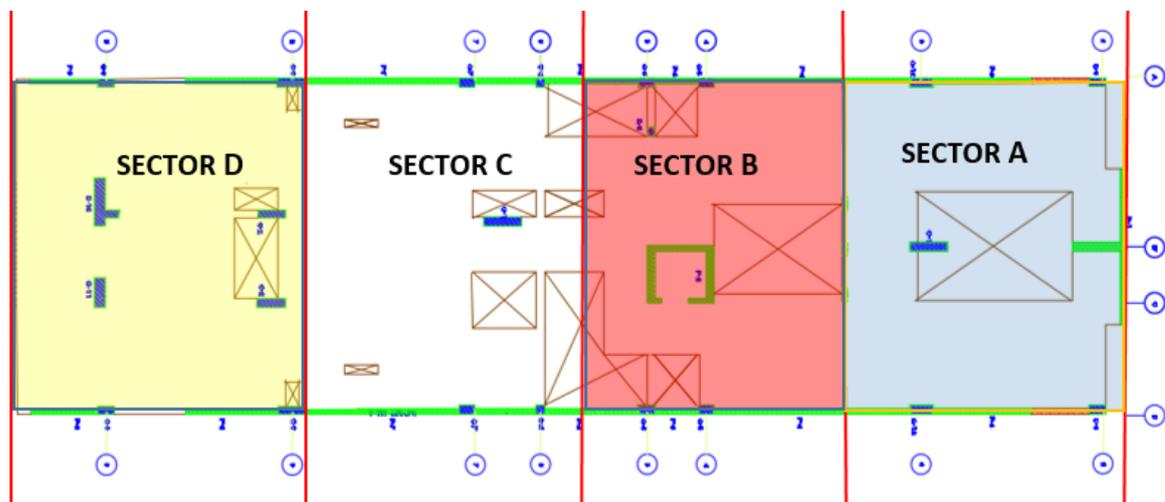


Figura N° 49.- Planta Típica Sectorizada
Fuente: Elaboración propia

Paso 2

Se realiza el metrado de la **Cimentación**: excavación, concreto de solados, encofrado de zapatas, acero de zapatas y acero parcial de verticales, concreto de zapatas. (Ver Figura N° 50).

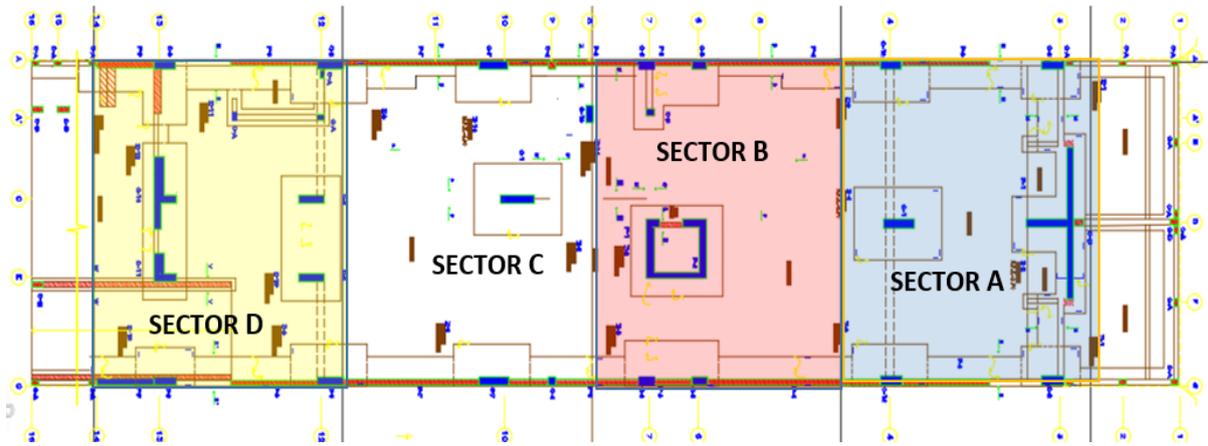


Figura N° 50.- Planta de Cimentación sectorizada.
Fuente: Elaboración propia

Este metrado se divide entre los sectores buscando cantidades similares por sector; esta operación se repite hasta disminuir al máximo las diferencias entre cada sector es la acción de balancear cargas de trabajo, utilizar tabla u hoja de cálculo (Ver Tabla N°11).

Paso 3

Inicio de la sectorización de **elementos Verticales**; se realiza el metrado de concreto, encofrado y acero Columnas, Muros, por cada nivel; se divide entre los sectores elegidos. Esta división se repite hasta obtener cantidades similares entre sectores (balancear cargas) en la tabla.xls (Tabla N° 11).

Tabla N° 11.- Formato Sectorización de Metrado General

SECTORIZACIÓN DE:
NIVEL DE TRABAJO

Metrados Totales por Nivel				SECTOR 1			SECTOR 2			SECTOR 3			SECTOR 4		
Muros	Encofrado	Concreto	Acero												
P-1															
P-2															
C-1															
C-2															
C-3															
P-1															
P-2															
C-1															
C-2															
C-3															
P-1															
P-2															
C-1															
C-2															
C-3															
ACUMULADO POR SECTOR				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

Paso 4

Se inicia la sectorización de los **elementos horizontales**; Se efectúan los metrados del techo típico, Vigas y losas aligeradas y/o losas macizas (utilizar Tabla N°11). Se

balancean los metrados de encofrado de elementos horizontales, tanto encofrado de vigas, como encofrado de losas, en función de cada sector (Ver Figura N°51).

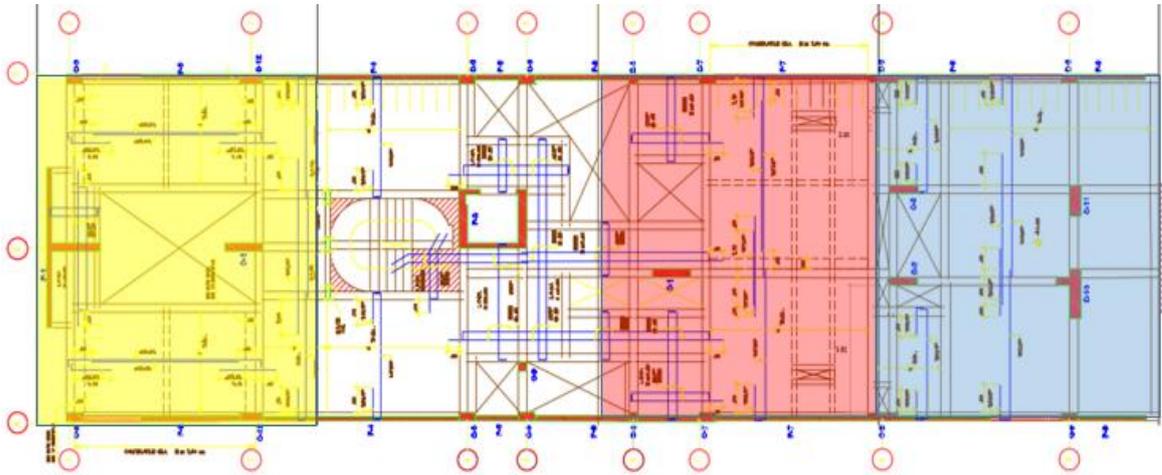


Figura N° 51.- Plano de Techo Aligerado sectorizado
Fuente: Elaboración propia

Paso 5

Definidas las áreas de encofrado horizontal, se balancean las áreas de vaciado con similar cantidad de concreto por cada sector, si hay mucha diferencia entre sectores, se modificarán los límites de los sectores, cambiando los sectores de los verticales y se reinician los procesos desde el paso 2.

Criterios estructurales en esta partición:

- Las Vigas se encofran totalmente
- Las losas se pueden encofrar parcialmente, si el corte se efectúa en el sentido de las viguetas.
- El vaciado de vigas y losas se efectúan en los tercios donde la cortante es 0.

2.2.9.6 Programación Tren de Actividades

El Método de programación lineal, se presenta gráficamente:

- Plan Maestro.** - El Plan Maestro, señala los hitos del Proyecto, y el tren de actividades se efectúa con estas fechas. (Ver Figura N°52).

PROGRAMACION DE LA EDIFICACION DE TRES NIVELES EN LAS PARTIDAS DE CONCRETO ARMADO.																				
PARTIDAS	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
CIMENTACION	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
PRIMER NIVEL						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
SEGUNDO NIVEL											■	■	■	■	■	■	■	■	■	
TERCER NIVEL																■	■	■	■	■

Figura N° 52.- Plan Maestro. - compromiso contractual.
Fuente: Elaboración propia

2. **Tren de Actividades de Cimentación.** - Los trabajos de cimentación duran 8 días (Ver Figura N°53), las cuadrillas están diseñadas para efectuar actividades asignadas en un día, luego pasan al siguiente sector

		SECTORES							
		A	B	C	D				
CIMENTACION		L	M	M	J	V	L	M	M
1	Excavacion	A	B	C	D				
2	Solados	A	B	C	D				
3	Acero zapatas		A	B	C	D			
4	Acero vertical			A	B	C	D		
5	Encofrado zapatas				A	B	C	D	
6	Concreto zapatas					A	B	C	D

Figura N° 53.- Tren de Actividades de la Cimentación.
Fuente: Elaboración propia

3. **Tren de Actividades de las tres plantas.** – Este cronograma indica una secuencia del trabajo continuo de los tres niveles, da una duración total de trabajos de concreto armado de 15 días laborales, (Ver Figura N° 54).

		SECTORES																			
		1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D								
CONCRETO TRES NIVELES		L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V					
1	Acero vertical						1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D			
2	IIIEv						1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D			
3	IISS v						1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D			
4	Encofrado vertical						1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D			
5	Concreto vertical						1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D			
6	Desencofrado vertical						1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D			
7	Encofrado de viga						1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D			
8	Acero horizontal						1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D			
9	colocacion viguetas pref.									1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
10	Ladrillos de techo									1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
11	Acero horizontal I									1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
12	IIIEE h									1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
13	IISS h									1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D
14	Concreto horizontal									1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	3A	3B	3C	3D

Figura N° 54.- Tren de Actividades de los 3 niveles.
Fuente: Elaboración propia

4. Descripción del Trabajo por actividad. -

Se describen las actividades del tren de actividades en un formato. (Ver Figura N° 55).

	Actividad	Descripción de la actividad	Día
	I Cimentación		
1	Excavación	Las Cuadrillas efectuaran la excavación del sector indicado	1
2	Solados	La cuadrilla iniciara el vaciado apenas se disponga de zapatas con el fondo de zapata liberado.	1
3	Acero zapatas	Habilitación y Colocación del acero de zapatas, y vigas de cimentación	2
4	Acero vertical	Habilitación y Colocación del acero de muros y columnas.	3
5	Encofrado zapatas	Se encofran zapatas y vigas de cimentación, se efectúan ajustes en los aceros verticales	4
6	Concreto zapatas	se efectúa el vaciado de concreto de zapatas	5
	II Concreto 3 niveles		
1	Acero vertical	Se culminan los aceros verticales, columnas y placas del sector programados	6
2	IIEEv	Colocación de cajas de f'g', centros de luz, tomacorrientes y otros tipo, entubado	6
3	IISS v	Colocación de las salidas de agua y desagüe, tuberías de agua y desagüe	6
4	Encofrado vertical	Preparación y encofrado de Columnas y Muros por sectores, liberando frentes para el vaciado	7
5	Concreto vertical	Vaciado de concreto de verticales de frentes de trabajo liberados, efectuar por cada sector	7
6	Desencofrado vertical	Se iniciara el desencofrado verticales liberando frentes de trabajo para el encofrado fondo y laterales de vigas.	8
7	Encofrado de viga	Iniciar los fondos de vigas peraltadas con sus tapas laterales, coordinando la colocación del acero de vigas	8
8	Acero horizontal vigas	colocación y culminación de los acero de vigas, incluyendo las vigas chatas	8
9	colocación viguetas pref.	Se colocan las viguetas prefabricadas en las vías principales y muros con los anclajes especificados.	9
10	Ladrillos de techo	Colocación de bovedillas, tapando huecos	9
11	Acero horizontal I	colocación de acero horizontal complementario y malla por temperatura, y acero vertical para siguiente nivel	9
12	IIEE h	colocación de salidas eléctricas, cajas f'g', centros y tomacorrientes, entubado.	9
13	IISS h	Colocación de salidas de agua y desagüe, entubado, solicitando reforzamiento de zonas de cruce de viguetas o vigas.	9
14	Concreto horizontal	Vaciado de concreto horizontal, respetando las consideraciones estructurales para los cortes de vaciado respecto al otro sector.	9

Figura N° 55.- Tabla de actividades diario

Fuente: Elaboración propia

2.2.9.7 Conclusiones

- I.- Facilita el control del proyecto. - al disponer metas de corto alcance, mínimas, la supervisión de los trabajos es rápida, y se auto detectan. Vemos que el Plan Maestro, Fig. 52, tiene su escudo de cumplimiento en los trenes de actividades (Cimentación y de los 3 niveles), suman 20 días.
- II.- Aumentar la eficiencia del flujo de producción. - La especialización de la mano de obra en trabajos repetitivos, impulsan la rapidez y la innovación.
 - I. Mejora la productividad del proceso constructivo. - Al aumentar la velocidad y la especialización la productividad se obtiene como parte de las metas.
 - II. Avance de obra en un día determinado. - El cumplimiento de las metas se pueden establecer en este procedimiento.
 - III. Mejora la curva de aprendizaje. - La especialización del trabajo repetitivo hace que los rendimientos se acercan a la línea base.

- IV. Todas las actividades son críticas, el incumplimiento de una de ellas genera la improductividad de todo el sistema.
- V. La especialización es la parte débil del sistema. - dado que todas las actividades son críticas, la especialización se transforma en la parte crítica del cumplimiento.
- IX. La Sectorización

La industria automotriz, siglo XVIII, se innova con el concepto de las “piezas intercambiables”, normalización o estandarización y el “principio Babbage” que, al dividir las tareas más complejas en más simples, esto facilita adjudicarlas; y al disminuir la tarea a ejecutar simplifica la ejecución, el control, y el tiempo incidiendo en la velocidad del proceso, y en los costos del producto. Hoy se adecuan a los procesos de obra en construcción como concepto y luego en la producción ajustada. Lasala, (2004).

Recuperado <http://www.ecobachillerato.com/trabajosecono/tuning.pdf>

2.2.10 Guía PMBOK ®

2.2.10.1 Antecedentes

La industrialización de la economía en el siglo XVIII con la Revolución Industrial, en la segunda mitad del siglo XIX el mundo empresarial enfrenta la enorme tarea de organizar el trabajo manual y mecánico de miles de trabajadores, además del manejo y procesamiento de materias primas y materiales en cantidades sin precedentes.

A finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, la administración de proyectos tiene sus precursores y el concepto de trabajo toma el nivel de ciencia con Frederick Taylor-1911 y Henry Fayol-1916, la Industria empezó a buscar técnicas, teorías y competencias en la administración de recursos para atender los nuevos procesos de producción de bienes a gran escala., hoy Gerencia de Proyectos, es la herramienta básica que permite desarrollar la productividad y el emprendimiento de grandes proyectos.

Fue en los años 50 y 60 del siglo XX cuando la Gestión de Proyectos comenzó a profesionalizarse. Hasta entonces había sido meramente una disciplina.”. “En cambio, en la Gestión de Proyectos moderna, desde 1980 hasta nuestros días, las cosas cambian, ya que se asume que vivimos en mundo caótico y no predecible para desarrollar los proyectos y, al revés que la Gestión de

Proyectos tradicional, para toma de decisiones se tiene en cuenta la opinión y satisfacción del cliente. Nieva, (1999). Recuperado www.gedpro.com.

http://www.gedpro.com/Ald%C3%ADa/Noticias/Noticias_77.aspx

En este escenario, de proyectos grandes y complejos; de necesidad industrial y empresarial, de innovación en los procesos industriales, urgen organizaciones y trabajos de investigación con el objetivo de desarrollar metodologías, procesos y prácticas necesarias para las Gerencias de proyectos.

El Project Management Institute PMI, que se fundó en 1969, con los objetivos:

- a) Formular estándares profesionales
- b) Generar conocimiento a través de la investigación.
- c) Promover la Gestión de proyectos como profesión

2.2.10.2 El PMI. - PMBOK®

El PMI, Project Management Institute, ha desarrollado y publicado estándares profesionales para la Gestión de Proyectos en una guía que es el PMBOK®, (Project Management Body of Knowledge). Guía PMBOK®-IIIª Edición menciona que:

Los Fundamentos de la Dirección de Proyectos completos incluyen prácticas tradicionales comprobadas y ampliamente utilizadas, así como practicas innovadoras que están emergiendo en la profesión, incluyendo material publicado y no publicado. Como consecuencia los Fundamentos de la Dirección de Proyectos están en constante evolución. (pp. 3).

El PMI ha publicado hasta el 2017, 6 ediciones; ellas son expresión de la evolución de la Gerencia de Proyectos.

PMBOK® - 1ª Edición	1996
PMBOK® - 2ª Edición	2000
PMBOK® - 3ª Edición	2004
PMBOK® - 4ª Edición	2008
PMBOK® - 5ª Edición	2013
PMBOK® - 6ª Edición	2017

2.2.10.3 Componentes del PMBOK®

6ª Edición PMBOK®, (2017) afirma:

Los proyectos comprenden varios componentes claves que, cuando se gestionan de forma eficaz, conducen a su conclusión exitosa. Esta guía identifica y explica

estos componentes. Los diversos componentes se interrelacionan unos con otros durante la dirección de un proyecto”. (p.17).

Se define Proyecto como un esfuerzo temporal que se lleva cabo para crear un producto, servicio o resultado único, siendo único con sus particulares características es un concepto invariable en las ediciones. (Ver Tabla N° 12).

Tabla N° 12.- Estructura de la Guía PMBOK® 6ª edición.

Componentes Clave de la Guía del PMBOK®	Breve descripción
Ciclo de vida del proyecto (Sección 1.2.4.1)	Serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su conclusión.
Fase del proyecto (Sección 1.2.4.2)	Conjunto de actividades del proyecto relacionadas lógicamente que culmina con la finalización de uno o más entregables.
Punto de revisión de fase (Sección 1.2.4.3)	Revisión al final de una fase en la que se toma una decisión de continuar a la siguiente fase, continuar con modificaciones o dar por concluido un programa o proyecto.
Procesos de la dirección de proyectos (Sección 1.2.4.4)	Serie sistemática de actividades dirigidas a producir un resultado final de forma tal que se actuará sobre una o más entradas para crear una o más salidas.
Grupo de procesos de la dirección de proyectos (Sección 1.2.4.5)	Agrupamiento lógico de las entradas, herramientas, técnicas y salidas relacionadas con la dirección de proyectos. Los grupos de procesos de la dirección de proyectos incluyen procesos de inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control, y cierre. Los grupos de procesos de la dirección de proyectos no son fases del proyecto.
Área de conocimiento de la dirección de proyectos (Sección 1.2.4.6)	Área identificada de la dirección de proyectos definida por sus requisitos de conocimientos y que se describe en términos de sus procesos, prácticas, datos iniciales, resultados, herramientas y técnicas que los componen.

Fuente: PMBOK® 6ª –Pág. 18

Componentes Claves del PMBOK® 6ª edición:

- I. Ciclo de vida conceptos.
- II. Fases del Proyecto.
- III. Punto de revisión de fases.
- IV. Procesos de la Gestión de Proyectos.
- V. Grupo de Procesos de la Gestión de Proyectos.
- VI. Área de Conocimientos de la Gestión de Proyectos.

I. Ciclo de Vida del Proyecto - Características

La manera práctica de plasmar un Proyecto para una mejor Gestión (planificación, ejecución, control y cierre.), es estimando el Ciclo de Vida. Es una serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta el final, de manera continua, con actividades en cada fase y como objetivo final el Producto definido en el Alcance del Proyecto.

Cada fase está conectada con la fase anterior y la posterior; recibirá una “entrada” de información o actividades de la fase predecesora, procesará la “salida” o “entregable” a cada fase hasta la meta final del Proyecto. (Ver Figura N° 56).

El Ciclo de vida define las características en tiempo y costo de un proyecto, se aplica como referencia de manera independiente a la planificación de todos los procesos. Las fases pueden ser consecutivas, iterativas, o superpuestas.

En esta edición el PMBOK®, ha desarrollado el ciclo de vida como eje director del proyecto, y a la vez lo ha clasificado de tal forma y lo hace asequible a nuevas corrientes de gestión (p.ej. Lean Construcción, el LPDS.).

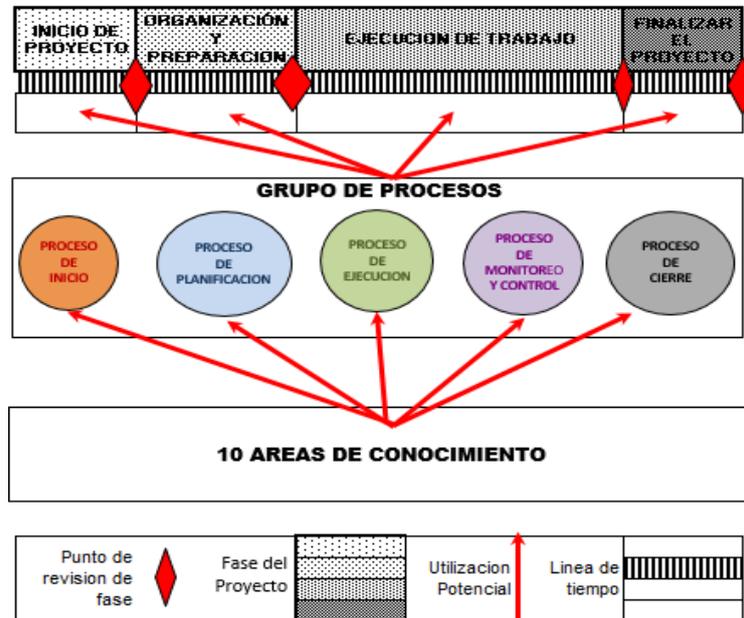


Figura N° 56.- Relación de los componentes un Ciclo de Vida PMBOK® 6ª edición
Fuente: PMBOK® 6ª –Pág. 18

El ciclo de vida puede ser:

- a. Predictivo. - Alcance, tiempo y costo se determinan tempranamente, cualquier cambio se gestionan, son Ciclos de Vida en Cascada.
- b. Iterativo. - El Alcance se determina tempranamente, costo y tiempo se modifican periódicamente conforme se va entendiendo el producto.
- c. Incremental. - El entregable del proyecto luego de una serie de iteraciones que van añadiendo funcionalidad en un tiempo predeterminado, es considerado completo después de la iteración final.
- d. Adaptativo. - Son ágiles, iterativos e incrementales, el alcance detallado se define y aprueba antes del comienzo de una iteración
- e. Híbrido. - Es la combinación del ciclo predictivo con uno adaptativo; los elementos conocidos o tienen requisitos fijos, siguen un ciclo de vida predictivo, en cambio los elementos que están evolucionando, siguen un ciclo de vida adaptativo al desarrollo.

II. Fases del Proyecto

Las fases son un conjunto de actividades del proyecto, relacionadas de manera lógica, secuenciales y se inician por transferencia de entregables. Denominado CICLO DE VIDA, (Ver Figura N° 57).con:

- a) Criterios de entrada para que un entregable o proyecto ingrese a esa fase (aprobaciones especificaciones documentadas, documentos especificados y completos),
- b) Criterios de salida para el entregable o proyecto que complete la fase, (aprobaciones documentadas, documentos completos, y entregables completos).

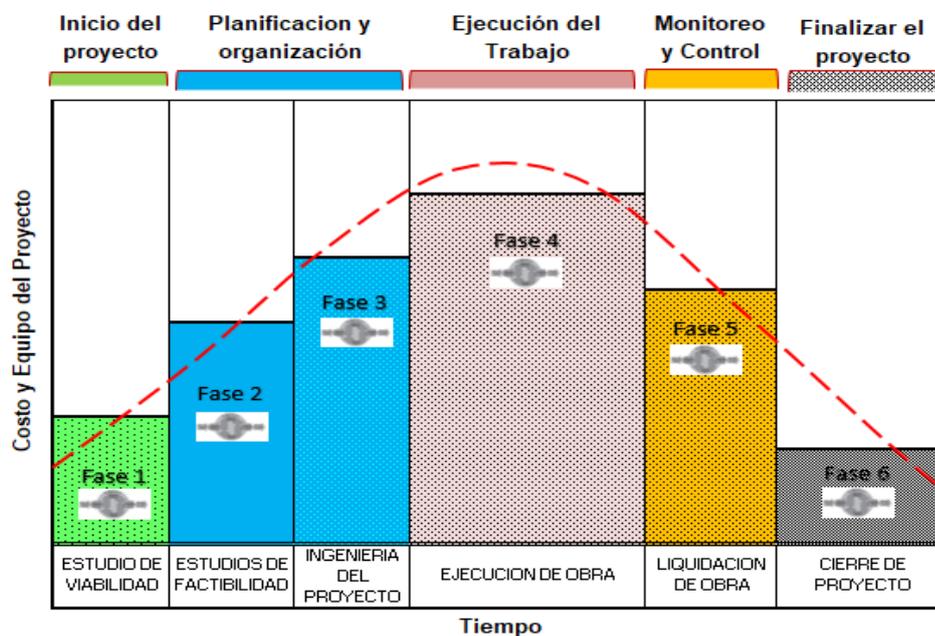


Figura N° 57.- Modelo Ciclo de Vida.

Fuente: Elaboración propia

Del de Ciclo de Vida está formado por fases del proceso:

Fase 1: Estudio de Viabilidad. -Determinar Facultades de inicio

Fase 2: Estudio de Factibilidad. - Condiciones de inversión.

Fase 3: Ingeniería del Proyecto. - Ingeniería y planificación

Fase 4: Ejecución de la Obra, incluye selección de proveedor

Fase 5: Liquidación y cierre de Obra

Fase 6: Cierre del proyecto.

III. Punto de revisión de fase

El punto de revisión de una fase se efectúa al final de la fase, se comparan con los documentos de la programación y planificación (alcance, Acta de Constitución, Plan

y programación, y plan de gestión de beneficios), y resultado de esa comparación, se decide

- a) Continuar la siguiente fase.
- b) Continuar la fase con modificaciones.
- c) Finalizar el proyecto.
- d) Permanecer en la fase.
- e) Repetir la fase o elementos de la fase.

Las fases de un proyecto están separadas, y generalmente reciben nombres de las actividades que realizan. No existe una única o mejor manera para definir el ciclo de vida ideal de un proyecto.

IV. Procesos de la Gestión de Proyectos

Toda actividad es un proceso en el proyecto, que produce una o más salidas a partir de una o más entradas, el uso de herramientas y técnicas adecuadas. La salida de un proceso tiene como resultado: Entrada a otro proceso o fase y Un entregable (salida) del proyecto o fase del proyecto

El proceso iterativo, periódico, continuo de cada proceso es una de las principales características de la guía PMBOK. (Ver Figura N°58).

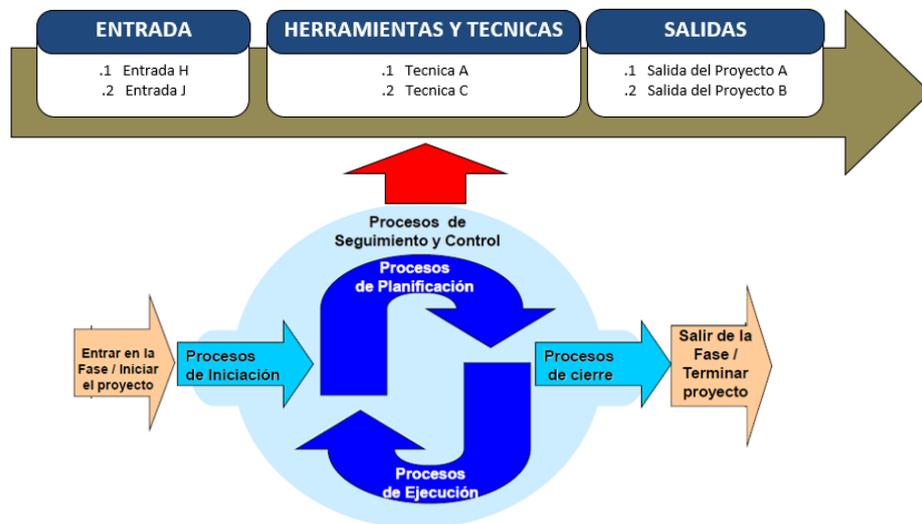


Figura N° 58.- Proceso: Entradas, Herramientas y técnicas, y salidas
Fuente: PMBOK® 6ª – Pág. 18 - PMBOK® 3ª – Pág. 40

V. Grupo de Procesos de la Gerencia de Proyectos

El Grupo de procesos es un agrupamiento lógico de procesos para alcanzar objetivos específicos del proyecto; estos son independientes de las fases del proyecto, y se unen en los siguientes 5 grupos.

- a) **Grupo de procesos de inicio.** - Procesos para definir el nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización de iniciar un proyecto o una fase.
- b) **Grupo de procesos de Planificación.** - Procesos que establecen el alcance del proyecto, clarificar los objetivos y definir el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos del proyecto.
- c) **Grupo de procesos de Ejecución.** – Procesos que completan el trabajo definido en el plan de la gerencia de proyectos, (Alcance).
- d) **Grupo de procesos de Monitoreo y control.** - Procesos para el seguimiento, analizar y regular el avance y desempeño del proyecto, identificar áreas en las que el plan (alcance) requiera cambios e iniciarlos.
- e) **Grupo de procesos de Cierre.** - Procesos para completar y/o cerrar formalmente el proyecto, fase o contrato.

Los grupos de procesos están relacionados por los resultados de procesos que entregan, que por lo general se convierten en entrada de otro proceso o es un producto intragable de un proyecto. Cada proceso tiene un impacto en el siguiente o en el proceso del proyecto en general. (Ver Figura N° 59).

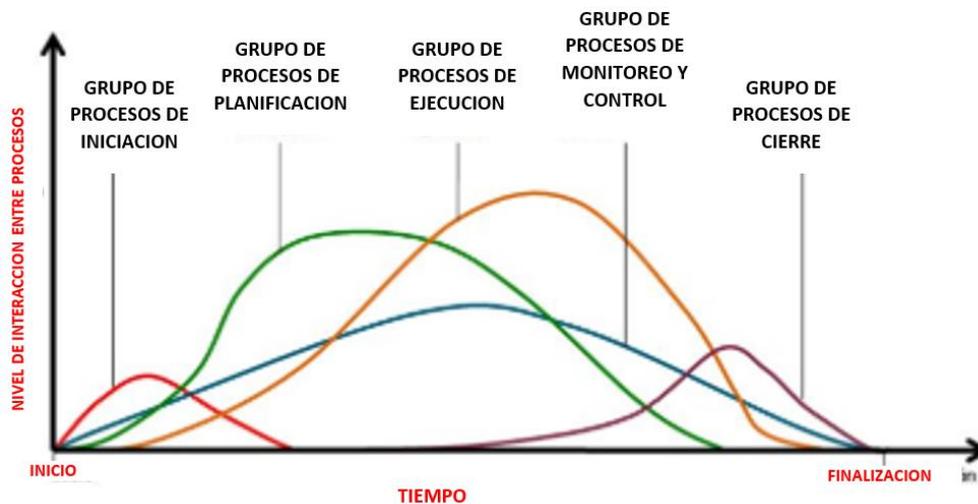


Figura N° 59.-Interaccion de los procesos durante un proyecto
Fuente: PMBOK® 6ª – Pág. 18

VI. Área de Conocimientos de la Gestión de Proyectos

Este cuadro describe las diez áreas de conocimiento en términos de los procesos, prácticas, entradas, salidas, herramientas y técnicas que la componen, la gerencia de proyecto puede adicionar la actividad necesaria en el grupo de procesos que considere adecuado para los objetivos del proyecto. (Ver Figura N° 60);

- a) **Gestión de Integración del Proyecto.** - Son los procesos o actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades dentro de los grupos de procesos.
- b) **Gestión del Alcance del Proyecto.** - Procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo requerido para completarlo con éxito.
- c) **Gestión del Cronograma del Proyecto.** - Procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto.
- d) **Gestión de Costos del Proyecto.** - Procesos para planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos para completar el proyecto dentro del presupuesto aprobado.
- e) **Gestión de Calidad del Proyecto.** – Procesos para desarrollar la política de calidad de la organización en planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y del producto y satisfacer las expectativas de los interesados.
- f) **Gestión de Recursos del Proyecto.** - Procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto.
- g) **Gestión de las Comunicaciones del Proyecto.** - Procesos para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.
- h) **Gestión de los riesgos del Proyecto.** – Procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto.
- i) **Gestión de las adquisiciones del Proyecto.** - Procesos necesarios para la compra o adquisición de los productos, servicios o resultados por fuera del equipo del proyecto.
- j) **Gestión de los Interesados del Proyecto.** - Procesos que identifican personas, grupos u organizaciones que puedan afectar o ser afectados por el proyecto, analizar sus expectativas e impacto en el proyecto, con estrategias de gestión para la participación eficaz de los interesados

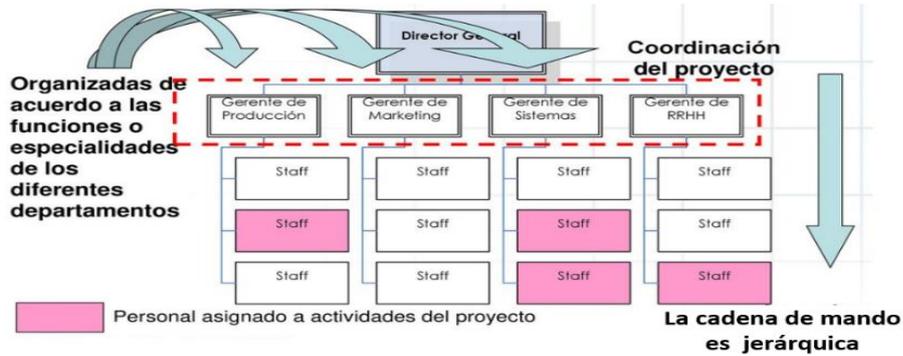
		ÁREAS DE CONOCIMIENTO										
PMBOK-6a EDICION		GESTION DE INTEGRACION	GESTION DE ALCANCE	GESTION DE CRONOGRAMA	GESTION DE COSTOS	GESTION DE CALIDAD	GESTION DE RECURSOS	GESTION DE COMUNICACIONES	GESTION DE RIESGOS	GESTION DE ADQUISICIONES	GESTION DE INTERESADOS	
GRUPOS DE PROCESOS	INICIACION 2	Desarrollar Acta de Constitucion										Identificar a los interesados
	PLANIFICACION 24	Desarrollar el Plan para la direccion del proyecto	Planific. Gestion del Alcance	Planificar la Gestion del Cronograma	Planificar la Gestion de Costos	Planificacion la gestion de Calidad	Planificacion la gestion de recursos	Planif la gestion de la Comunicac.	Planif Gestion Riesgos	Planif gestion de adquisiciones	Planificar el involucramiento de los interesados	
			Recopilar requisitos	Definir las Actividades.	Estimac. de Costos		Est.Recursos de Activ.		Identific de Riesgos			
			Definac. Del Alcance	Secuenciar las Actividades.	Determinar Presupuesto				Analisis Cualit. Riesgos			
			Crear EDT	Estimar duracion de Actividades.	Desarrollo de Cronograma				Analisis Cuant Riesgos			
		Planif.Respuest Riesgos										
EJECUCION 10	Dirigir y gestionar el trabajo del proyecto Gestionar el conocimiento del proyecto					Gestionar calidad	Adquirir recursos del Proy. Desarroll equip del Proy. Dirigir al equipo	Gestionar las comunicaciones	Implementar la respuesta de riesgos	Efectuar las adquisiciones	Gestionar la participacion de los interesados	
MONITOREO Y CONTROL 12	Monitorear y controlar el trabajo del proyecto. Realizar Control Integrado de Cambios	Validar el alcance Control del Alcance	Control de Cronograma	Control de Costos	Control de Calidad	controlar los recursos	Monitorear las comunicaciones	Controlar los Riesgos	Controlar las Adquisiciones	Monitorear el involucramiento de los interesados.		
CIERRE 1	Cerrar Proyecto o fase											
	49	7	6	6	4	3	6	3	7	3	4	

Figura N° 60.- Correspondencia entre Grupo de Procesos y Áreas de Conocimientos

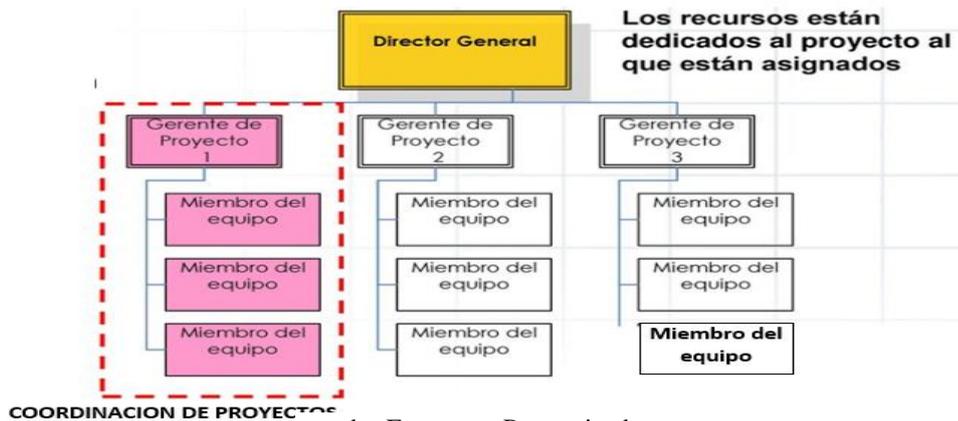
Fuente: Elaboración propia

2.2.10.4 Factores de selección en una Organización

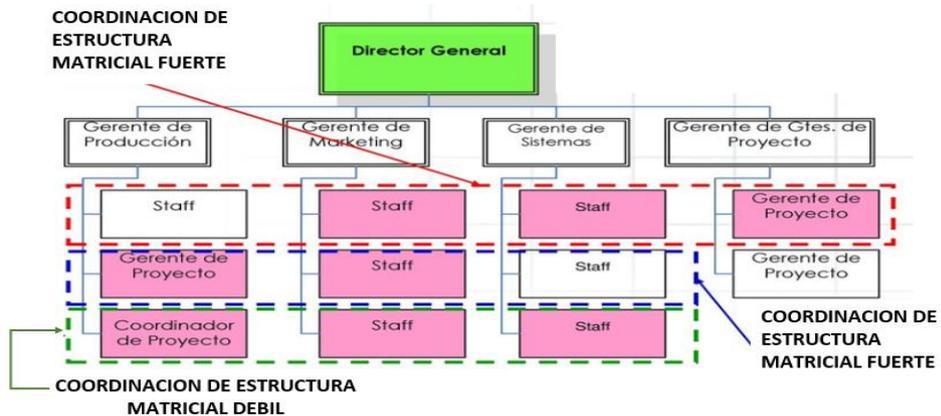
Toda organización debe considerar la estructura organizacional en los proyectos. Funcional, (Ver Figura N°61-a), Proyectizada (Ver Figura N°61-b), Matricial (Ver Figura N°61-c), para formar el equipo de proyectos de acuerdo a sus objetivos. Igualmente la influencia de la organización en los proyectos. (Ver Figura N° 62).



a.- Estructura funcional



b.- Estructura Proyectizada



c.- Estructura Matricial

Figura N° 61.- Estructuras Organizacionales

Fuente: PMBOK® 4ª

TIPOS DE ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL		Organico o sencillo	Funcional (Centralizado)	Multidivisional	Matriz Fuerte	Matriz debil	Matriz Balanceada	Hibrido orientado al proyecto	Virtual	Hibrido	PMO (Portafolios)
CARACTERISTICAS DEL PROYECTO	Grupos de trabajo ordenados por:	Flexible; personas que trabajan hombro con hombro	Trabajo en proceso	Portafolio, programas, proyectos	Por funcion de trabajo (Gerente una funcion)	Funcion de trabajo	Funcion de trabajo	Proyecto	Estructura de red y contactos	Mezcla de otros tipos	Mezcla de otros tipos
	Autoridad del Gerente del Proyecto	Poca o ninguna	Poca o ninguna	Poca o ninguna	Moderada Alta	Baja	baja a Moderada	Elevada Casi Total	baja a Moderada	Mezclada	Elevada Casi Total
	Rol del Gerente del Proyecto.	Tiempo parcial, designado coordinador	Tiempo parcial, designado coordinador	Tiempo parcial, designado coordinador	Rol de Trabajo designado a tiempo completo	Tiempo parcial, designado coordinador	Tiempo parcial, designado coordinador	Rol de Trabajo designado a tiempo completo	Tiempo completo o Parcial	Mezclado	Rol de Trabajo designado a tiempo completo
	Disponibilidad de recursos	Poca o ninguna	Poca o ninguna	Poca o ninguna	Moderada Alta	Baja	baja a Moderada	Elevado a casi total	baja a Moderada	Mezclado	Elevado a casi total
	Quien gestiona el presupuesto del proyecto	Dueño u operador	Gerente Funcional	Gerente Funcional	Gerente del Proyecto	Gerente Funcional	Mezclado	Gerente del Proyecto	Mezclado	Mezclado	Gerente del Proyecto
	Personal Administrativo de la Gerencia de proyectos	Poca o ninguna	Tiempo parcial	Tiempo parcial	Tiempo completo	Tiempo parcial	Tiempo parcial	Tiempo completo	Tiempo parcial o tiempo completo	Mezclado	Tiempo completo

Figura N° 62.- Influencias de la estructura organizacional en los proyectos.

Fuente: PMBOK® 6ª

2.2.10.5 Conclusiones

- I. La importancia de la Guía PMBOK® aglutina, ordena y sistematiza las buenas prácticas en Gerencia de Proyectos de profesionales a nivel mundial; estandarizando y unificando criterios, normas categorías, conceptos, adjetivos; esta masificación y su constante revisión impulsa la investigación de quienes están interesados en la gestión de proyectos.
- II. La continua revisión de la guía PMBOK, y su actualización y permanente, además de ser precisa ha coadyuvado a profesionalizar y especializar la Gestión de Proyectos
- III. La 6ª Edición del PMBOK®, nos muestra la flexibilidad de la guía, al asumir nuevos conceptos, métodos, técnicas y procedimientos, como ejemplo la introducción de los diferentes tipos de Ciclo de Vida.

Los proyectos Adaptativos y el Lean: La filosofía Lean posee la intención de perfeccionar y mejorar de manera agresiva todos los elementos del plan para la dirección del proyecto, más allá de los puntos de control previamente programados y asociados con las iteraciones.
- IV. La Flexibilidad se ve reflejada cuando soluciona los procesos de la guía al incremento o adecuación de las áreas de conocimiento de acuerdo a la especialidad del proyecto. Por ejemplo, en Construcción permite agregar la gestión financiera y la gestión de seguridad.
- V. Los criterios manejados en la influencia de la organización en el comportamiento del Equipo de la Gerencia de Proyectos, y la importancia de conocerla como riesgo en el cumplimiento de las metas.

2.2.11 Valor Ganado EVM (Earned Value Management)

2.2.11.1 Antecedentes - Control de Costos y Plazos

Para el seguimiento y control de plazos en un proyecto, la ingeniería hasta nuestros días ha generado diversas teorías, basándose en parámetros medibles de acuerdo a la época. Desde la revolución industrial, los ingenieros buscan conocer la eficiencia de las líneas de producción, midiendo y comparando el “trabajo actual realizado”, “trabajo programado” y “costo del trabajo actual realizado”; el resultado de este proceso es la aplicación del Valor Ganado en su forma fundamental.

Se utilizan básicamente tres métodos existentes, más conocidos y referidos en las gerencias de proyectos, y el PMBOK®; ellos son:

- a) Método de la ruta crítica o método crítico. CPM. - Metodología basada en el cálculo de los tiempos tempranos y tardíos y sus respectivas holguras, sin tomar en cuenta la disponibilidad de los recursos.
- b) Método de la Cadena crítica. CCM. - Metodología basada en el manejo de las holguras desde su gestión, previo ajuste de productividad neta en los procesos de las cadenas de tareas.
- c) Método del Valor Ganado. EVM. - Metodología que combina medidas de alcance, con cronograma y recursos, y fue aplicado por primera vez

2.2.11.2 Fundamentos de Valor Ganado

- a. El uso de un sistema de control que provea datos consistentes, fiables y a tiempo a todo nivel de control para monitorear el desempeño de los proyectos.
- b. Integrar los requerimientos gerenciales al alcance técnico con los compromisos de tiempo y costo del contractual informando sobre la productividad o el curso de la producción.
- c. El uso de índices, resultado de lo programado, lo efectuado y el costo real de lo efectuado que muestran el avance físico con el costo y relacionado con lo programado.
- d. El PMBOK® lo integra a sus procesos de gestión como una de las mejores herramientas de control.
- e. La curva “S” es la expresión gráfica de una programación es considerada la propuesta planificada como oferta, y en él se colocan los valores relacionadas con el presupuesto y como avance en función del tiempo.

2.2.11.3 Gestión del Valor Ganado

La gestión del Valor Ganado es un método usado para la conocer el desempeño en proyectos, es medir y definir los costes y el avance de un proyecto u obra.

Se muestra un cuadro de control financiero de la obra Barraco Taller Imprenta Obras de Casco Vestido, en la columna PROGRAMADO (S/), los montos resultan del Cronograma Valorizado, las columnas: VALORIZADO(S/.) Y COSTOS(S/.) son llenadas de acuerdo al desarrollo de la obra. (Ver Tabla N°13).

La Curva “S”, inicial es la curva de lo Programado (celeste): las curvas Valorizado y de costos indicaban el desarrollo financiero de la obra. Con las diferencias entre las curvas, en fechas de control se obtenían indicadores de gestión, que señalaban el comportamiento financiero de la obra (Ver Figura N° 63).

Tabla N° 13.- Programación Valorizada, Valorización y Costo real

TIEMPO	PROGRAMADO (S/.)		VALORIZADO (S/.)		COSTO(S/.)	
	parcial	Acumulado	parcial	Acumulado	parcial	Acumulado
Nov-01		0.00		0.00	20,000.00	20,000.00
Oct-02	57,505.00	57,505.00	91,252.36	91,252.36	95,075.00	115,075.00
Oct-01	85,025.00	142,530.00	107,826.12	199,078.48	112,425.00	227,500.00
Set-02	107,480.00	250,010.00	103,586.94	302,665.42	132,500.00	360,000.00
Set-01	165,005.00	415,015.00	172,476.00	475,141.42	57,500.00	417,500.00
Ago-02	160,085.00	575,100.00	53,028.84	528,170.27	65,000.00	482,500.00
Ago-01	85,400.00	660,500.00	99,743.73	627,913.99	83,250.00	565,750.00
Jul-02	82,000.00	742,500.00	92,160.26	720,074.25	39,275.00	605,025.00
Jul-01	82,370.00	824,870.00	95,889.24	815,963.50	122,580.00	727,605.00
Jun-02	32,630.00	857,500.00	41,679.37	857,642.87	22,955.00	750,560.00
Jun-01	5,242.00	862,742.00	5,242.00	862,884.87	10,990.00	761,550.00

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 63.- Curva “S” de la Obra Edificio Barranco Taller Imprenta.

Fuente: Elaboración propia

i. Principales Indicadores o Parámetros

La Curva “S”, es el avance financiero acumulado de un cronograma valorizado, en ese grafico se va trazando la curva de las valorizaciones (avance de partidas), y la curva de los gastos reales; ambas en hitos de control generalmente mensual, o quincenal. Estos indicadores son:

PV - Valor Planificado. - Costo Presupuestado del Trabajo Programado. Curva de Costos acumulados del proyecto u obra denominada curva “S”; representa los costos

de las tareas del presupuesto por unidad de tiempo de acuerdo a la planificación inicial.
(Ver Figura N° 64).

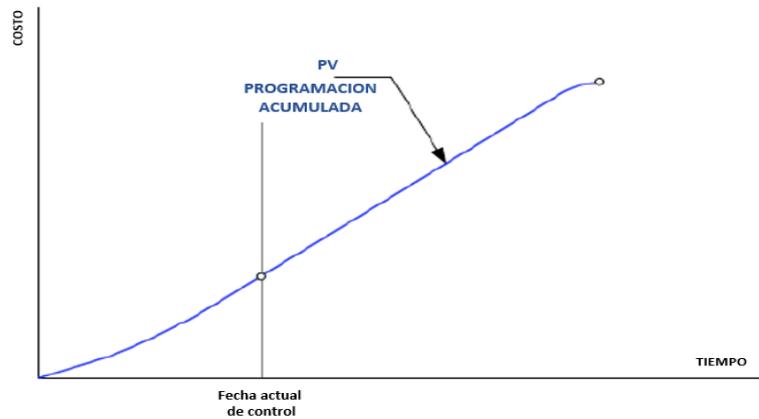


Figura N° 64.- PV - Curva “S” de la Programación Acumulada
Fuente: Adecuado - H. Gonzales

- **AC - Costo Real.** - Costo real del trabajo Valorizado efectuado, Curva de Costos reales acumulados, de las obras valorizadas efectuadas a la fecha actual. Son todos los gastos en los que se ha incurrido realmente para llevar a cabo las tareas en las unidades de tiempo consideradas. (Ver Figura N°65)

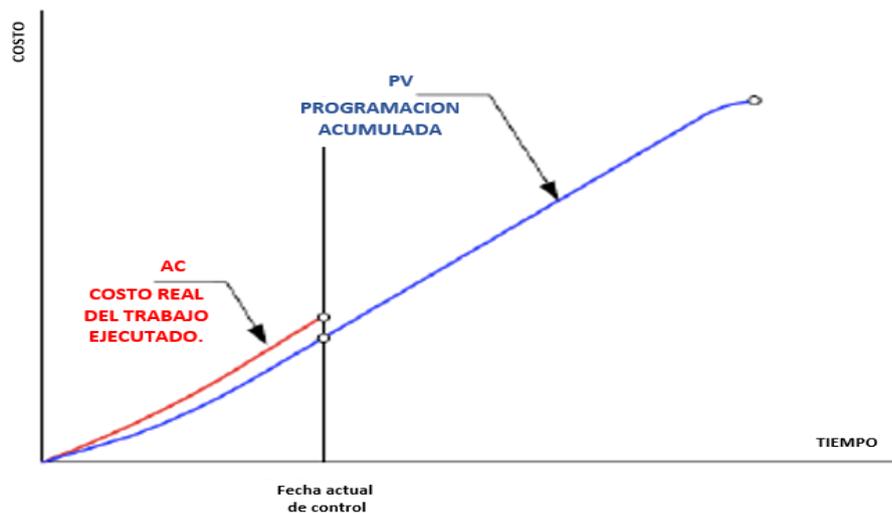


Figura N° 65.- AC - Costo real a la fecha
Fuente: Adecuado - H. Gonzales Ortega 2016

- **EV-Valor Ganado.** - Trabajo Presupuestado ejecutado a la fecha es la Curva de costos acumulados presupuestados, realizados y aprobados, de las tareas que se van terminando en un periodo de tiempo. La denominamos Valorizaciones y generalmente tienen un tiempo determinado. (Ver Figura N°66).

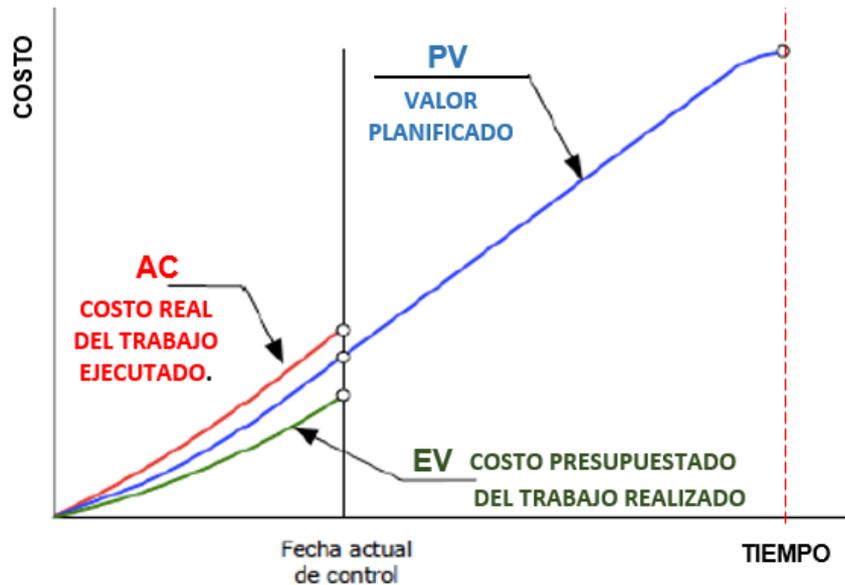


Figura N° 66.- EV - Costo de avance de presupuestado
 Fuente: Adecuado - H. Gonzales Ortega 2016

- **BAC – Presupuesto hasta la conclusión.** - Valor total planificado. Presupuesto original o del entregable a analizar cuya curva es el VP; lo podemos restamos con el EAC, que es costo estimado para concluir a medida que avanza el tiempo y obtenemos el VAC que es la Variación al finalizar el proyecto. (Ver Figura N°67).

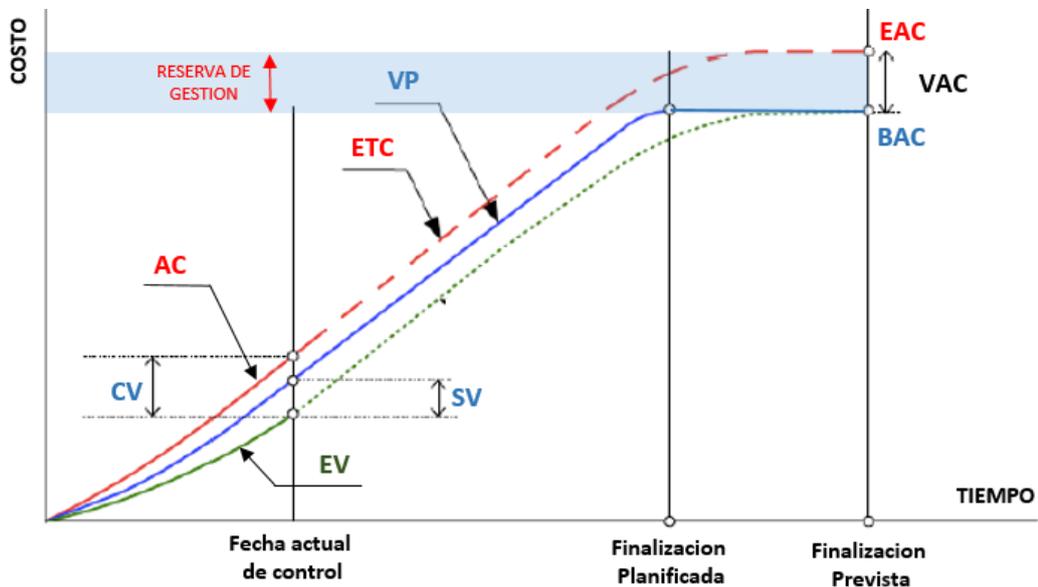


Figura N° 67.- Gráfico de Valor Ganado con sus parámetros e índices.
 Fuente: Adecuado - H. Gonzales Ortega 2016

ii. Desviaciones del Proyecto. - Indicadores

Las **desviaciones** del proyecto respecto a la **planificación inicial** se miden con dos indicadores: costo y plazo.

Variación en Costo CV. -

$$CV = EV - AC$$

Refleja la variación del costo del proyecto, es la diferencia entre el Valor ganado y el costo real; permite conocer si

$AC > EV$ el proyecto presenta sobrecostos

$AC < EV$ el proyecto está debajo del presupuesto planificado.

Porcentaje de desviación de costo,

$$CV\% = CV / EV$$

Para usar comprobaciones mediante el porcentaje.

Variación del Cronograma SV. -

$$SV = EV - PV$$

Refleja la variación en los plazos del proyecto, es la diferencia entre el valor ganado y el Presupuesto planificado; permite conocer si

$EV > PV$ el proyecto culmina antes de lo previsto.

$EV < PV$ el proyecto presenta retrasos.

Porcentaje de desviación de costo,

$$SV\% = SV / PV$$

Variación a la conclusión - VAC. -

$$VAC = BAC - EAC$$

iii. Índices de Ejecución – Indicadores.

Consideraciones de inversión para la empresa referidas al presupuesto y a la planificación.

Desempeño del Costo - CPI. –

$$CPI = EV / AC$$

Índice de ejecución del presupuesto, es la relación entre el avance físico del trabajo realizado (EV) frente al costo real (AC) para realizar el trabajo valorizado. Si el índice es superior a la unidad el proyecto genera valor.

Desempeño del Cronograma – SPI. -

$$SPI = EV / PV$$

Índice del Control de cronograma, es la relación entre el avance físico (valorización) frente al trabajo programado inicialmente; monitorea y controla el cronograma para completarlo. Si el índice es mayor que la unidad el proyecto va adelantado respecto a tiempo planificado.

Estimación a la Conclusión – EAC. –

Es el costo total previsto para completar todo el trabajo como la sumatoria del AC (costo real a la fecha) más la ETC (estimación hasta la conclusión)

La estimación del costo total está supeditado a las condiciones que debe tomar el equipo de proyecto (Ver Tabla N°14).

Tabla N° 14.- EAC Estimado a la conclusión

EAC - ESTIMADO A LA CONCLUSION - USOS	
1.- SI SE ESPERA QUE EL CPI SEA EL MISMO PARA EL RESTO DEL PROYECTO	$EAC = BAC / CPI$
2.- SI EL TRABAJO FUTURO SE REALIZARA AL RITMO PREVISTO	$EAC = AC + BAC - EV$
3.- SI EL PLAN INICIAL YA NO ES VALIDO	$EAC = AC + ETC$ (ascendente)
4.- SI EL CPI COMO EL SPI INFLUYEN EN EL TRABAJO RESTANTE.	$EAC = AC + [(BAC - EV)/(CPI \times SPI)]$

Fuente: Elaboración propia

Costo Previsto o Estimación hasta la Conclusión – ETC. –

Costo previsto o estimado para finalizar el proyecto; sumado al AC, el costo estimado ETC, tiene varios métodos para obtenerlo, desde el cálculo previsto real de obra hasta la utilización de los índices de ejecución definidos anteriormente, CPI; SPI, (Ver Tabla N° 15)

Tabla N° 15.- ETC Estimado para concluir

ETC - ESTIMADO PARA CONCLUIR - USOS	
1.- SI EL TRABAJO ESTA PROGRESANDO DE ACUERDO CON EL PLAN, EL COSTO DE COMPLETAR. EL TRABAJO RESTANTE SERA:	$ETC = EAC - AC$
2.- SI EL PLAN DIFIERE, SE VUELVE A ESTIMAR EL TRABAJO RESTANTE DESDE ABAJO HACIA ARRIBA	$ETC = VOLVER A ESTIMAR$

Fuente: Elaboración propia

- d) **TCPI, Índice de Desempeño del trabajo para completar.** - Monitorea el trabajo remanente del proyecto contra las metas financieras del trabajo necesario para culminar, en función del estado de recursos. (Ver Tabla N° 16).

Tabla N° 16.- TCPI Índice para eficiencia de trabajos a culminar

TCPI - INDICE PARA EFICIENCIA DE TRABAJOS PARA CULMINAR	
1.- LA EFICIENCIA QUE DEBE SER MANTENIDA Y FINALIZAR DE ACUERDO A LO	$TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$
2.- EFICIENCIA QUE DEBE SER MANTENIDA A FIN DE COMPLETAR EL EAC ACTUAL	$TCPI = (BAC - EV) / (EAC - AC)$

Fuente: Elaboración propia

TCPI > 1 El proyecto necesitara esfuerzo adicional para culminar

TCPI < 1 El proyecto se ajusta a la planificación.

El **TCPI** es una herramienta para valorar la razonabilidad de la estimación del EAC.

2.2.11.4 Conclusiones

- I. El Valor Ganado EVM, es una herramienta valiosísima en la gestión de obra y/o proyectos, determina el comportamiento del proyecto con información directa de obra y fácil de obtener regularmente para otros controles.
- II. El EVM, es un método que permite trabajos de investigación en obra sobre interpretación de resultado de los índices, como
La precisión de EAC, del ETC, del TCPI.
Integrar al EVM, el alcance, el riesgo, y la calidad.
- III. El EVM es parte de las tareas específicas del personal del proyecto u obra para fijar sus responsabilidades y desempeño.
- IV. El EVM Permite determinar los alcances de los trabajos por efectuar para concluir la obra, establecer los correctivos en los recursos correspondientes.
- V. El EVM es un método por ser recientemente aplicado de manera intensiva (2,000), como parte sustancial del PMBOK®; y pilar de trabajo en los trabajos de Gestión de Proyectos y/u Obras; tiene carácter internacional, y es aun objeto y motivo de estudios de investigación por las diferentes clases de proyectos y equipos de gestión de proyectos.

2.2.12 Producción Ajustada – Lean Construction

2.2.12.1 Antecedentes

A fines de siglo XVIII – 1890 primaba la producción artesanal en la industria, una producción reducida con altos costos; a principios de siglo XIX, Ford (1915), desarrollo una innovación en los procesos, en dos conceptos que limitaban la velocidad del flujo de producción: La intercambiabilidad de las partes con la sencillez de montaje y la cadena de montaje, adecuada al anterior concepto fue uno de los factores que dio velocidad a los procesos, Tarsillo. J. (2004), comenta sobre este análisis:

El tiempo total de montaje paso era de 514 minutos, 8.56 horas. Más tarde en torno a 1908, cuando Ford consiguió la intercambiabilidad de las partes, decidió que el trabajador debería realizar solo una tarea y moverse de un vehículo a otro, haciendo siempre la misma operación; el tiempo de montaje se redujo de 514 minutos a unos 2,3 minutos. (pp. 9)

Los estragos de la 2ª Guerra Mundial, (1945), y el colapso de las ventas (1949), puso a Japón y a su industria automotriz al borde del cierre. La industria japonesa decidió modernizar la producción, en ese esfuerzo de copia, el Ing. Eiji Toyota e Ing. Taiichi

Ohno concluyeron que “la producción en masa no podía funcionar nunca en Japón. De este comienzo vacilante había nacido lo que Toyota vino a llamar el Sistema de Producción Toyota y finalmente Producción Ajustada (1950)”. J.P. Womack, D. Jones 1990.

La industria automotriz en EEUU a raíz de la recesión de 1958, el mundo se entera de la existencia de la Producción ajustada, y empresarios norteamericanos financian estudio al MIT (Massachusetts Institute of Technology) para averiguar “¿qué hacen los japoneses para poder tener autos más baratos?” – Comparan la Producción en Masa (EEUU) y el Sistema Lean (Japón). Womack, J., Jones, D., Roos, D., (1991).

Conclusiones de J.P. Womack y D.T. Jones

La Obra de Womack y Jones en 1990, “La Máquina que cambio el mundo” dio a conocer a nivel mundial los nuevos conceptos en los sistemas de producción, y el inicio de nuevas filosofías de trabajo.

El estudio de JP Womack y D. Jones (1991) identifico los aspectos críticos de la producción en masa que la diferenciaban del sistema Toyota:

Características críticas de la producción en masa en la industria de fabricación de autos norteamericanos:

- a) Alto ratio de defectos
- b) Horas no productivas en los trabajadores de los proveedores.
- c) Tareas no balanceadas entre las estaciones de trabajo
- d) Alto stock de materiales, y trabajo al inicio y fin de cada proceso.

El resultado de esta evaluación se expresa en este cuadro comparativo entre la producción en masa de EE.UU. y la Producción ajustada de Japón. La diferencia es determinante para ver la superioridad de la Producción ajustada. (Ver Tabla N° 17).

Tabla N° 17.- Transición entre producción en masa a producción ajustada

COMPARACION DE PRODUCCION EN MASA CON PRODUCCION AJUSTADA - 1986			
ENSAMBLE (minutos)	Produccion en masa	Produccion Austada	% de Reduccion
Montaje bruto por unidad	40.7	18	56%
Montaje ajustado por unidad	31	16	48%
Defectos de montaje c/100 unid	130	45	65%
Espacio de montaje por unidad (p2)	8.1	4.8	41%
Existencia de piezas (prom) Horas	85	2	98%

Adaptado Womack y Jones 1990

Fuente: Dr. Ing. Xavier Brioso

El Sistema de Producción Toyota es denominada Producción Ajustada porque utiliza menos recursos en comparación con la producción en masa, considerando los desperdicios como las 7 pérdidas: la sobre producción, esperas, transporte, sobre-procesamiento, inventario, movimientos, trabajos rehechos por defectuosos, y una probable octava pérdida (entrada no optima en los procesos, capacitación y cultura, talento desperdiciado, no identificación de valores con el cliente) aun no procesada.

Acciones de Toyota para implementar la producción ajustada: lotes pequeños, trabajadores multifuncionales, balanceo de cargas y demandas, control de calidad en el proceso, sistema pull (jalar), métodos de elementos a prueba de fallos, Justin in time (JIT) hasta el nivel de proveedores.

Con el tiempo la producción ajustada se ha ido introduciendo cada vez más a nivel mundial. En 1900, a nivel de procesos industriales, se acumulan herramientas y métodos que fortalecen los trabajos de gestionen planificación, ejecución y control de proyectos, académicos y constructores las fueron insertando en los procesos de ingeniería civil.

Los académicos fueron estableciendo las bases teóricas de la producción ajustada desde 1958, como: Lauri Koskela, Gleen Ballard, Greg Howell, Iris Tommelein, Luis Fdo. Alarcón, y en el Perú Ing. Virgilio Ghio y Walter Rodríguez C. entre otros.

La pregunta permanente de la comunidad de ingenieros, ¿Algo de esto se podrá aplicar a la construcción?, Gleen Ballard, Lauri Koskela y Greg Howell. En 1992 una publicación de la Universidad de Stanford, Lauri Koskela puso el primer paso al origen del Lean Construction con los siguientes principios en la obra “Aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción” (Ver Figura N°68)

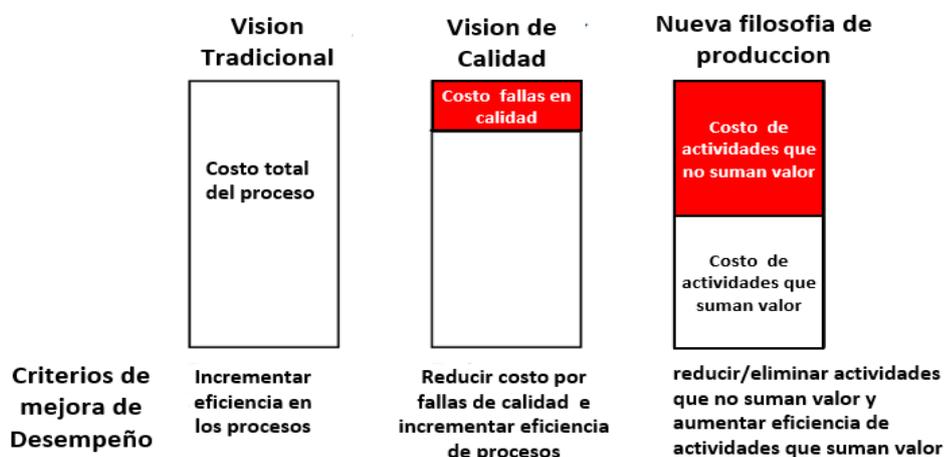


Figura N° 68.- Visión de Producción Tradicional y Nueva filosofía de Producción
Fuente: Koskela 1992

2.2.12.2 Productividad en la Construcción

El primer estudio en torno a la productividad fue efectuado por Frederick W. Taylor, estos estudios tuvieron un impacto tremendo en la industria y su desarrollo, hasta la fecha el desarrollo del sistema económico se basa en la productividad de las industrias.

i.- Sistemas productivos-procesos constructivos

La mejor manera de verificar el mejoramiento del sistema productivo es estudiando los modelos de producción, el Modelo de transformación, que es el existente o convencional y el Modelo del flujo de procesos. (Ver Figura N° 68)

ii.- Modelo de transformación de procesos. -

Es la forma clásica en que se muestran los trabajos individuales en la construcción, entendiendo que un proceso de producción es la conversión de una materia prima en un producto terminado. Cada actividad de un proceso se enmarca dentro de un proceso lógico hasta conseguir el producto final.

Cada actividad representa una cantidad de recursos (materiales, mano de obra, equipos), determinado por las especificaciones técnicas, son convertidas para entregar un resultado interno o producto interno, esta actividad predecesora entrega su resultado como recurso a la siguiente actividad. Las flechas indican una secuencia de actividades y tiene como objetivo indicar una continuidad lógica de producción hasta la entrega final EDT (Ver Figura N° 69).

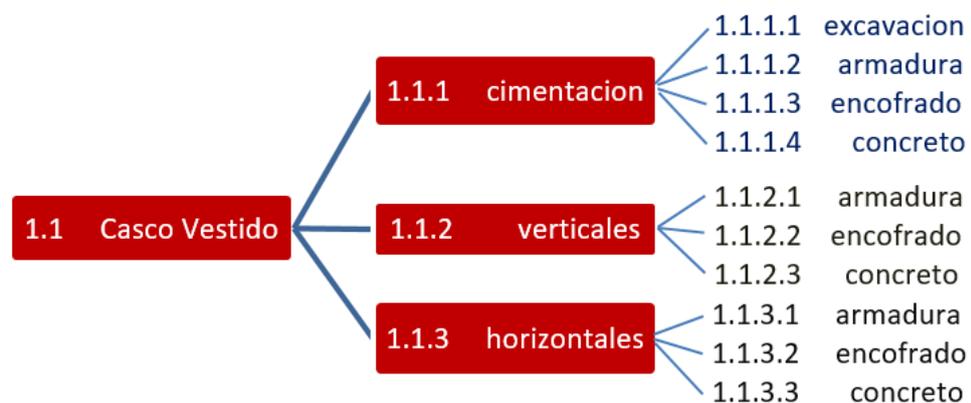


Figura N° 69.- Actividades EDT como entregables de un Proyecto

Fuente: Elaboración propia

La función principal del modelo de transformación de procesos es generar una descomposición lógica y jerárquica del trabajo, de manera que

estas actividades descompuestas minimizadas puedan ser controladas y optimizadas, una idealización del proceso. (Ver Figura N°70).

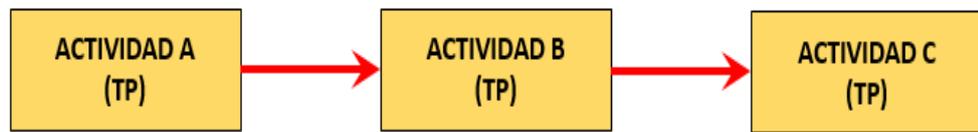


Figura N° 70.- Proceso del sistema tradicional
Fuente: Elaboración propia

En resumen, en el modelo de transformación, las actividades de producción son un grupo de operaciones o funciones que son controladas proceso por proceso, para optimizar costos, tiempos y mejorar sistemáticamente con respecto a la productividad, al implementar también nuevas tecnologías, no toma en cuenta ni mide otro tipo de actividad.

iii.- Modelo de flujo de procesos. –

Es el flujo de información, acciones, material considerados con el proceso de transformación, y cuyo principal objetivo es disminuir o eliminar las actividades que no agregan valor al producto y la reducción de tiempo; este modelo se toma en cuenta toda actividad que conecta el trabajo y permite dividirlo en trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC), y trabajo no contributorio (TNC) con mayor facilidad y exactitud a la realidad. (Ver Figura N°71)

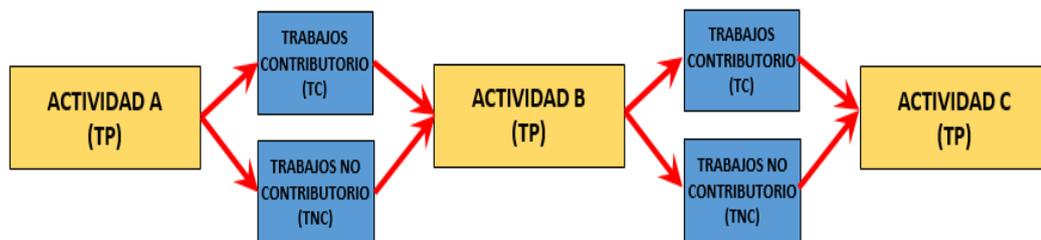


Figura N° 71.- Nuevo sistema de producción-Método de flujo.
Fuente: Elaboración propia

En resumen, este método considera toda actividad como flujo, los cuales son controlados apretadamente para obtener una mínima variabilidad, disminuyendo lotes de transferencia, mínimos tiempos que son mejorados continuamente mediante la reducción y/o eliminación de pérdidas, y la generación de valor.

Para este método se usan todas las teorías desarrolladas en el presente estudio, hasta este capítulo, con la idea o filosofía de reducción de pérdidas y maximizar el valor en cada proceso disminución o eliminación de pérdidas y generación de valor, sometidos a perfeccionamientos periódicos en función de la eficiencia mediante la implementación de nuevas tecnologías.

2.2.12.3 Producción sin pérdidas – Lean Construction. -

La nueva filosofía de producción, es la que plantea que un proceso es un flujo de información, materiales o recursos desde la materia prima hasta el producto terminado. La nueva concepción expresa una visión ampliada o dual de la producción, donde la eficiencia de la producción es atribuida a los procesos de transformación, y a la eficiencia del flujo de actividades, mediante los cuales los procesos de conversión son unidos. El pensamiento Lean es:

- a) Todas las actividades tienen un costo y consumen tiempo
- b) Solo los procesos de conversión añaden valor al producto final.
- c) Reducción y/o eliminación de las actividades que no agregan valor.
- d) Los procesos de transformación se deben volver eficientes.

Lean es la continuidad y mejoramiento del proceso de construcción existente, basado en todas las herramientas de gestión existentes a la fecha, adecuados a la nueva filosofía de producción ajustada (Ver Tabla N° 18).

Tabla N° 18.- Teorías de Producción. - Task – Flow - Value

	Task Management	Flow Management	Value Management
	VISIÓN DE TRANSFORMACIÓN	VISIÓN DE FLUJO	VISIÓN DE VALOR
Conceptualización de la Producción	Transformación de inputs en outputs	Transformación, movimiento, inspección y espera	Creación de Valor para el cliente a través de la atención de sus necesidades
Principio principal	Procedimientos de producción eficientes	Eliminación de pérdidas reduciendo las actividades de no-transformación y la variabilidad	Eliminación de la pérdida de valor (lograr el valor en relación al mejor valor posible)
Métodos y prácticas	Descomposición del trabajo en tareas, matriz de responsabilidades, etc.	Flujo continuo, control de producción Pull, mejora continua	Tener en cuenta todas las necesidades del Cliente, Despliegue de la función calidad QFD
Contribución práctica	Ocuparnos de lo que tiene que hacerse	Ocuparnos de que lo innecesario se haga tan poco como sea posible	Todos las necesidades del cliente son atendidas de la mejor manera posible
Nombre recomendado	Task Management	Flow Management	Value Management

Fuente: Dr. Ing. Xavier Brioso

Lauri Koskela publicó dos trabajos de suma importancia, el primero en 1992, “Aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción”, sentó las bases teóricas y metodología del Lean Construction; apoyado por Gleen Ballard y Greeg Howell, y luego en el 2009, “Marco de análisis para la interacción entre el Lean Construction y el BIM” en equipo con Rafael Sacks, Bhargav A. Dave, and Robert Owen, en ambos trabajos expresan los principios del nuevo proceso de producción Lean.

1^{ra} Versión - Principios Lean Construction – 1992

Koskela en su obra: Aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción expone el Primer enunciado oficial de los Principios del nuevo proceso de producción en la construcción, estos se transformaron en directrices de acción

Principios Lean 1992.

1. Reducir la proporción de actividades que no agregan valor.
2. Incrementar el valor del producto considerándola necesidad del cliente.
3. Reducir la variabilidad
4. Reducir el tiempo de ciclo
5. Simplificar con la reducción de pasos y partes
6. Acelerar la flexibilidad de las salidas.
7. Aumentar la transparencia de los procesos.
8. Focalizar el control en los procesos completos (globales)
9. Aplicar la Mejora continua
10. Mantener equilibrio entre mejoras en flujos y de las conversiones.
11. Benchmarking.

Se efectuaron integraciones de estudios y mejoramientos y precisiones en las herramientas y metodologías, además de incrementos en propuestas de gestión externas como el Buildin Information Modeling BIM, las Guía PMBOK® herramientas que facilitaban la aplicación de los procesos Lean.

2^{da} Versión. Principios Lean Construction – 2009 –

En 2009, un equipo de profesionales formado por R. Sacks, D. Bhargay, L. Koskela y R. Owen desarrollan un estudio y lo denominan “Marco de análisis para la interacción entre Lean y BIM”, en el establecen la relación de las operaciones entre ambos, el BIM permite reducir las pérdidas en tiempo, calidad, y en costo por tener una

línea de gestión de la información integrada de una edificación, y esta reducción es un objetivo Lean.

Principios Lean 2009

1. Reducir la variabilidad.
2. Reducir el tiempo del ciclo.
3. Reducir el tamaño del lote
4. Aumentar la flexibilidad.
5. Seleccionar el enfoque de control de producción.
6. Estandarizar.
7. Instituir la mejora continua.
8. Utilizar la gestión visual.
9. Diseñar el sistema de producción para flujo y el valor.
10. Asegurar la interpretación total del alcance y requisitos.
11. Centrarse en el diseño conceptual de los diseños de detalles.
12. Asegurar el requisito de flujo descendente
13. Verificar y validar
14. Ve a ver por ti mismo
15. Decidir por consenso, considerar todas las opciones.
16. Cultivar una red extendida de socios.

2.2.12.4 Ultimo Planificador – Last Planner

El Lean Construction es una nueva forma de Gestión de producción basada en la teoría de la producción ajustada o producción sin pérdidas

La filosofía de Lean Construction empieza a tomar auge en la década de los ´90 mediante el trabajo del “International Group of Lean Construction, Fundada en 1993, red internacional de investigadores de la práctica y la academia en Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC), que sienten que la práctica, la educación y la investigación de la industria AEC deben renovarse radicalmente para responder a los desafíos globales por delante”. - IGLC.net.

Igual que en el marco teórico de la producción sin pérdidas, la diferencia entre la construcción sin pérdidas y las prácticas convencionales son:

- a) Enfoque en las pérdidas y la reducción de las mismas.
- b) Manejo del modelo de flujos (Koskela 1992-2009) en contraposición al modelo de transformación.

El modelo de flujo de procesos permite visualizar las abundantes pérdidas que usualmente se encuentran en la construcción y que el modelo de transformación no permite ver, ni cuantificar. No solamente tiene como objeto mejorar los procesos de transformación y ser eficientes, también se mejoran los flujos iterativamente durante el proceso. (Ver Tabla N° 19).

Tabla N° 19.- Diferencia entre Sistema Tradicional y el Lean Construction

DIFERENCIAS ENTRE SISTEMA TRADICIONAL Y EL LEAN	
Sistema Convencional	Sistema Lean
Usa el modelo de Transformacion	Usa el modelo de flujo
diseña, luego se empieza el diseño del proceso	Producto y procesos son diseñados conjuntamente
No todas las etapas del ciclo de vida del producto son consideradas durante el diseño	Todas las etapas del ciclo de vida del producto son consideradas durante el diseño
Las actividades se llevan a cabo tan pronto como sea posible	Las actividades se llevan a cabo al ultimo momento responsable
Se elijen sub-contratistas segun el costo	Se elijen sub-contratistas segun su capacidad.
Jornada laboral 48 horas en 6 dias	Jornada laboral 48 horas en 5 dias

Fuente: Adecuado de X. Brioso –PUCP 2017

La nueva filosofía Lean Construction, maneja la planificación de tiempos cortos, predecibles confiables, susceptibles al control y a la provisión de recursos. Las herramientas el “Ultimo Planificador”-Last Planner, y “Mirar hacia adelante planificando”-Look a head; se cumplen los Objetivos Lean.

2.2.12.5 Conclusiones

- i. La especialidad de Gerencia o gestión de proyectos u obra, es una línea de conocimiento, y entendemos esta continuidad como una disciplina de estudio e investigación realizadas sobre teorías descubiertas; esto significa una persistente línea de observación y solución a requerimientos del sector industrial productivo. Por lo que estas teorías forman del cuerpo en la especialidad de Gestión de Proyectos; y la producción ajustada o el Lean es el resultado de esa disciplina.
- ii. Que el proceso de construcción desarrollado hasta la fecha (antes del Lean Construction), está basado en el proceso de transformación. Todas las herramientas de planificación, ejecución control supervisión y cierre se enfocaban solamente en cumplimiento de partidas, hasta el proceso total en obra, dejando el resto de tareas complementarias (indirectas), a la experiencia del personal de obra, incluido cuerpo técnico.

- iii. El planteamiento de la producción ajustada en la construcción o Lean Construction, empieza ampliando la responsabilidad operacional del equipo técnico en obra, (ultimo planificador), que no es más que la extensión de los trabajos hasta la programación diaria, puntualizar las restricciones, resolverlas y, el control del porcentaje de cumplimiento, que se enfocan en la disminución de pérdidas y aumento de valor en los trabajos.
- iv. El look a head, como trabajo de planificación efectuada de manera colaborativa los sábados de cada semana, dotaba de metas específicas semanales. La planificación se trabajó con personal de dirección de obra incluido el personal administrativo, ajustado posteriormente con los jefes de cuadrillas para precisar los alcances con sus rendimientos. (Ver Anexo B-Figura N°88).
- v. La Sectorización, permitió una distribución planificada de las áreas físicas de las zonas de trabajo. (Ver Anexo B-Figura N°89), Permitió balancear mejor las tareas para cada cuadrilla (Ver Anexo B-Figura N° 90), y planificar un tren de actividades que simplificaba las tareas de logística y control. (Ver Anexo B-Figura N°91).
- vi. Con la sectorización y el tren de actividades en las obras de concreto armado, tenían un flujo planificado con metas diarias definidas, las cuadrillas de acero (Ver Anexo B- Figura N°92), las cuadrillas de encofrado, (Ver Anexo B-Figura N°93), el vaciado efectuado generaba hora colaborativas y no productivas, (Ver Anexo B- Figura N° 94). Las cuadrillas de encofradores pasaron a trabajar otro sector en elementos horizontales (Ver Anexo B-Figura N°95).
- vii. De la misma manera las tareas de aprovisionamiento de materiales y logística de recursos, la cantidad de materiales eran similares, la especialización y el mejoramiento de la aplicación de la programación, al igual que el control y supervisión se efectuaban de manera efectiva.
- viii. La aplicación de la nueva filosofía cambia y mejora el proceso de dirección de la obra, anteriormente la programación se efectuaba hasta el PERT-CPM; hoy es la programación maestra, y la obra se desarrollaba con una planificación en obra entre el ingeniero residente y el maestro o maestros de obra, hoy el lean llega hasta la planificación diaria hasta el último detalle, por lo que lo denominamos el ultimo planificador.

- ix. La nueva filosofía en construcción innova los procesos de construcción en el Perú, aparecen en el año 2001, como parte teórica, existen publicaciones de Ing. Peruanos sobre productividad, y en la aplicación en obras, a la Cía. Graña & Montero, con la aplicación parcial de herramientas Lean en 2007.
- x. Podemos afirmar que se ha producido un cambio en los procesos de construcción; que se está en proceso de implementación y aplicación, y que existen trabajos de investigación en el proceso de aplicación del Lean desarrollados por el sector privado.
- xi. El motor del desarrollo científico de la gerencia de proyectos, y la innovación de las herramientas de gestión, son el sector industrial y la economía. Estos sectores en su dinámica de crecimiento tienen requerimientos, y es la ingeniería la encargada de dotar de teorías y soluciones, fortaleciendo la investigación ligada al desarrollo. Las herramientas de gestión en el Perú se aplican luego de ser adoptadas a nivel mundial.
- xii. En la década de los 90' a nivel mundial se adecua la producción Ajustada a la construcción, impulsada por estudiosos académicos y constructores como Koskela, Ballard, Howell, Sacks, Dave, Owen, oficializando la propuesta Lean Construction en 1992 en su primera versión, y en 2009 – Lean-BIM, segunda versión. Y se desarrolla la aplicación con el método del Last Planner System, propuesto por Gleen Ballard
- xiii. El Last Planner System, base del Lean Construction se agrega como método a la construcción a partir de la ejecución en campo, con la programación por día, control sistemático diario, gestión de riesgos, y evaluación histórica de gestión, orientados a la optimización de los tiempos, calidad y costo el proyecto.
- ix. La aplicación Lean de acuerdo a lo mencionado en el presente trabajo, muestra que los conocimientos Lean deben procesarse desde metrado y proceso constructivo.

2.2.13 Modelo de Ejecución de Proyectos

2.2.13.1 Antecedentes

Actualmente existen modelos de ejecución de proyectos, debido a la variada estructura de proyectos, a los grupos de dirección de proyectos y a la investigación académica que condicionan las nuevas técnicas de gestión.

Los conceptos de producción ajustada influyen a partir de su adopción en los procesos constructivos en los niveles de diseño, en los procesos de gestión de proyectos, y la integración de los interesados o involucrados en la ejecución del proyecto.

El objetivo, siguiendo la línea de optimización y mejoramiento en la ejecución de proyectos a partir del PMBOK® y Lean son:

2.2.13.2 IPD Integrated Project Delivery

La ejecución integrada de proyectos es la gestión de proyecto que plantea el trabajo colaborativo entre el diseño y la construcción, el concepto de constructividad involucra en la planificación al Arquitecto, Ingeniero y constructor, debido a las diferencias constructivas y conceptos entre lo propuesto y la ejecución.

La manera tradicional de manejar un proyecto (Ver Figura N°.72), diseño-licitación –construcción, el IPD, Entrega Integrada del Proyecto, plantea el trabajo conjunto de equipos profesionales involucrados y gestión de tiempos.



Figura N° 72.- Proceso Tradicional de enmarcar el Ciclo del Proyecto

(Adaptado de Integrated Project Delivery: A Guide AIA “007)

Los equipos de proyectos con mayor experiencia y en desarrollo proyectos grandes, manifiestan una mejora de resultados con el IPD, e integra las decisiones del cliente referente a equipos con capacidad de diseño y construcción, haciéndolas participe de sus necesidades de proyecto, al mismo tiempo estructura condiciones en el

contractual que unifica riesgos, pérdidas y ganancias obteniendo una optimización en costo tiempo y calidad del proyecto.

El modelo IPD se basa en la alta colaboración entre el cliente, proyectista y el constructor desde las etapas iniciales del diseño, hasta la culminación y puesta en marcha de la edificación. (Ver Figura N°.73), esta colaboración:

- a. Optimiza intereses del cliente con la información de factibilidad del proyecto.
- b. Optimiza elementos de diseño arquitectónico de la edificación con la constructividad.
- c. Optimiza el proceso usando la constructabilidad, para la obtención de mejores tiempos y costos con calidad incluida.
- d. Permite compatibilizar diseños de ingeniería estructural, sanitaria, eléctrica, aire acondicionado, agua contraincendios u otras instalaciones, y evita los imprevistos e incompatibilidades en el proceso de construcción.
- e. Compromiso de los profesionales del diseño en el proceso de la ejecución del proyecto.
- f. Compromete al cliente en la marcha financiera del proyecto.

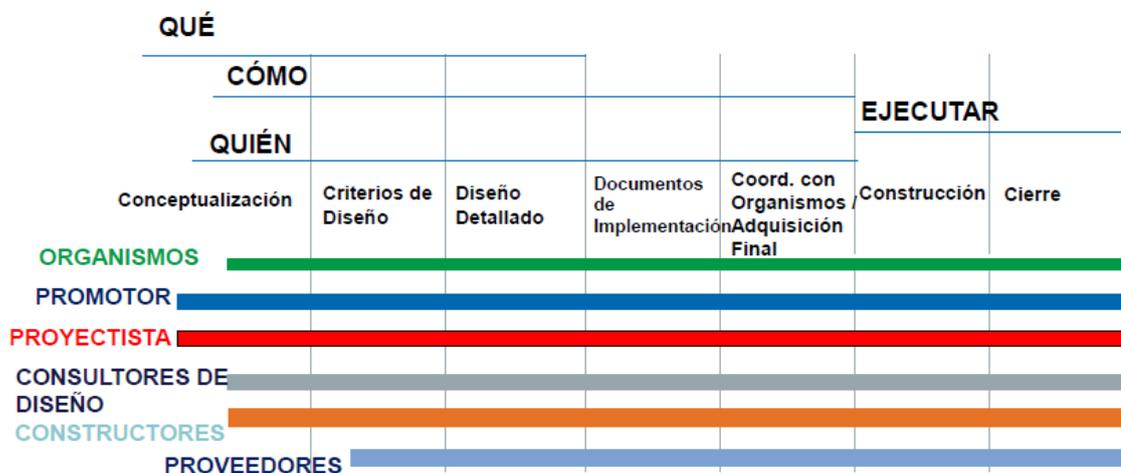


Figura N° 73.- Proceso Integrado de Ejecución – IPD Integrated Project Delivery
(Adaptado de Integrated Project Delivery: A Guide AIA “007)

2.2.13.3 Sistema LPDS- Ejecución integrada de Proyectos

El LPDS, Lean Project Delivery System integra el método IPD y el método Lean Construction. El LPDS abarca la etapa de construcción y la del diseño, con esta unión se unen todos los agentes de ambas etapas en un proceso continuo de colaboración. (Ver Figura N°74).

Esta propuesta enfoca una visión diferente al PMBOK®, en la gestión de un proyecto, la diferencia radica en la aplicación del tren de actividades en las tareas de gestión, como principio.



Figura N° 74.- LPDS–Lean Project Delivery System – Involucrados en un Proyecto
Fuente: Pablo Orihuela - 2012

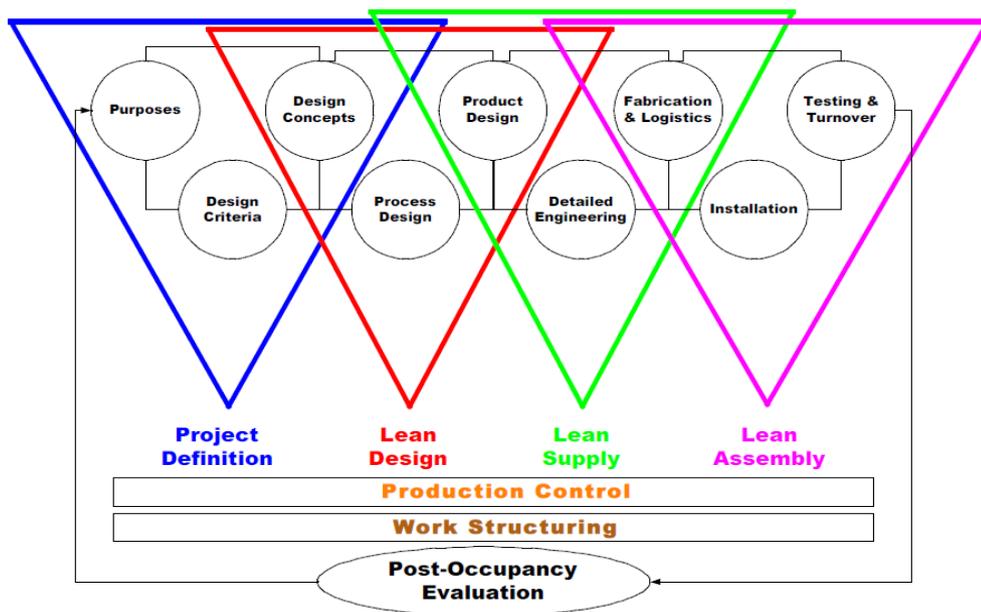


Figura N° 75.- LPDS–Lean Project Delivery System.- Fases
Fuente : Lean Construction Institute–Glenn Ballard–Paper-81–September 23, 2000

El modelo teórico del LPDS, que está formada por cuatro fases (Ver Figura N°75) y su desarrollo continuo se traduce en las siguientes fases:

Las fases determinadas son el cuerpo general del LPDS (ver Figura N° 76), y sus fases son:

- a) Fase 1.- Definición del proyecto. - Se conocen las necesidades y valor del proyecto, criterios de diseño arquitectónico, conceptos, parámetros

- b) Fase 2.- Diseño Lean. - Diseño desarrollado de acuerdo al proyecto definido en la fase 1; definir procesos constructivos y gestión de productos o recursos. Desde esta etapa se hace uso del BIM.
- c) Fase 3.- Suministro Lean. – En base al proyecto definido en las fases 2, se desarrolla la ingeniería de detalle, desarrollo de la planificación y la disponibilidad (contrataciones) y compra de recursos, materiales, así como también la logística de gestión y manejo de información a través del BIM.
- d) Fase 4.-Ensamble Lean. - Es la etapa de fabricación, logística, instalación y puesta en servicio.El Lean Construction Institute (LCI), adopta la propuesta de Ballard y agrega la última fase que corresponde a los procesos de construcción. (Ver Figura N°75).
- e) Fase 5.-Uso. - Etapa puesta en marcha prepara el mantenimiento de la edificación hasta el final de la vida útil del producto.

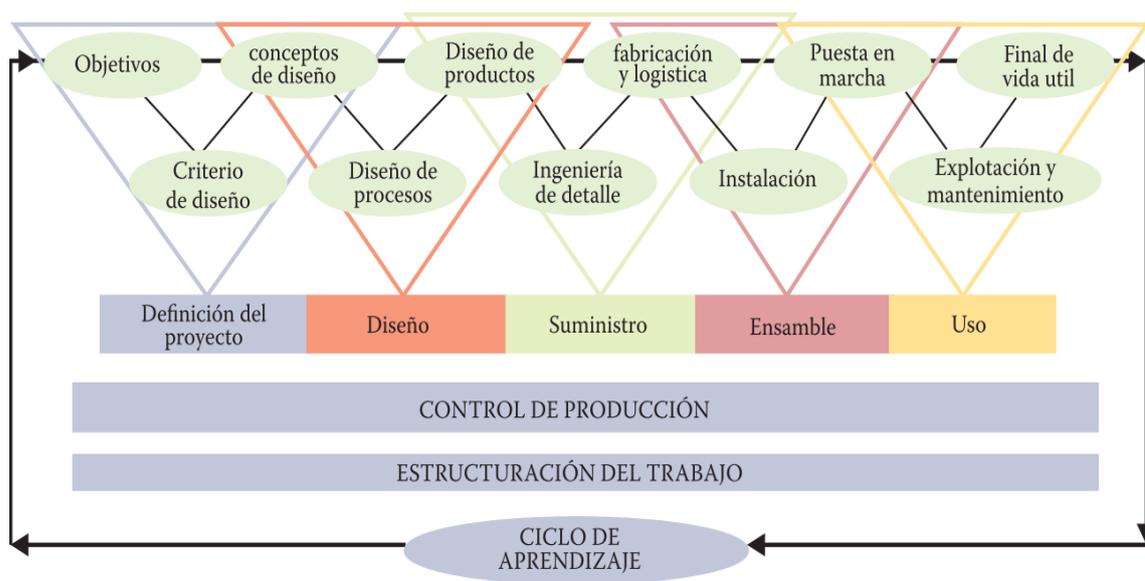


Figura N° 76.- LPDS–Lean Project Delivery System

Fuente : Lean Construction Institute - 2000

2.2.13.4 Modelado de Información de Construcción. –

Es conocido como el BIM,:

BIM (Building Information Modeling) es un proceso inteligente basado en un modelo 3D que brinda a los profesionales de la arquitectura, la ingeniería y la construcción (AEC) la visión y las herramientas para planificar, diseñar, construir y administrar edificios e infraestructura de manera más eficiente. La tecnología está transformando la forma en que los edificios y la infraestructura

se diseñan, construyen y operan. Y está ayudando a mejorar la toma de decisiones y el rendimiento en todo el ciclo de vida del edificio y la infraestructura. Autodesk (2005) Recuperado de www.autodesk.com.

Gerber D.J, Kunz A., Gerber B.B. 2010. 18th annual Conference of the International Group for Lean Construction, Haifa, Israel, IGLC mencionaron que:

Building Information Modeling (BIM) es el proceso de generación y modelado de datos de la construcción durante todo su ciclo de vida. Es también una herramienta y un proceso que aumenta la productividad y precisión en el diseño y construcción de edificios. Para el modelado dinámico de la construcción BIM utiliza el software en tres dimensiones y opera en tiempo real con la disponibilidad continua de diseño del proyecto, alcance, cronograma, y la información de costos que debe ser de alta calidad, fiable, integrada y totalmente coordinada. Todo el proceso produce el modelo del edificio, abarcando su geometría, información geográfica, las cantidades de obra y las propiedades de los componentes del edificio”-

En el Perú, esta tecnología recién se está aplicando en proyectos grandes, permitiendo los resultados esperados.

2.3 Óptica de la investigación

El presente trabajo se enmarca en el desarrollo de la Productividad en la construcción y las técnicas, métodos, y procesos de aplicación para lograrlo. Asistimos a la última propuesta de trabajo el Lean Construction, y el BIM Building Information Modeling, producto de la evolución de los procesos de producción, con la aplicación de los conceptos de flujo y disminución de pérdidas o disminución de procesos que no aportan valor al producto.

Hoy surge la corriente de gestión de proyectos desde el punto de vista del arquitecto. La gerencia de proyectos desarrollada hasta la aparición da prioridad y jefatura al “Ingeniero”; la aparición de IPD y del BIM, integra en la gerencia de proyectos, el diseño y la ejecución.

. La evolución de los métodos a través del tiempo podemos observar que se plantea un camino de investigación y desarrollo en la búsqueda de métodos y técnicas que adecuen las nuevas propuestas a las características del Perú.

La razón de esta investigación se centra en:

1.- Conocer si cambio es total en cuanto a herramientas o solamente es una modelación diferente de las herramientas conocidas a la fecha y cuáles son las que permitieron encontrar la nueva teoría.

2.- Resaltar el camino de la investigación que ha permitido la evolución de la gestión de obra hasta nuestros días, y la importancia de efectuar ese mismo procedimiento en el Perú para adecuar las herramientas de aplicación de Lean a las condiciones particulares de nuestro país en el sector de la construcción.

2.4 Selección de Variable

Las variables obedecen a la evolución de la administración de Obra desde lo Tradicional a lo propuesto por el Lean C.

1.- Variable A: Son todos los procesos desarrollados hasta el PMBOK®

2.- Variable B: Son los procesos de soporte desarrollados del PMBOK® a las teorías que influyeron en el cambio a la filosofía Lean Construction.

La comparación de la Variable A y la Variable B, permite señalar las diferencias que determinan el proceso de cambio.

CAPÍTULO III: MARCO EMPIRICO

Es el resultado de la experiencia acumulada en la aplicación del método convencional y el método Lean en las obras que determinan el marco conceptual en este trabajo.

3.1 Aplicación del Método Last Planner

Se define como último planificador a la persona o grupo de personas cuya función es la asignación directa de tareas al operador o trabajador.

Generalmente la función del ultimo planificador la llevan a cabo, los capataces, maestros y en algunos casos ingenieros de obra, la planificación es por metas generales, en este caso se asignan los volúmenes de trabajo a las cuadrillas, así como el sistema constructivo a utilizar. El desarrollo del Sistema Last Planner o Sistema del ultimo planificador se grafica en la (Ver Figura N° 77).

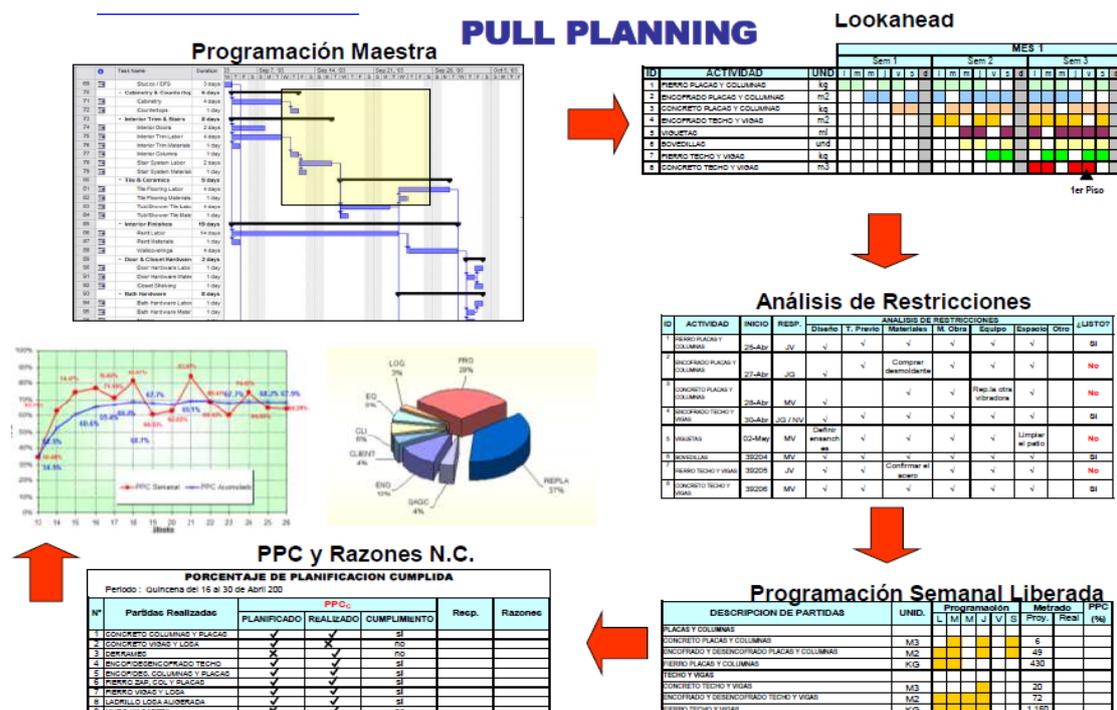


Figura N° 77.- Esquema de Desarrollo del sistema Last Planner

Fuente: Dr. Ing. Xavier Brioso

Aplicación método Last Planner. -

Se desarrollan las programaciones a corto plazo, indicando las actividades de diferentes niveles de información, **Detallar** las actividades del Cronograma Maestro a nivel de tareas identificando las condiciones de satisfacción de los involucrados, **Identificar y resolver** las restricciones de cada tarea del Look a head, **Hacer** que las

tareas estén listas para ser ejecutadas, **Negociar** uso de recursos y espacios compartidos y **Ajustar** el Cronograma Maestro cuando se necesite. (Ver Figura N° 78).

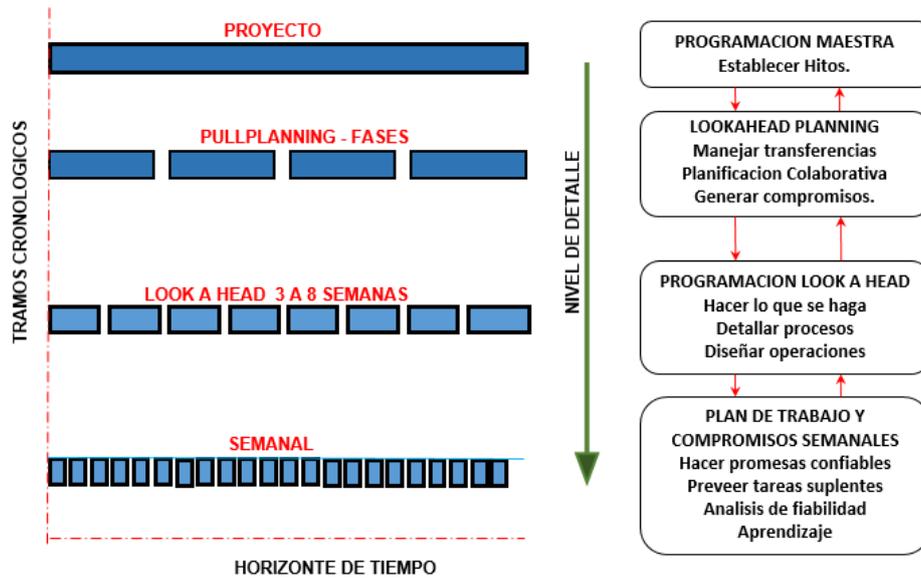


Figura N° 78.- Niveles de desarrollo del sistema Last Planner - Ballard 2000

Fuente: Dr. Ing. Xavier Brioso

3.1.1 Programación Maestra (PM)-

La programación general de una obra se lleva a cabo utilizando un software de programación, generalmente el Ms Project, u otro similar. Esta planificación a nivel de presunción, es el nivel más alto del sistema de planificación y se debe cumplir el flujo de Procesos de Pull Planning. (Ver Figura N°.79).

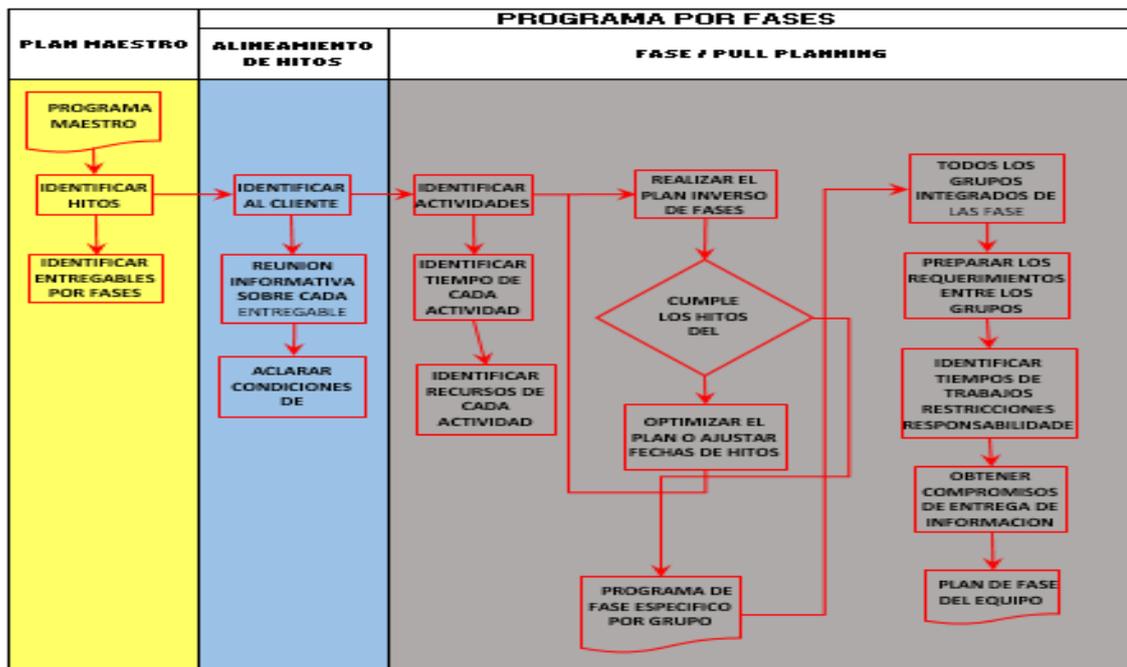


Figura N° 79.- Flujograma de procesos en el Pull Planning

(Adaptado desde Ballard, Tommelein & Hamzeh – 2009) – Fuente: Dr Ing. Xavier Brioso.

3.1.2 Look a head Planning - Pull Planning- Panel de trabajo

Es un trabajo de planificación colaborativa, donde los involucrados en el proyecto identifican transferencias entre equipos, frentes de trabajo e hitos de la programación maestra. (Ver Figura N° 82)

- 1.- Actividades del plan general.
- 2.- Duración y secuencia dentro del proyecto completo
- 3- Analizar todas las actividades de forma muy general
- 4.- Información que deben conocer y gestionar todos los involucrados el proyecto:
 - a) Revisión de Restricciones
 - b) Seguridad
 - c) Información (planos, especificaciones, etc.)
 - d) Materiales
 - e) Personal
 - f) Equipos
 - g) Actividad predecesora (tarea previa)
 - h) Espacio (zona de trabajo)
 - i) Varios (condiciones externas)

Panel de trabajo Pull Planning. –

El equipo trabaja el Pull Planning, en panel preparado para tal fin (Ver Figura N° 82a), y siguiendo los “hitos” del PM, se colocará la siguiente información:

- a) "Transferencias de lotes" o transferencia de trabajo culminado entre todos los participantes.
- b) Los planificadores identifican la lógica entre las actividades ajustan las secuencias, y realizan la planificación del Fin al Inicio (Ver Figura N° 82b). En el Panel Pull Planning.
- c) Se integra la Gestión de Seguridad y Salud al Pull Planning de la obra al identificar restricciones.
- d) Durante la “reexaminación del programa”, el equipo reexamina la lógica de la programación para:
- e) Obtener la programación sin holguras de cada actividad de fase,
- f) Coordinar y agregar holguras para cumplir las condiciones de satisfacción
- g) Reajustar el plan general,
- h) Determinar nuevas duraciones,

- i) Elabora el tren de actividades y sectorización
- j) Detecta restricciones importantes.

Método de construcción en el Panel

La Gerencia de Obra, dispondrá el modelo básico de la programación con hitos determinados por el Plan Maestro, y cada participante efectuará:

- a) Revisión de las tareas asignada para evaluar sus necesidades, de inicio
- b) Recursos para completar el encargo, material, mano de obra, equipo.
- c) Confirmando duración de la tarea inicio y fin.

El flujo de revisión se efectuará de fin a inicio o Plan de jalar (Ver Figura N° 80).

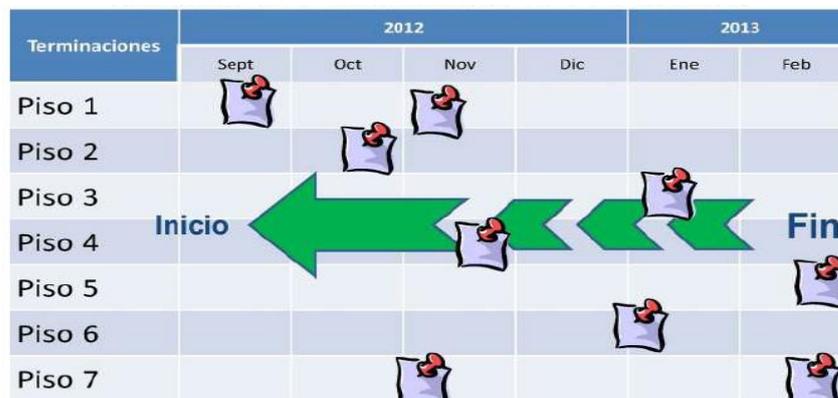


Figura N° 80.- Planificación jalar - Pull Planning – Fin a Inicio
 Fuente: Fdo. Alarcón GEPUC 2012

Los acuerdos firmados son compromisos con fuerza de contrato interno para el equipo y sólo pueden ser cambiados si todo el equipo acuerda. (Ver Figura 82c). Finalmente se desarrolla lo acordado y aprobado en el pull planning con todos los involucrados en la Malla acordada (Ver Figura N° 82d),

Con esta información se reordena el plan inicial que incluya: línea de Balance (cap.2.2.7) y el Tren de actividades (cap. 2.2.9), se traduce en un Tren de actividades de toda la Obra. (Ver Figura N°83). Es necesario recalcar el trabajo de balanceo de cargas para encontrar el Tren de Actividades definitivo. (Ver Tabla N°20)

3.1.3 Look a head - obra

Es la planificación anticipada de recursos a corto plazo de 3 a 5 semanas de anticipación, El Pull Planning, es la base de trabajo del look a head de la programación semanal y la planificación entre la planificación maestra y la planificación semanal, tiene las siguientes características:

- a) Es un “escudo” con 3–5 semanas de anticipación (en edificaciones), y se inicia con el tren de actividades 3 a 5 semanas (Ver Figura N°84).
- b) Prevé qué se necesita para que las actividades en un futuro medio se puedan realizar, son analizadas directamente por el trabajador responsable de las actividades, en tiempo, calidad, y restricciones; el look a head se desarrolla en una dinámica de trabajos colaborativo (Ver Tabla N° 21).
- c) Las actividades que pasan a la planificación semanal son aquellas del plan de 3 -5 semanas y que se les libero de las restricciones.
- d) Se incrementa el índice del PPC debido a que se disminuye la incertidumbre

3.1.4 Restricciones – Análisis y cumplimiento

Las restricciones son todas las dificultades que evitan el inicio o cumplimiento de una actividad como: materiales, ubicación, personal, equipos, disponibilidad de área de trabajo, sistema constructivo, entrega de actividad predecesora aprobada; las determina el personal responsable del trabajo en un trabajo colaborativo, o Look a head.

En la programación semanal (Ver Tabla N° 22) se efectúa una precisión de fechas de entrega y responsables para el control semanal de cumplimiento, (Ver Tabla N° 23). PPC, Porcentaje de Plan Cumplido.

Para iniciar la parte operativa de la obra se “levantan las restricciones señaladas”, es decir se resuelven las restricciones. (Ver Tabla N° 24)

- a) Es el análisis para dejar libre de necesidades a las actividades del *Look a head* para que se puedan realizar en el tiempo planeado
- b) Se asignan responsables por actividad y fechas requeridas de entregas y se denomina “restricción liberada”

3.1.5 Programación semanal

Se trabaja el Tren de actividades de una semana elegida del Look a head 3 – 5 semanas (Ver Figura N° 85). Se efectúa la programación semanal, con restricciones resueltas, cumpliendo un sistema de control

- a) Listado y tareas por actividades ejecutables y medibles a realizar durante la semana, considerar actividades colchón o buffers. (Ver Tabla N°22).
- b) Estas no cuentan con restricciones y producción se compromete a realizarlas en el plazo indicado, con responsables por restricción (Ver Tabla N°23).

- c) Se desprende del Look a head y serán todas las actividades de la primera semana del Lookahead que estén libres de restricciones, con una lista de chequeo (Ver Tabla N°24).

3.1.6 Programación Diaria

Para iniciar semana de obra, se ejecuta una semana de la programación semanal (Ver Figura N°85), se efectúa el look a head de la semana, haciendo:

- a) Listado de tareas y/o actividades a realizarse durante la jornada del trabajo del día de la programación semanal. Se programa el alcance del trabajo que realizarán todos los obreros (con nombre y apellido) y responsables (Ver Tabla N°22).
- b) Las Restricciones, referidas de la programación semanal deben controlarse con lista de responsables (Ver Tabla N° 23), y lista de chequeo de restricciones liberadas. (Ver Tabla N°24).
- c) Se elabora en el plano en planta del área a trabajar, para identificar específicamente los frentes de trabajo. (Ver Figura N°86).
- d) Se busca cumplir con la Programación Semanal al final de jornada semanal y se termina de transcribir las tareas cumplidas, los avances y las no cumplidas. (Ver Tabla N°25).

3.1.7 Porcentaje de Programación Cumplida - PPC

El equipo de dirección de obra tiene como tarea, analizar siempre las causas de incumplimiento cada fin de semana, interpretar el resultado del PPC, tomar acciones sobre las causas identificadas, hacer seguimiento al resultado de dichas acciones, y efectuar el correctivo correspondiente. Para efectuar este análisis debe contarse con:

Porcentaje del Plan Cumplido (Ver Tabla N°26).

- Análisis de incumplimiento y medidas correctivas.
- Indicadores que muestra qué tan bien se programa en la obra y qué tanta confiabilidad se tiene
- Finalmente efectuar el histórico estadístico de la lista de cumplimiento y realizar el diagnostico comparativo de la solución de la tabla de riesgos. (Ver Figura N°87).

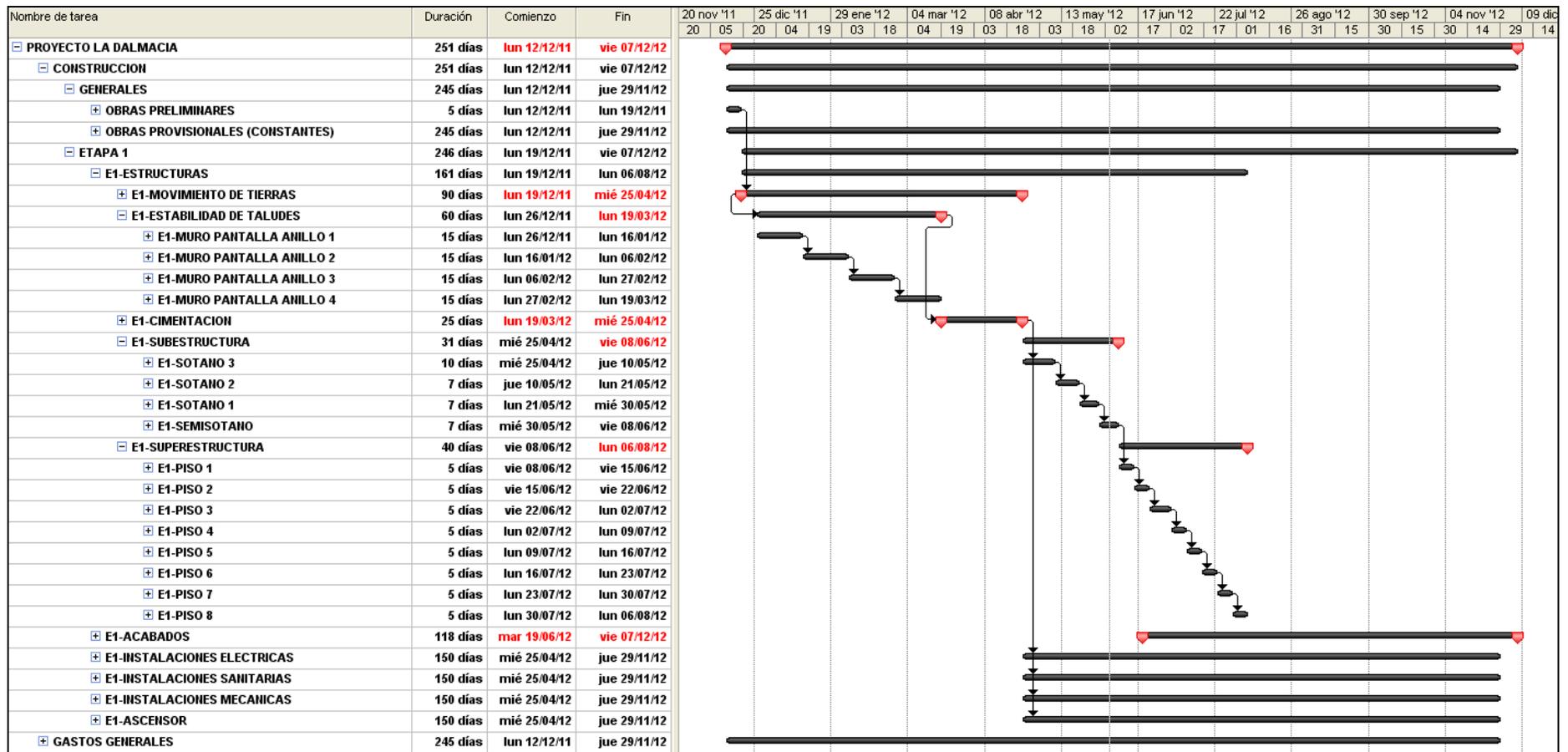
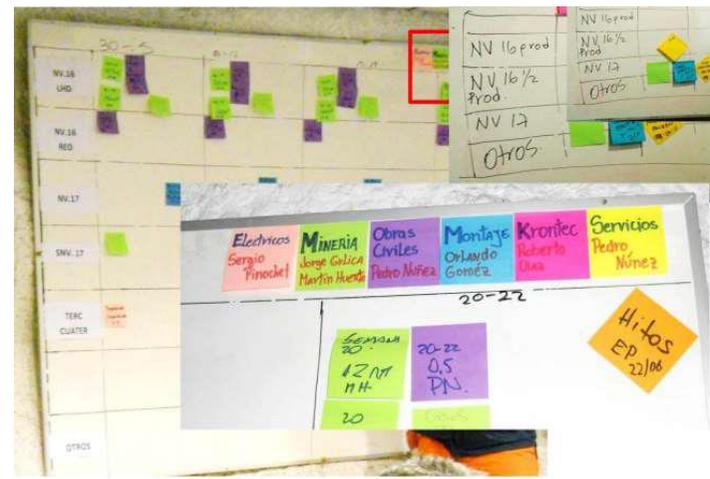


Figura N° 81.- Plan Maestro o Programación maestra- Hitos de la Obra.

Fuente: Elaboración propia



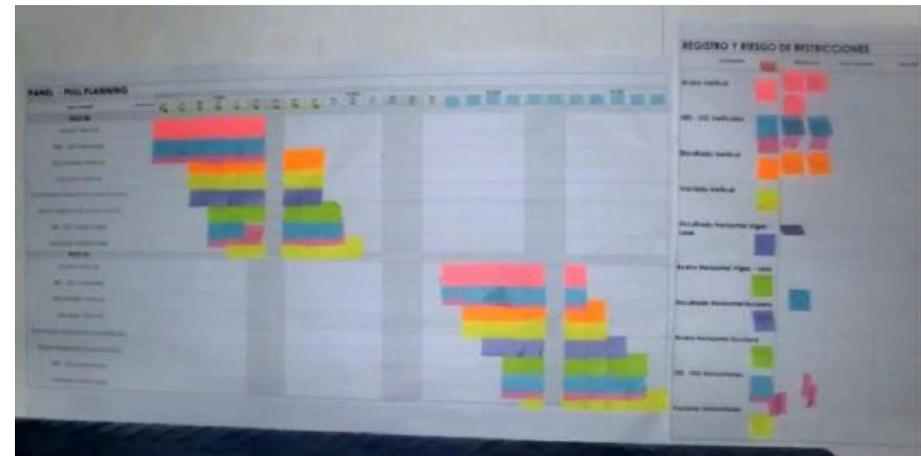
(a). - Preparación del Panel Pull Planning



(b). – Restricciones y compromisos de Operadores obra



(c). – Acuerdos entre operadores



(d). –Malla final del Panel Pull Planning

Figura N° 82.- Esquema del trabajo del Panel - Pull Planning
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 20.- Tren de Actividades y Balanceo de Cargas

días de tral-		7.30 a 12.00		13.00 a 17.00		8.5 H TF 42.5 H SEMANALES SE DEBE EJECUTAR EL EQUIVAL		Cálculo de cuadrillas por produc					
sabado		7.30 a 12.00				48.5/9= 10H		Horas diarias por nt					
	Metrado por piso típico	Und	4 Sectores	#obrero s cuadrill	Productiv idad (und/día) Velocida	Núme ro de días	Númer o de horas	1	2	3	4	5	6
Encofrado vertical	921.55	m2	230.39	2	22	10.5	104.7	104.7	52.4	34.9	26.2	20.9	17.5
Vaciado vertical	77.79	m3	19.45	6	30	0.6	6.5	6.5	3.2	2.2	1.6	1.3	1.1
cofrado horizontal vi	474.87	m2	118.72	2	13	9.5	95.0	95.0	47.5	31.7	23.7	19.0	15.8
cofrado horizontal lo	590.63	m2	147.66	2	15	9.8	98.4	98.4	49.2	32.8	24.6	19.7	16.4
Vaciado horizontal	141.53	m3	35.38	8	60	0.6	5.9	5.9	2.9	2.0	1.5	1.2	1.0
Acero vertical	11833.35	kg	2958.34	2	260	11.4	113.8	113.8	56.9	37.9	28.4	22.8	19.0
Acero horizontal viga	6447.89	kg	1611.97	2	220	7.3	73.3	73.3	36.6	24.4	18.3	14.7	12.2
Acero horizontal losa	5383.39	kg	1345.85	2	230	5.9	58.5	58.5	29.3	19.5	14.6	11.7	9.8

rendimientar

LENTE A 48H PARA RECIBIR LA PLANILLA COMPLETA

Actividad						Cálculo de cuadrilla por ratio						
Número de cuadrillas						Número de cuadrillas a	Número de trabajadores	Ratio (hh/unidad)	Número de horas hombre	Número de trabajadores	Número de cuadrillas a	Número obreros resultante
7	8	9	10	11	12							
15.0	13.1	11.6	10.5	9.5	8.7	11	22	0.91	209.4	20.9	11	22
0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	1	6	2.00	38.9	3.9	1	6
13.6	11.9	10.6	9.5	8.6	7.9	10	20	1.60	189.9	19.0	10	20
14.1	12.3	10.9	9.8	8.9	8.2	10	20	1.33	196.9	19.7	10	20
0.8	0.7	0.7	0.6	0.5	0.5	1	8	1.33	47.2	4.7	1	8
16.3	14.2	12.6	11.4	10.3	9.5	12	24	0.08	227.6	22.8	12	24
10.5	9.2	8.1	7.3	6.7	6.1	8	16	0.09	146.5	14.7	8	16
8.4	7.3	6.5	5.9	5.3	4.9	6	12	0.09	117.0	11.7	6	12

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 21.- Análisis de Restricciones–recursos Look a head 3

LOOKAHEAD/ANÁLISIS DE RESTRICCIONES/RECURSOS																								
CODIGO DE PROYECTO			AREA / DPTO												FECHA									
15			EDIFICACIONES												Viernes, 20 de Enero de 2012									
NOMBRE DE PROYECTO			CLIENTE												UBICACIÓN									
EDIFICIO PLAZA LA DALMACIA			PROYECTO PROPIO												CALLE COMANDANTE ALJOVIN 630 640 Y 650									
DESCRIPCION DE ACTIVIDAD/RESTRICCION/RECURSOS	UND	CANTIDAD	REALIZA LA ACTIVIDAD	SEMANA 7					SEMANA 8					SEMANA 9										
				L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
				23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
EXCAVACION MASIVA Y ELIMINACION																								
<i>Seguros De Subcontratista (Para el mes de Febrero)</i>			HERIBERTO								X													
<i>Cerrar El Contrato (Coordinar con Aize)</i>			J. OBANDO			X	X	X	X	X														
EXCAVACION MASIVA 2DO ANILLO	m3	600 a 700	SUPERMAQ	X	X	X	X	X																
<i>Coordinar con SUPERMAQ para su ingreso (flota de 5 camiones)</i>			RICARDO			5 CAM																		
EXCAVACION MASIVA 3ER ANILLO	m3	600 a 700	SUPERMAQ						X	X														
<i>Coordinar con SUPERMAQ para su ingreso</i>			RICARDO								X	X	X	8 CAM	8 CAM	8 CAM	8 CAM	8 CAM	8 CAM					
EXCAVACION MASIVA 4TO ANILLO	m3	600 a 700	SUPERMAQ																X					
<i>Coordinar con SUPERMAQ para su ingreso</i>			RICARDO																					
MUROS ANCLADOS (2DO Y 3ER ANILLO)																								
<i>Seguros De Subcontratista</i>			HERIBERTO			X	X	X																
PERFORACION DE ANCLAJES CON MAQUINA									P1,2,3,4	P5,6,7,8	P9,10,11,12	P13,14,15,16	P17,18,19,20	P21,22,23,24	P25,26,27,28	P29,30,31,32	P33,34,1,2	P3,4,5,6	P7,8,9,10					
<i>Seguros De Subcontratista (Febrero)</i>			HERIBERTO																					
<i>Llegada de Equipos PTP a obra (Perforadora, Compresora y Inyectora)</i>			glb	1	RICARDO	X	X	X	X	X														
<i>Llegada de Grupo Electrogenero</i>			glb	1	RICARDO						X													
<i>Coordinar Combustible de Grupo Electrogenero</i>			glb	1	CLAUDIA						X													
INYECCION DE CONCRETO									P1,2,3,4	P5,6,7,8	P9,10,11,12	P13,14,15,16	P17,18,19,20	P21,22,23,24	P25,26,27,28	P29,30,31,32	P33,34,1,2	P3,4,5,6	P7,8,9,10					
<i>Verificar aumento de carga</i>			glb	1	HERIBERTO	X	X	X	X															
EXCAVACION DE BANQUETAS CON MAQUINA				P10,11,12	P13,14,15	P16,17,18	P19,20,21	P22,23,24	P25,26,27	P28,29,30	P31,32,33	P34,1,2	P3,4,5	P6,7,8	P9,10,11	P12,13,14	P15,16,17	P18,19,20						
<i>Excavadora en obra (Coordinar sobre su combustible)</i>			und	1	RICARDO																			
PERFILADO DE BANQUETA (MANUAL) Y LECHADA DE CEMENTO				P10,11,12	P13,14,15	P16,17,18	P19,20,21	P22,23,24	P25,26,27	P28,29,30	P31,32,33	P34,1,2	P3,4,5	P6,7,8	P9,10,11	P12,13,14	P15,16,17	P18,19,20						
<i>Verificar Rendimientos para esta actividad</i>					IBETH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
COLOCACION DE ACERO				P7,8,9	P10,11,12	P13,14,15	P16,17,18	P19,20,21	P22,23,24	P25,26,27	P28,29,30	P31,32,33	P34,1,2	P3,4,5	P6,7,8	P9,10,11	P12,13,14	P15,16,17						
<i>Cerrar contrato SC Mano de Obra Instalacion</i>					J. OBANDO																			
<i>Seguros De Subcontratista (Febrero)</i>					HERIBERTO																			
<i>Coordinar proximos pedidos de acero</i>			Kg		CLAUDIA/RICARDO											X								
EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA PARA EMPALMES DE ACERO				P7,8,9	P10,11,12	P13,14,15	P16,17,18	P19,20,21	P22,23,24	P25,26,27	P28,29,30	P31,32,33	P34,1,2	P3,4,5	P6,7,8	P9,10,11	P12,13,14	P15,16,17						
ENCOFRADO DE MURO				P4,5,6	P7,8,9	P10,11,12	P13,14,15	P16,17,18	P19,20,21	P22,23,24	P25,26,27	P28,29,30	P31,32,33	P34,1,2	P3,4,5	P6,7,8	P9,10,11	P12,13,14	P15,16,17					
COLOCACION DE CONTRAFUERTE PARA ENCOFRADO				P4,5,6	P7,8,9	P10,11,12	P13,14,15	P16,17,18	P19,20,21	P22,23,24	P25,26,27	P28,29,30	P31,32,33	P34,1,2	P3,4,5	P6,7,8	P9,10,11	P12,13,14	P15,16,17					
<i>Verificar que todo el Acarreo se realice con la Excavadora</i>					IBETH / RICARDO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
VACIADO DE MURO				P4,5,6	P7,8,9	P10,11,12	P13,14,15	P16,17,18	P19,20,21	P22,23,24	P25,26,27	P28,29,30	P31,32,33	P34,1,2	P3,4,5	P6,7,8	P9,10,11	P12,13,14	P15,16,17					
<i>Pedido concreto premezclado (f=210kg/cm2 a "n" dias) para 2 semanas</i>			m3	180	CLAUDIA						X													
<i>Verificar el rendimiento y pedido del aditivo expansivo</i>			glb	1	CLAUDIA						X													
<i>Coordinacion Diaria concreto premezclado (f=210kg/cm2 a "n" dias)</i>			m3	90	IBETH	X	X	X	X	X	X	X	X	X										
<i>Verificar Vibradoras de concreto</i>			und	2	JEANCARLO																			
<i>Realizar Formata de desperdicio de concreto</i>					INES	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
DESENCOFRADO				P1,2,3	P4,5,6	P7,8,9	P10,11,12	P13,14,15	P16,17,18	P19,20,21	P22,23,24	P25,26,27	P28,29,30	P31,32,33	P34,1,2	P3,4,5	P6,7,8	P9,10,11						

Fuente: Elaboración propia

Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	SEMANA 8							
				L	M	X	J	V	S	D	
				30	31	01	02	03	04	05	
	EXCAVACION MASIVA Y ELIMINACION										
	EXCAVACION MASIVA 2DO ANILLO	m3	7500.00	X	X	X	X	X			
	EXCAVACION MASIVA 3ER ANILLO	m3	7500.00								
	MUROS ANCLADOS (2DO Y 3ER ANILLO)										
	PERFORACION DE ANCLAJES CON MAQUINA	ML		P5,6,7,8	P9,10,11,12	P13,14,15,16	P17,18,19,20	P21,22,23,24			
	INYECCION DE CONCRETO	ML		P5,6,7,8	P9,10,11,12	P13,14,15,16	P17,18,19,20	P21,22,23,24			
	EXCAVACION DE BANQUETAS CON MAQUINA	M3		P16,17,18	P19,20,21	P22,23,24	P25,26,27	P28,29,30			
	PERFILADO DE BANQUETA (MANUAL) Y LECHADA DE CEMENTO	M2		P16,17,18	P19,20,21	P22,23,24	P25,26,27	P28,29,30			
	COLOCACION DE ACERO	UND		P13,14,15	P16,17,18	P19,20,21	P22,23,24	P25,26,27			
	EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA PARA EMPALMES DE ACERO	UND		P13,14,15	P16,17,18	P19,20,21	P22,23,24	P25,26,27			
	ENCOFRADO DE MURO	M2		P10,11,12	P13,14,15	P16,17,18	P19,20,21	P22,23,24			
	COLOCACION DE CONTRAFUERTE PARA ENCOFRADO	UND		P10,11,12	P13,14,15	P16,17,18	P19,20,21	P22,23,24			
	VACIADO DE MURO	M3		P10,11,12	P13,14,15	P16,17,18	P19,20,21	P22,23,24			
	DESENCOFRADO	M2		P7,8,9	P9,10,11	P10,11,12	P13,14,15	P16,17,18			
	TENSADO DE ANCLAJES DE MUROS	UND									
	FAJA TRANSPORTADORA										
	MONTAJE Y DESMONTAJE										

Figura N° 85.- Tren de actividades - semanal aprobado en el Pull Planning
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 22.- Programación Semanal entregables por actividad

PROGRAMACION SEMANAL							
NOMBRE DE PROYECTO PLAZA LA DALMACIA			AREA / DPTO EDIFICACIONES				
CODIGO DE PROYECTO 15			PROPIETARIO GERENCIA Y CONSTRUCCION EDIFICA SAC				
Descripción de la Actividad	Und	Metrado Programado	SEMANA 4				
			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
EXCAVACION MASIVA Y ELIMINACION							
EXCAVACION MASIVA 2DO ANILLO	M3	3750	450	450	450	450	450
MUROS ANCLADOS (2DO Y 3ER ANILLO)							
PERFORACION DE ANCLAJES CON MAQUINA	ML						4 PAÑOS
INYECCION DE CONCRETO	ML						4 PAÑOS
EXCAVACION DE BANQUETAS CON MAQUINA	M3	315	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS
PERFILADO DE BANQUETA (MANUAL) Y LECHADA DE CEMENTO	M2	210	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS
COLOCACION DE ACERO	UND	9	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS
EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA PARA EMPALMES DE ACERO	UND	9	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS
ENCOFRADO DE MURO	M2	105	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS
COLOCACION DE CONTRAFUERTE PARA ENCOFRADO	UND	6	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS
VACIADO DE MURO	M3	31.5	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS
DESENCOFRADO	M2	52.5	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS
TENSADO DE ANCLAJES DE MUROS	UND						

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 23.- Responsabilidad de Restricciones / Recursos

NOMBRE DE PROYECTO		AREA / DPTO		FECHA:		
PLAZA LA DALMACIA		EDIFICACIONES		Lunes 23 de Enero de 2012		
CODIGO DEL PROYECTO		PROPIETARIO		UBICACION		
15		GERENCIA Y CONSTRUCCION EDIFICA SAC		CALLE ALJOVIN 630,640 Y 650		
Cantidad	Und.	Actividad	Fecha que se debe realizar la actividad	Descripción de la Restricción	Fecha Requerida en Obra	Responsable
EXCAVACION MASIVA Y ELIMINACION						
1	GLB	Seguros De Subcontratista	23-Ene-12	Solicitar a SUPERMAQ	23-Ene-12	Heriberto Crisanto
1	GLB	Cerrar El Contrato (Coordinar con Aizel)	20-Ene-12	Hacerle seguimiento al cierre con Aizel	20-Ene-12	Ing. Julio Obando
EXCAVACION MASIVA 2DO ANILLO						
1	GLB	Coordinar con SUPERMAQ	23-Ene-12	Flota de 5 camiones	23-Ene-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
EXCAVACION MASIVA 3ER ANILLO						
1	GLB	Coordinar con SUPERMAQ Ingreso	30-Ene-12	Minimo flota de 8 camiones	01-Feb-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
EXCAVACION MASIVA 4TO ANILLO						
1	GLB	Coordinar con SUPERMAQ ingreso	10-Feb-12	Minimo flota de 8 camiones	13-Feb-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
MUROS ANCLADOS (2DO Y 3ER ANILLO)						
1	GLB	Seguros de Subcontratistas	24-Ene-12	Solicitarlo	26-Ene-12	Heriberto Crisanto
PERFORACION DE ANCLAJES CON MAQUINA						
1	GLB	Llegada de Equipos PTP a obra (Perforadora, Compresora y Inyectora)	23-Ene-12	Coordinar con Juan PTP	27-Ene-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
1	GLB	Seguros De Subcontratista (Febrero)	30-Ene-12	Solicitarlo	30-Ene-12	Heriberto Crisanto
1	GLB	Llegada de Grupo Electrogeno	26-Ene-12		26-Ene-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
1	GLB	Coordinar Combustible de Grupo Electrogeno	25-Ene-12		26-Ene-12	Ing. Claudia Castro
INYECCION DE CONCRETO						
1	GLB	Verificar aumento de carga o equipo electrogeno (cables)	23-Ene-12	Coordinar con AyA	26-Ene-12	Heriberto Crisanto
EXCAVACION DE BANQUETAS CON MAQUINA						
1	GLB	Coordinar sobre su combustible	23-Ene-12		23-Ene-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
PERFILADO DE BANQUETA (MANUAL) Y LECHADA DE CEMENTO						
1	GLB	Verificar Rendimientos para esta actividad	23-Ene-12	Actualizar Curvas de Productividad	23-Ene-12	Ing. Ibeth Lijarza
COLOCACION DE ACERO						
1	GLB	Cerrar contrato SC Mano de Obra instalacion	23-Ene-12	Para enviar al ciclo de contratos	23-Ene-12	Ing. Julio Obando
1	GLB	Seguros de Subcontratistas	30-Ene-12	Solicitarlo	30-Ene-12	Heriberto Crisanto
1	GLB	Realizar Corte de Acero para los anillos restantes	27-Ene-12	Entregarselo al SC	27-Ene-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
1	GLB	Llegada de Acero a Obra	23-Ene-12	verificar lo ya llegado a obra	23-Ene-12	Ing. Ricardo Anyaipoma
1	GLB	Realizar Proximos pedidos de acero	30-Ene-12		30-Ene-12	Ing. Claudia Castro
EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA PARA EMPALMES DE ACERO						
ENCOFRADO DE MURO						
COLOCACION DE CONTRAFUERTE PARA ENCOFRADO						
VACIADO DE MURO						
1	GLB	Pedidos de concreto premezclado	27-Ene-12	(fc=210kg/cm2 a 3 dias) para 2 semanas	27-Ene-12	Ing. Claudia Castro
1	GLB	Pedidos de concreto premezclado Diario	23-Ene-12	(fc=210kg/cm2 a 3 dias)	27-Ene-12	Ing. Ibeth Lijarza
1	GLB	Realizar formato de desperdicio de concreto	19-Ene-12	Coordinar con HARSCO	20-Ene-12	Ing. Ibeth Lijarza
1	GLB	Verificar el rendimiento y pedido del aditivo expansivo	27-Ene-12		27-Ene-12	Ing. Claudia Castro
1	GLB	Verificar Vibradoras de concreto	27-Ene-12		27-Ene-12	Jean Carlos Mendoza
1	GLB	Realizar formato de desperdicio de concreto	23-Ene-12		23-Ene-12	Ing. Ines Castillo
DESENCOFRADO						
TENSADO DE ANCLAJES DE MUROS						
1	GLB	Coordinar llegada de equipo de tensado a obra	27-Feb-12	Coordinar con PTP	02-Feb-12	Ing. Ricardo Anyaipoma

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 24. - Lista de Control- levantamiento de restricciones

PROGRAMACION SEMANAL													
NOMBRE DE PROYECTO			AREA / DPTO					FECHA					
PLAZA LA DALMACIA			EDIFICACIONES					Viernes, 20 de Enero de 2012					
CODIGO DE PROYECTO			PROPIETARIO					UBICACION					
15			GERENCIA Y CONSTRUCCION EDIFICA SAC					CALLE ALJOVIN 630,640 Y 650					
Descripción de la Actividad	Und	Metrado Programado	SEMANA 4					SEGUIMIENTO LEVANTAMIENTO DE RESTRICCIONES					
			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	INFORMACION	ACTIVIDAD PRECEDENTES	ESPACIO	MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPOS
EXCAVACION MASIVA Y ELIMINACION													
EXCAVACION MASIVA 2DO ANILLO	M3	3750	450	450	450	450	450						
MUROS ANCLADOS (2DO Y 3ER ANILLO)													
PERFORACION DE ANCLAJES CON MAQUINA	ML						4 PAÑOS						
INYECCION DE CONCRETO	ML						4 PAÑOS						
EXCAVACION DE BANQUETAS CON MAQUINA	M3	315	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	SI	SI	SI	SI	SI	SI
PERFILADO DE BANQUETA (MANUAL) Y LECHADA DE CEMENTO	M2	210	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	SI	SI	SI	SI	SI	SI
COLOCACION DE ACERO	UND	9	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	SI	SI	SI	SI	SI	SI
EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA PARA EMPALMES DE ACERO	UND	9	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	SI	SI	SI	SI	SI	SI
ENCOFRADO DE MURO	M2	105	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	SI	SI	SI	SI	SI	SI
COLOCACION DE CONTRAFUERTE PARA ENCOFRADO	UND	6	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	SI	SI	SI	SI	SI	SI
VACIADO DE MURO	M3	31.5	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	SI	SI	SI	SI	SI	SI
DESENCOFRADO	M2	52.5	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	SI	SI	SI	SI	SI	SI
TENSADO DE ANCLAJES DE MUROS	UND												

Fuente: Elaboración propia

PROGRAMACION Diaria lunes 09 de mayo 2011



Figura N° 86.- Plano de Programación diaria y de frentes de trabajo.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 25.- Programación Diaria ejecutada

PROGRAMACION Diaria lunes 09 de mayo 2011								
CUADRILLA	CAT	ACTIVIDAD	METRADO	UND	HORARIO			TOTAL HORAS
TOPOGRAFIA								
ENRIQUE LOZANO	OPERARIO	TRAZO DE CIMENTACION Z C8 - C9 / VC 11			08:00	A	10:00	8.50
		TRAZO DE ENCOFRADO MURO PL 09 - COR 14 - 14 / C 12 - C 18 / Z C8 - C9 / VC 11			10:00	A	12:00	
		TRAZO DE VACIADO MURO PL 09 - COR 14 - 14 / Z C8 - C9 / VC 11			13:00	A	17:30	
ALEXANDER COBEÑAS	AYUDANTE	TRAZO DE CIMENTACION Z C8 - C9 / VC 11			08:00	A	10:00	8.50
		TRAZO DE ENCOFRADO MURO PL 09 - COR 14 - 14 / C 12 - C 18 / Z C8 - C9 / VC 11			10:00	A	12:00	
		TRAZO DE VACIADO MURO PL 09 - COR 14 - 14 / Z C8 - C9 / VC 11			13:00	A	17:30	
JUAN CARLOS QUICAÑO	AYUDANTE	TRAZO DE CIMENTACION Z C8 - C9 / VC 11			08:00	A	10:00	8.50
		TRAZO DE ENCOFRADO MURO PL 09 - COR 14 - 14 / C 12 - C 18 / Z C8 - C9 / VC 11			10:00	A	12:00	
		TRAZO DE VACIADO MURO PL 09 - COR 14 - 14 / Z C8 - C9 / VC 11			13:00	A	17:30	
ENCOFRADO								
SANTIAGO DE LA CRUZ BARRIENTOS	OPERARIO	MURO PL 09 - COR 14 - 14 / C 12 - C 18 / Z C8 - C9 / VC 11	87.77	m ²	08:00	A	17:30	8.50
SEVERIANO RIVAS OSCCO	OPERARIO	MURO PL 09 - VC 11	9.89	m ²	08:00	A	17:30	8.50
JOEL HUAMAN PARIONA	AYUDANTE	MURO PL 09 - VC 11	9.89	m ²	08:00	A	17:30	8.50
NICANOR PAUCAR	OPERARIO	CORTE 14 - 14	6.29	m ²	08:00	A	17:30	8.50
CESAR SALVADOR	AYUDANTE	CORTE 14 - 14	6.29	m ²	08:00	A	17:30	8.50
ESPINOZA CARLOS	OPERARIO	CORTE 14 - 14	6.29	m ²	08:00	A	17:30	8.50
ELISVAN OBLITAS	AYUDANTE	CORTE 14 - 14	6.29	m ²	08:00	A	17:30	8.50
RURUSH BONELLI	OFICIAL	MURO PL 09 - VC 11	9.89	m ²	08:00	A	17:30	8.50
YOSIMAR CORDOVA	AYUDANTE	MURO PL 09 - VC 11	9.89	m ²	08:00	A	17:30	8.50
JULIO MINA	OFICIAL	Z C8 - C9	5.58	m ²	08:00	A	17:30	8.50
DIEGO ADRIANZEN	AYUDANTE	Z C8 - C9	5.58	m ²	08:00	A	17:30	8.50
FELIX QUISPE ROJAS	OPERARIO	C 12 - C 18	5.94	m ²	08:00	A	17:30	8.50
EVARISTO DIAZ MEDINA	OFICIAL	C 12 - C 18	5.94	m ²	08:00	A	17:30	8.50
CONCRETO								
OSCAR FRANCISCO GARCIA FLORES	OPERARIO	MURO PL 09 - COR 14 - 14 / Z C8 - C9 / VC 11	50.00	m ³	08:00	A	17:30	8.50
JORGE MANIHUARI	AYUDANTE	MURO PL 09 - COR 14 - 14 / Z C8 - C9 / VC 11	50.00	m ³	13:00	A	17:30	4.50
MAURO MENA	AYUDANTE	VIBRADOR	50.00	m ³	13:00	A	17:30	4.50
JULIO CHOQUEHUAMANI	AYUDANTE	MURO PL 09 - COR 14 - 14 / Z C8 - C9 / VC 11	50.00	m ³	13:00	A	17:30	4.50
TACOS Y ESCANTILLONES								
VICENTE PACHERRES	AYUDANTE	SEPARADORES DE CONCRETO (ACERO)	1.00	glb	08:00	A	17:30	8.50
ACARREO LATERAL DE MATERIAL								
DANIEL MUCHOTRIGO	AYUDANTE	ACARREO DE PANELES Y TABLAS	1.00	glb	08:00	A	17:30	8.50
JULIO CHOQUEHUAMANI	AYUDANTE	ACARREO DE PANELES Y TABLAS	1.00	glb	08:00	A	10:00	2.00
BRAULIO AQUINO	AYUDANTE	ACARREO DE PANELES Y TABLAS	1.00	glb	08:00	A	10:00	2.00
MARTIN PRADO	AYUDANTE	ACARREO DE PANELES Y TABLAS	1.00	glb	08:00	A	10:00	2.00
RELLENO Y COMPACTACION								
MARTIN PRADO	AYUDANTE	DEL EJE 1 AL 5	1.00	glb	13:00	A	17:30	4.50
BRAULIO AQUINO	AYUDANTE	DEL EJE 1 AL 5	1.00	glb	13:00	A	17:30	4.50
JORGE MANIHUARI	AYUDANTE	DEL EJE 1 AL 5	1.00	glb	08:00	A	12:00	4.00
MAURO MENA	AYUDANTE	DEL EJE 1 AL 5	1.00	glb	08:00	A	12:00	4.00
ELEAZAR CISNEROS	AYUDANTE	DEL EJE 1 AL 5	1.00	glb	08:00	A	17:30	8.50
PERFILADO								
JULIO CHOQUEHUAMANI	AYUDANTE	CORTE 3 - 3 / 11 - 11	12.20	m ²	10:00	A	12:00	2.00
BRAULIO AQUINO	AYUDANTE	CORTE 3 - 3 / 11 - 11	12.20	m ²	10:00	A	12:00	2.00
MARTIN PRADO	AYUDANTE	CORTE 3 - 3 / 11 - 11	12.20	m ²	10:00	A	12:00	2.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 26.- Porcentaje del plan cumplido-PPC

REGISTRO GESTION DE PROYECTOS													REVISION: 1				
PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO													39647				
CODIGO DE PROYECTO													NO. REGISTRO				
ANDOAS PLUS																	
AREA / DPTO													Pagina: 2				
PROYECTOS																	
NOMBRE DE PROYECTO													UBICACION				
REINYECCION - CAPAHUARI													CAPAHUARI - LOTE 1AB				
CLIENTE																	
PLUSPETROL NORTE S.A.																	
Código	Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	Metrado para la semana	SEMANA 29							ANALISIS DE CUMPLIMIENTO					
					V	S	D	L	M	M	J	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA	
11	12	13	14	15	16	17											
CAPAHUARI SUR - 2008																	
1.00	FACILIDADES EN BATERIA																
1.10	Lineas e Interconexiones 2º Etapa (Reinyeccion 2008)																
1.1.1	INTERCONEXIONES TK 10MB - TK 15MB																
	Linea de Gas de Venteo VG 16"	Pega	24.00	16.80	4	4	4	4	4	4	4	4	X				
	Linea de Gas de Venteo VG 12"	Pega	16.00	4.00									4	X			
1.20	Bombas Booster 2x60MBD																
1.2.1	OBRAS METALMECANICAS (CASETAS)	Kg	11,000.00	3,666.00	6	6	6	6	6	6	6	6	X				
1.2.3	MANIFOLD Y CONEXIONES ENTRE BOMBAS																
	Fabricacion de Spoil de Descarga de Bombas 12"	Pega	12.00	12.00				4	4	4			X				
2.00	FACILIDADES EN REINYECCION																
2.20	Linea 10" Sch 120 Pozo CAPS 33 (2.6 Km) 2º Tramo																
	Soldeo de Tuberia 10" Sch 120	ml	55.00	55.00	6	6	6							X	CLI-ING	Cambio de Ingeniería - La llegada a las Bombas HPS ahora serán enterradas y no sobre soportería.	Recuperar tuberías y habilitarlas para el pintado
	Cruce de Carretera	Unid	1.00	1.00	2	2	2							X	CLI-ING	Cambio de Ingeniería - La llegada a las Bombas HPS ahora serán enterradas y no sobre soportería.	Reprogramar excavación de Zanja con equipo
2.30	Bombas HPS Bateria (5 x 20 MBD)																
2.3.1	OBRAS METALMECANICAS (CASETA PRINCIPAL)	Kg	8,000.00	3,500.00	6	6	6	6	6	6	6	6	X				
2.3.3	MANIFOLD Y CONEXIONES ENTRE BOMBAS																
4.00	GATHERINE STATION																
	Derecho de Vía	m2	18,000.00	9,000.00	4	4	4	4	4	4	4	4	X				
	Rip Rap	m	2,500.00	921.05	2	2	2	2	2	2	2	2	X				
CAPAHUARI SUR - SALDOS 2007																	
1.00	POZA DE LODOS																
1.10	Cerramiento de planchas corrugadas flexiforte	m2	50.00	50.00					2	2	2		X				
1.20	Montaje de Cerco de malla Olimpica	m2	51.00	34.00	2	2	2	2					X				
ANALISIS DE LA CONFIABILIDAD (EN %)													9	2			
													82%	18%			
ELABORADO POR: NOMBRE : ING. CARLOS ALVARADO LEVEAU CARGO : SUPERVISOR DE OBRA 18/07/2008										APROBADO POR: NOMBRE : ING. RAUL PRADA CANO CARGO : ING. RESIDENTE DE OBRA 18/07/2008					FIRMA:		

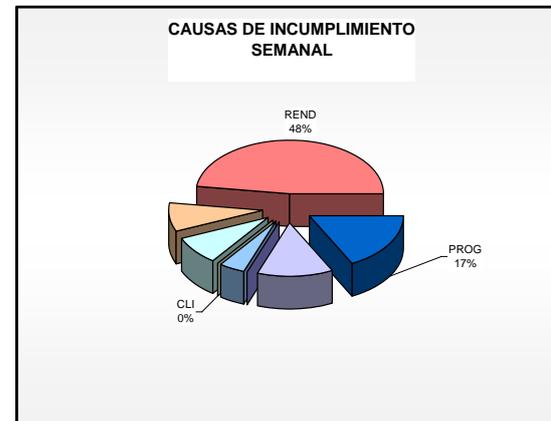
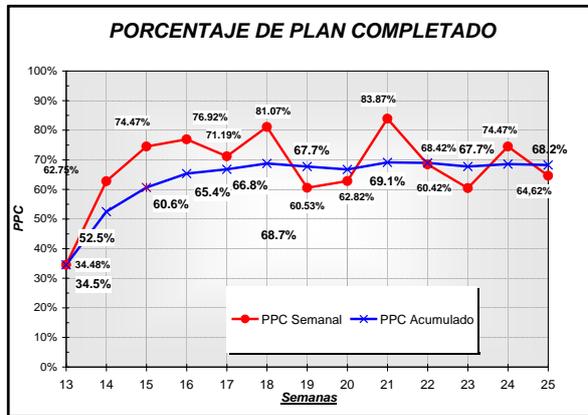
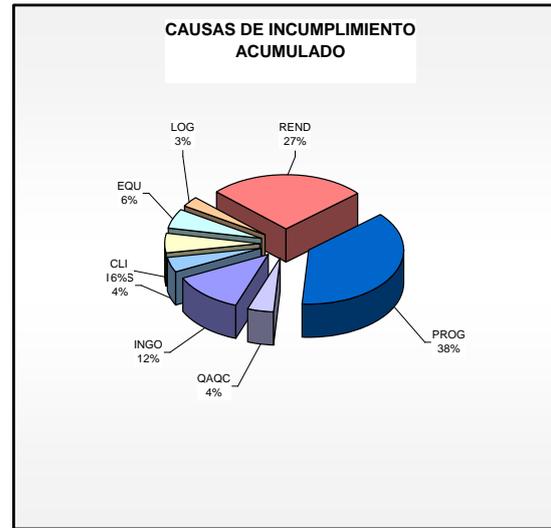
Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 27.- Análisis de incumplimiento y Medidas correctivas

NOMBRE DE PROYECTO		AREA / DPTO		FECHA												
PLAZA LA DALMACIA		EDIFICACIONES														
CODIGO DE PROYECTO		PROPIETARIO		UBICACION												
15		GERENCIA Y CONSTRUCCION EDIFICA SAC		CALLE ALJOVIN 630,640 Y 650												
Descripción de la Actividad	Und	Metrado Programado	Metrado Realizado	SEMANA 7						ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO						
				Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA		
EXCAVACION MASIVA Y ELIMINACION																
EXCAVACION MASIVA 2DO ANILLO	M3	1,500.00		300.00	300.00	300.00	300.00	300.00				X				
			1,612.00	492.00	448.00	336.00	224.00	112.00								
MUROS ANCLADOS (2DO Y 3ER ANILLO)																
PERFORACION DE ANCLAJES CON MAQUINA																
INYECCION DE CONCRETO																
EXCAVACION DE BANQUETAS CON MAQUINA	UND	15.00		3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS					X	PROG	Problemas con el Espacio	Mejorar Layout de obra considerando dimensiones reales de Equipos de movimiento de tierras y tener en cuenta las dimensiones de la rampa
			11.00	4 PAÑOS	1 PAÑOS	3 PAÑOS	1 PAÑO	2 PAÑOS								
PERFILADO DE BANQUETA (MANUAL) Y LECHADA DE CEMENTO	UND	15.00		3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS					X	PROG	Problemas con el Espacio	Mejorar Layout de obra considerando dimensiones reales de Equipos de movimiento de tierras y tener en cuenta las dimensiones de la rampa
			13.00	4 PAÑOS	1 PAÑOS	4 PAÑOS	2 PAÑO	2 PAÑOS								
COLOCACION DE ACERO	UND	15.00		3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS					X	PROG	Problemas con el Espacio	Mejorar Layout de obra considerando dimensiones reales de Equipos de movimiento de tierras y tener en cuenta las dimensiones de la rampa
			14.00	2 PAÑOS	4 PAÑOS	2 PAÑOS	3 PAÑO	2 PAÑOS	1 PAÑO							
EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA PARA EMPALMES DE ACERO	UND	15.00		3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS					X	PROG	Problemas con el Espacio	Mejorar Layout de obra considerando dimensiones reales de Equipos de movimiento de tierras y tener en cuenta las dimensiones de la rampa
			14.00	2 PAÑOS	4 PAÑOS	2 PAÑOS	3 PAÑO	2 PAÑOS	1 PAÑO							
ENCOFRADO DE MURO	UND	15.00		3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS				X				
			15.00	3 PAÑOS	1 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	2 PAÑOS							
COLOCACION DE CONTRAFUERTE PARA ENCOFRADO	UND	15.00		3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS				X				
			15.00	3 PAÑOS	1 PAÑO	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	2 PAÑOS							
VACIADO DE MURO	UND	15.00		3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS				X				
			15.00	3 PAÑOS	2 PAÑOS	3 PAÑOS	2 PAÑOS	3 PAÑOS	2 PAÑOS							
DESENCOFRADO	UND	15.00		3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS				X				
			17.00	3 PAÑOS	3 PAÑOS	2 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS	3 PAÑOS							
TENSADO DE ANCLAJES DE MUROS																

Fuente: Elaboración propia

Semana	FECHA		PORCENTAJE DE PLAN COMPLETADO		TAREAS PROGRAMADAS		TAREAS REALIZADAS	
	Inicio	Fin	Semanal	Acumulado	Semanal	Acumulado	Semanal	Acumulado
13	22-Mar-04	28-Mar-04	34.5%	34.5%	29	29	10	10
14	28-Mar-04	4-Abr-04	62.7%	52.5%	51	80	32	42
15	5-Abr-04	11-Abr-04	74.5%	60.6%	47	127	35	77
16	12-Abr-04	18-Abr-04	76.9%	65.4%	52	179	40	117
17	19-Abr-04	25-Abr-04	71.2%	66.8%	59	238	42	159
18	26-Abr-04	2-May-04	81.1%	68.7%	37	275	30	189
19	3-May-04	9-May-04	60.5%	67.7%	38	313	23	212
20	10-May-04	16-May-04	62.8%	66.8%	78	391	49	261
21	17-May-04	23-May-04	83.9%	69.1%	62	453	52	313
22	24-May-04	30-May-04	68.4%	69.0%	114	567	78	391
23	31-May-04	6-Jun-04	60.4%	67.7%	96	663	58	449
24	7-Jun-04	13-Jun-04	74.5%	68.6%	94	757	70	519
25	14-Jun-04	20-Jun-04	64.6%	68.2%	65	822	42	561
26	21-Jun-04	27-Jun-04		68.2%		822		561
27	28-Jun-04	4-Jul-04		68.2%		822		561
28	5-Jul-04	11-Jul-04		68.2%		822		561
29	12-Jul-04	18-Jul-04		68.2%		822		561
30	19-Jul-04	25-Jul-04		68.2%		822		561
31	26-Jul-04	1-Ago-04		68.2%		822		561
32	2-Ago-04	8-Ago-04		68.2%		822		561
33	9-Ago-04	15-Ago-04		68.2%		822		561
34	16-Ago-04	22-Ago-04		68.2%		822		561
35	23-Ago-04	29-Ago-04		68.2%		822		561
36	30-Ago-04	5-Sep-04		68.2%		822		561
37	6-Sep-04	12-Sep-04		68.2%		822		561
38	13-Sep-04	19-Sep-04		68.2%		822		561
39	20-Sep-04	26-Sep-04		68.2%		822		561
40	27-Sep-04	3-Oct-04		68.2%		822		561
41	4-Oct-04	10-Oct-04		68.2%		822		561
42	11-Oct-04	17-Oct-04		68.2%		822		561
43	18-Oct-04	24-Oct-04		68.2%		822		561
44	25-Oct-04	31-Oct-04		68.2%		822		561
45	1-Nov-04	7-Nov-04		68.2%		822		561
46	8-Nov-04	14-Nov-04		68.2%		822		561



CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO							
INGO	Cambios de ingeniería del proyecto GyM	INGS	Cambios o indefiniciones de ingeniería por Supervisión	CLI	Eventos climáticos	EQU	Falta de equipos requeridos o averías
LOG	Logística, llegada tardía de pedidos, incumplimiento de proveedores.	REND	Malos rendimientos en producción - campo	REPRO	Actividades no programadas y necesidad de ejecutarlas	QAQC	Control de calidad

PPC ACUMULADO				
Semanas	Actividades Cumplidas	Actividades No Cumplidas	PPC	PPC ACUM.
Semana 5	7	2	78%	78%
Semana 6	5	8	38%	55%
Semana 7	5	4	56%	55%
Semana 8	6	2	75%	59%
Semana 9	3	4	43%	57%
Semana 10	8	1	89%	62%



Figura N° 87.- Informes históricos y gráficos del PPC
Fuente: Elaboración propia

3.1.8 Herramientas Lean

Existen un conjunto de herramientas que son usadas en la aplicación Lean, debido a que sus resultados permiten obtener se cuadran con los objetivos de producción ajustada Lean. Entre las más usadas por el momento son:

- a) Justo a tiempo. - Ajusta la producción de una estación de trabajo a otra para que no exista unidades estáticas sin productividad, se denomina Sistema Pull, “jalar”.
- b) “5S”. - Optimizan el flujo de trabajo: Seleccionar: Separar innecesarios, Organizar: Situar necesarios, Limpiar: Suprimir suciedad, Estandarizar: Señalar anomalías y Seguimiento y disciplina: Seguir mejorando.
- c) Kanban. - Es un sistema de información que controla el desarrollo de los productos necesarios en la cantidad y tiempo necesarios en cada uno de los procesos que tienen lugar en la obra. Son señales que aceleran la producción en el momento necesario.
- d) Trabajo estandarizado. – Diseñar las actividades con alcance de trabajo similar en todas las estaciones de trabajo del proceso.
- e) Gestión de calidad total - Total Quality Management, o comúnmente denominado TQM, y está orientada a crear conciencia de calidad en todos los procesos de la obra. Se le denomina total porque concierne a la organización de la obra globalmente considerada y a las personas que trabajan en ella.
- f) Jidoka.- Busca que cada proceso tenga su propio autocontrol de calidad; si un proceso no cumple la calidad del producto programado, se detiene el proceso.
- g) Competencia basada en el tiempo. - Con el PPC (pág. 119), el CCP (pág. 70), el tiempo de la obra pasa de ser controlado a mejorado.
- h) Ingeniería concurrente, prueba error Poka Yoke. Imposibilita físicamente y por procesos, de algún modo el error humano- Puntualiza la realización de cosas obvias en las que detecta errores o evitan que se cometan. El objetivo final es concretar un proceso o terminar un producto sin la posibilidad de que exista un defecto.
- i) Kaizen. - Procesos de rediseño o reingeniería basados en el círculo de Deming de mejora continua.
- j) Administración basada en Valor – Value Stream Map.- Esquemas que identifican los desperdicios en el proceso de la obra.

- k) Mantenimiento productivo total. - Detección del Trabajo productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC), y Trabajo no contributivo (TNC), aumentar el TP, disminuir o eliminar el TNC.
- l) Participación de los empleados, Aplicación del Look a head, Pull Plannig y el Panel Pull Planning, responsabilidad colaborativa.

Se ha enumerado algunas herramientas más utilizadas en la aplicación de la filosofía Lean. Las filosofías lean está abierta a la utilización de cualquier otro tipo de herramienta que el Ingeniero residente o Gerente de Gestión o equipo de gerencia, considere que fortalecerá la aplicación del Lean. Como, por ejemplo: El diagrama de Pareto, el diagrama de Ishikawa, el método de la ciencia del conocimiento entre otros.

CONCLUSIONES

Del Problema Principal y Objetivo General.

La evolución del conocimiento de los años 80' al 2017 ha permitido desarrollar la productividad en la construcción con eficiencia, y al sistematizar el desarrollo de obra con el Sistema del Ultimo Planificador (Last Planner System), ha generado un cambio desde el proceso de planificación, enfoque de los metrados, la programación en obra y la ejecución para cumplir lo planificado.

De los Problemas Específicos.

a). - El sistema constructivo desarrollado en los 80' establecía metas físicas de conclusión por partidas, era el modelo de conversión de procesos; por lo tanto, todo el sistema de planificación, ejecución y control se centraba en ese objetivo. La planificación de un proyecto culminaba hasta la programación PERT y el CPM; en obra se anexaban sistemas de apoyo y control como el tareo, el informe semanal de producción, (ISP), el sistema Costo y Producción (Anexo B), la curvas S, el Valor ganado, y últimamente el PMBOK®.

El nuevo sistema constructivo modelo de flujo de procesos, propuesto como Lean Construction, genera en el Perú nuevas metas, nueva visión y por lo tanto nuevos procesos.

b). - “Un referente en este país sobre el uso de esta filosofía es la empresa GyM, pues en 1999 decidió iniciar la aplicación de metodologías Lean en dos proyectos de gran envergadura: el mercado mayorista Minka, en el Callao y el edificio Latino (Ripley, en San Isidro). Desde entonces, GyM hizo suya la filosofía Lean como fundamento para la gestión de sus proyectos”.

Ramírez H. (2012) *Optimización de procesos constructivos en el Condominio Bolognesi-Puente Piedra*. (Tesis de pregrado), Universidad Ricardo Palma. Lima.

En el Perú, la aplicación del Lean se inicia con la empresa G&M en el 2000, hoy en las empresas grandes y en la ejecución de obras en la que participan empresas extranjeras esta nueva filosofía está siendo desarrollada en su totalidad con procesos de estudio y capacitación e investigación. No se nota aun la aplicación del Lean en empresas medianas y pequeñas y no se masifica como método general en construcción.

c). - La aparición del Lean Construction ha cambiado la manera de plantear los procesos de construcción en el Perú, pasar a gestionar el modelo de conversión de procesos o los procesos de transformación al modelo de flujo de procesos o los procesos de flujo en la construcción, plantea reformular la planificación y programación de una obra desde el manejo de información inicial, desde los metrados, hasta la entrega de obra, utilizando la nueva filosofía Lean y la metodología BIM.

Los conceptos de Gestión de Proyectos deben agregar en su grupo de conocimientos toda la nueva filosofía Lean, y BIM, ya que esta innova y cambia las formas de conceptualizar la ejecución de un proyecto.

RECOMENDACIONES

- i. Profundizar la enseñanza de la gerencia de proyectos, o gestión de obras dentro de la formación académica como especialidad, Ghio (2001) afirma:

Significa reconocer que un alto porcentaje de los egresados van a trabajar en la construcción de edificaciones, caminos u obras civiles e industriales de todo tipo (se dice que compromete a un 95% de estos profesionales) y se olvida que la actividad de estos es diferente al de los ingenieros estructurales y, por consiguiente, necesitan una preparación diferente. Es imperativo que el ingeniero de construcción reciba un conocimiento básico común respecto a las otras especialidades de la Ingeniería Civil. (p. 82).
- ii. El aprendizaje de la producción ajustada o Lean, será más sencilla si se apoya en el conocimiento aplicado de todas las herramientas de gestión de proyectos generadas desde el inicio de la administración científica (Taylor 1917)
- iii. El sistema universitario debe insertar el proceso de enseñanza del Lean en su formación académica del ingeniero civil, Es una necesidad la presentación de propuestas y el desarrollo de trabajos de investigación.
- iv. El Método Lean debe ser aplicado con fórmulas y métodos adecuados a los procesos de construcción de nuestro país. La etapa de investigación en la aplicación del Lean construction en el Perú está en desarrollo, por el momento está siendo efectuada por empresas constructoras grandes, y el Capítulo peruano de Lean Construction.
- v. En la actualidad la aplicación del Lean Production y sus herramientas son utilizadas por algunas empresas en la etapa de planificación Lean, el look a head y pull plannig no es aplicado, el PPC al 100%. En esta propuesta se plantea desarrollar el diagnóstico de la aplicación de la filosofía Lean y la productividad en la construcción en el Peru.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias J.C., Bernal A., Cardona JS. (2013), *Manual Microsoft Project Professional 2013*, Microsoft Partner – PMI.
- COSAPI (1984), *Costo y Producción-Manual del Ingeniero Residente, Obra: Proyecto AI-Avda.Nicolas Arriola, Lima Perú: COSAPI.*
- Chiavenato I. (1999). *Introducción a la teoría General de la administración*, Sta Fe de Bogotá Colombia, CAMPUS Ltda.
- Díaz, G. (1966). CPM y PERT Métodos de planeación y Control, Tesis de Grado UNI.), Lima UNI.
- Ghio V. (2001). *Productividad en obras de construcción, Diagnostico, critica y propuesta.* Lima-Perú, Fondo Editorial de la PUCP.
- Gonzales H. (2017), *Estudio comparativo de alternativas al Método del Valor Ganado, ejemplos de aplicación, Fondo Ediuno-Universidad de Oviedo, Asturias, España.*
- Instituto de la Construcción y Gerencia. (2006), *Supervisión de Obras*, Lima, Perú: Fondo Editorial ICG.
- Instituto de la Construcción y Gerencia. (206), *Normas Legales para la construcción*, Lima, Perú: Fondo Editorial ICG.
- Koskela Lauri 1992 *Application of the New Production Philosophy to Conctruction*, Stanford University, Ca: CIFE 1992.
- Koontz, H., Weihrich, H. (2004), *Administración Una perspectiva Global, Atlampa, México: McGraw-Hill Interamericana Editores C⁰ Inc.*
- Pons A. JF, (2014). *Introducción al Lean Construction*, Navarra, España. Fundación Laboral de Construcción,
- Project Management Institute. (2004). *Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos.* Pennsylvania, EE. UU: PMI.Inc.
- Rodríguez, W. (2012). *Mejoramiento de la productividad en la Construcción de Obras con Lean Construction.* Lima, Perú: Cultura Abierta.
- Rodríguez, A. Alarcón, E. Pellicer, A. (2011), *La Gestión de la Obra desde la perspectiva del Ultimo Planificador*, Revista de Obras Publicas –Chile.

Vásquez, O. (2011) “Todo sobre Presupuestos en Edificaciones”, Lima, Oscar Vásquez SAC.

Digital

Alba, J. (2004). *Método del Valor Ganado (Earned Value Management – EVM)*,
www.PMI.org /latam Biblioteca Virtual del PMI:

Cruz-Machado, A y Rosa, P. (2007), *Modelo de Planificación basado en Construcción Ajustada para obras de corta duración*. Universidad Nova de Lisboa. e-mail: vcm@fct.unl.pt.

Loria, J.H. (2002). *Programación de Obras con la Técnica de la Línea de Balance*-
Miembro de la Academia de Ingeniería de México.
<http://www.ai.org.mx/ai/archivos/coloquios/regional-zona7/Programacion%20de%20Obras%20con%20la%20Tecnica%20de%20la%20Linea%20de%20Balance.pdf>

Lázala, F. (2003). *Industria Automovilística* Recuperado de
<http://www.ecobachillerato.com/trabajosecono/tuning.pdf>

Martin, R y Fannon, D. (2010), *Gestión del Valor Ganado del Trabajo en Curso*,
www.PMI.org/latam Biblioteca Virtual del PMI.

Miranda, J. (2007). *Teoría de las Restricciones*. Recuperado de
<http://www.iaap.word.com>

Molina, A. (2011). *Ms-Project 2003-2007-2010, Aplicado a la construcción*,
easycom.ms.project@gmail.com.

Nieva, A. (1999). *Innovación en la Gestión de Proyectos. Una historia en evolución*
http://www.gedpro.com/Ald%C3%ADa/Noticias/Noticias_77.aspx

Tarsillo, J. (2004). *Proceso de Transformación en la Empresa con sistema de Producción en Masa al Sistema de Producción Ajustada* (Tesis de Maestría Universidad Autónoma de Nuevo León – México. Recuperado de
<http://eprints.uanl.mx/id/eprint/1599>.

Vargas, C. (2012), *Categoría: Proyectos*
<http://bge.zoomblog.com/archivo/2012/04/06/>

Yepes, V. (2015). *Organización y Planificación de Obras*. Recuperado de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2015/01/28/los-origenes-del-pert-y-del-cpm->

Cursos y Talleres.

COSAPI DATA, (2007). *XVII Programa Gerencia de Proyectos PMBOK III-PMI*, - Lima Cosapi Data.

Costo Educa (2015), *Aplicación de Lean Construction en Obras de Edificaciones*, Costo Educa.

Colegio de Ingenieros del Perú CIP (2017) *Gestión lean en la Construcción*, Local del Colegio de Ingenieros del Peru.

ECOIE (2017) *Productividad en la Construcción con Lean Construction..* Capitulo Peruano Lean Construction. -CPLC.

Lean Construction Institute – Perú, (2017) *Planificación de Obras con Lean Construction* Capitulo peruano Lean Construction CPLC.

Lean Construction Institute – Perú, (2018) *Programa de Especialización Lean Construction* -Formación de líderes Lean del Capitulo Peruano Lean Construction

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas UPC, (2010), *Diplomado de Especialización en Proyectos Inmobiliarios IV*, Escuela Post Grado UPC.

ANEXOS

Anexo A.- Matriz de Tesis

En la Matriz de Plan de tesis, se muestra el esquema de trabajo realizado y en el que se muestran las interrogantes y trabajo por realizar. (Ver Tabla N°28-pag 130).

Anexo B.- Fotografías.

Fotografías tomadas en la obra, desarrollada con herramientas Lean y que permitió efectuar un balance comparativo entre la ejecución convencional y la nueva filosofía.

Anexo C.- Manual COSAPI- Control de Costos y producción.

El Manual COSAPI sobre gestión de obra efectuadas en la década del 80', en la empresa COSAPI, denominado "COSTO Y PRODUCCION", y se incluye las tablas de control efectuadas en la década del 80', en la empresa COSAPI, denominado "COSTO Y PRODUCCION" -(cuadros pág. 133 a 162).

Anexo A

Tabla N° 28.- Matriz de plan de tesis

MATRIZ DE PLAN DE TESIS

“EVOLUCIÓN DE LA GESTION DE OBRA DE LOS AÑOS '80 AL 2017 LEAN C. EN EL PERU”

TEMA: EVOLUCIÓN DE LA GESTION DE OBRA DE LOS AÑOS '80 AL 2017 - LEAN CONSTRUCTION EN EL PERU							
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES y SUB_VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	FUENTES	METODOS
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES			
Como ha evolucionado la Planificación de Obra de los años ,80 al 2017 - LEAN CONSTRUCTION en el Peru.	Determinar la evolucion en la Planificación de Obra de los años ,80 al LEAN CONSTRUCTION en el Peru.	1.- Si hay procesos que han cambiado la Planificación de obra de los años ,80, entonces han cambiado a la Filosofía LEAN.	Variable A Procesos de Gestion de Obras Tradicional hasta antes de la propuesta LEAN.	Proceso y Recursos utilizados en la obra efectuada	softwares utilizados Excel Revit4	F&R Ingenieria e Inmobiliaria SAC Obra efectuada en 2013 por F&R	Recopilacion de informacion y resultados de la obra efectuada
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES	INDICADORES			
1.- Como era la planifiacacion de obras en los años ,80	1.- Analizar la planifiacacion de obras en los años ,80	1.- La Administracion de Obra y/o Proyectos de los años 80' se basaban en GANTT, PERT-CPM,Valor Ganado,curva "S"	Variable B Procesos de Gestion de la Filosofia Lean Construction	Planificacion Lean como alternativa a lo efectuado			Planificacion Tradicional efectuada en la Obra efectuada por F&R en Barranco
2.- Como es la planifiacacion de obras con la Filosofia Lean en el 2017 en el Peru.	1.- Analizar la planifiacacion de obras en la actualidad con el Lean Construction.	2.- Los mejores Procesos de Gestion de obra, en los años 90' y 2017, se basan en metodos PMBOK, y Lean Construction	Variable C Comparacion de Variable A y B y determinar coincidencias y mejoras				Planificacion de la obra efectuada en sistema LEAN
3.- Que procesos han variado o cambiado entre la Planificación de obras del,80 y el LEAN.	3.- Determinar que procesos han variado o cambiado entre la Planificación de obras del,80 y el LEAN.	3.-La Administracion de obra de los 80' basada en Gantt, Pert-CPM,Valor Ganado, Curva "S",ha evolucionado a Gestion de Obra, PMBOK y Lean Construction.					
4.- De que manera se adecuan los procesos LEAN a la planifiacacion de obras del,80	4.- Determinar los procesos de Planifiacacion de obras del,80 que se adecuan mas facilmente al LEAN						
1	2	3	4	5	6	7	8

Fuente: Elaboración propia

Anexo B



Figura N° 88.- Exposición de la Programación Semanal.
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 89.- La Sectorización permitió distribución del espacio
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 90.- Optimización de Cuadrillas
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 91.- Programación de recursos
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 92.- Entrega de frente de trabajo a carpinteros.
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 93.- Encofrado-frente de acero recibido.
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 94.- Vaciado efectuado - espera de desencofrado
Fuente: Elaboración propia



Figura N° 95.- Encofrado de elementos horizontales-sector
Fuente: Elaboración propia

Anexo C

**CONCEPTOS SOBRE
SISTEMAS DE CONTROL DE OBRAS
DE COSTO & PRODUCCION**

Lima Perú

1980

1.0. SISTEMA DE CONTROL DE OBRAS COSTO & PRODUCCIÓN

1.10. - INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las necesidades de una Gerencia, es fundamental poseer una herramienta de Control del Obras. El Sistema de Control debe tener las siguientes características básicas:

a.- La Información de Obra enviada, debe tener un orden y objetivo hacia la

Liquidación de Obra

b.- Los Recursos económicos de Obra, se evaluarán en función de la **Optimización de Recursos** con control en mano de obra, equipos, gastos generales, materiales.

c.- Control en los Saldos de Obra.

d.- Control sobre los Costos Actuales, Pasados y Proyectados.

1.20. OBJETIVOS Y FINES

La previsión Financiera de Obra (giros a Obra) es la más importante del Cash Flow es a la vez una herramienta para la toma de decisiones. A través del Flujo de Caja se estructura el endeudamiento y se fijan los plazos del mismo (corto-mediano), se invierten los excedentes, caso de existir y se programan amortizaciones de activos, capital de trabajo etc. Por lo expuesto anteriormente es prioritario que la Previsión Financiera cumpla con el rigor de análisis suficiente y que su envío a Sede Central sea oportuno (día 3 de todos los meses) y que cada obra asuma con la mayor responsabilidad el compromiso de su cumplimiento.

Los Fines del presente Proyecto es Optimizar el Control de Obras por intermedio de un **SISTEMA DE CONTROL COSTOS & PRODUCCION**, que debe ser aplicado en todos los niveles actuales para tener el **ESTADO REAL DE OBRAS** en el instante que la gerencia lo requiera como ejemplo:

- a.- Conocer en un momento dado el resultado de la marcha económica que está rindiendo la obra o un conjunto de obras, con la calidad técnica requerida.
- b.- Proyectar en dicho momento el resultado que se obtendría al finalizar las obras
- c.- Comparar el **PREVISTO DE OBRA** así mismo tener a la Vista el **MARGEN** o **DIFERENCIA** de Costos con el **MARGEN ACTUAL** (situación aleatoria) por cada obra.

- d.- Comparar los rendimientos obtenidos en OBRA con Previstos del PERT CPM del presupuesto inicial, y de esta forma optimizar los rendimientos, reprogramar para cumplir con el fin de obra.
- e.- Detectar a tiempo las irregularidades en la administración de los recursos al ejecutar las actividades programadas.
- f.- Recoger para la empresa un detallado análisis de Precios Unitarios reales para que se tengan en cuenta para futuras obras, y elaborar un costo directo de una obra lo más próximo a la realidad para que la Gerencia pueda adoptar la decisión de ampliar la cantidad de obras a efectuar.

Todos estos objetivos tienen como fin:

- a) Optimizar la utilización del Presupuesto General asignado y determinar las Proyecciones financieras.
- b) Evitar pérdidas económicas en la mala administración de recursos y controlar los Adicionales.
- c) Supervisión y Evaluación del personal de Zona
- d) Finalización y Liquidación de Obras para obtener el Archivo de obras actualizado.

CONSIDERACION FINAL

“La Previsión Financiera no es un documento informativo que debe efectuarse por cumplir un procedimiento de rutina ó una solicitud aislada, es por el contrario un informe potente, envidiable, concreto, por consiguiente debe requerir la máxima atención de los responsables de su elaboración (jefe de Obra y Administrador)”

1.3.0 PLAN DE TRABAJO

El presente trabajo consistirá en presentar mensualmente la siguiente información de acuerdo a los cuadros anexados.

- **INFORMACION INICIAL Y RESUMEN**

Se estructura el **PREVISTO GENERAL DE OBRA** que deberá estar listo para iniciar la obra, este informe es condicionante para el inicio de , ya que aprobado y/o determinado por la Gerencia, se crea el:

CENTRO DE COSTOS DE LA OBRA

Se designan los fondos de acuerdo a lo programado y se crea el campo contable.

Esta información general deberá ser efectuada por el Ing. Responsable y se consignará en cada formato indicado mas adelante por tipo de recurso: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPOS, SUBCONTRATOS, GASTOS GENERALES, GASTOS DE SUPERVISION. Esta información se presentará en el **ANEXO A**.

Principios importantes:

- a) Se hace mención que toda información para manejar la obra solamente empezará a funcionar luego de ser **aprobado el Previsto por la Gerencia, con margen establecido.**
- b) Es necesario que todo gasto que emane de la obra deba ser solicitado por el Ing. Residente por medio de las **ORDENES DE PEDIDO, FONDO DE CAJA.**
- c) El Ing. Residente debe visar (V°B°) la facturación (Facturas, menos, traslados, guías de remisión, partes, planillas, recibos, rendiciones, etc.) o todo lo que signifique egresos y que va hacia contabilidad.
- d) Se debe incluir con la información las necesidades extraordinarias de fondos a ser utilizados en cada obra, conocidos o normados por ley, como por ejemplo: Gratificaciones empleados a Julio y Diciembre; variaciones en jornales de construcción civil; variaciones de jornales por aceleración de obra, gratificación a personal obrero en Julio y Diciembre, liquidación de personal.
Las previsiones deben incluir la mayor necesidad de fondos por incrementos en volúmenes de obra a ejecutar o por adicionales que se están negociando con cierto grado de seguridad.

• **INFORMACION DE MANO DE OBRA**

El Control de este recurso se hará con el **INFORME SEMANAL DE PRODUCCION (ISP)** y el formato indicado en el **ANEXO B**. Esta información se hará semanal y la evaluación se efectuará de acuerdo al **Previsto mensual (rendimientos)**, para determinar los correctivos necesarios y mantener las metas.

- **INFORMACIÓN DE MATERIALES**

El control de estos recursos se efectuará comparando los metrados y costos por recursos REALES con el Previsto mensual.

Se presentará en el formato del **ANEXO C**, y la información emanará de la Administración de la Obra. El Ing. Residente deberá revisar colocar el centro de costos y la fase correspondiente

- **INFORMACIÓN DE EQUIPOS Y VEHÍCULOS**

El control de este recurso estará formado por el **INFORME SEMANAL DE EQUIPOS (ISE)** y el formato indicado en el **ANEXO D** Esta información se hará semanal y la evaluación se efectuará de acuerdo al **Previsto mensual (rendimiento)**, para determinar los correctivos necesarios y mantener las metas

- **INFORMACION DE SUBCONTRATOS**

Esta información se efectuará de acuerdo al Previsto General, El control de estos recursos se efectuará con la información inicial de los Contratos, por medio de valorizaciones. Se presentará en el formato del **ANEXO E**, y la información emanará de la Administración de la Obra.

- **INFORMACION DE GASTOS GENERALES, AMINISTRACION Y SUPERVISIÓN**

Se estructurará de acuerdo al previsto general al inicio de obra.

Se presentará en el formato del **ANEXO F**, y la información emanará de la Administración de la Obra.

- **INFORMACIÓN RESUMEN**

Esta información general deberá ser efectuada por el Ing. Responsable y se consignará en cada formato indicado mas adelante por tipo de recurso: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPOS, SUBCONTRATOS, GASTOS GENERALES, GASTOS DE SUPERVISIÓN. Esta información se presentará en el **ANEXO A**. Se entregará cada fin de mes con la Información del Estado de Obra, Margen, ocurrencias Estado de Venta, Problemas Específicos de Obra, Alternativas. Se hace mención que toda información para manejar la obra solamente empezará a funcionar luego de ser aprobado el Previsto por la Gerencia, con margen establecido.

TODA INFORMACION SERÁ EFECTUADA EN LOS CUADROS ANEXADOS. EN LA QUE SE CONSIGNARA EL CENTRO DE COSTOS Y LAS FASES.

1.4.0 CARACTERISTICAS DE LOS FORMATOS

Los formatos de cada Recurso están estructurados en una Hoja de Cálculo en el que se indican las Relaciones de: Los previstos mensuales, los costos reales. Los previstos totales y en cada fila se Indicará los metrados y los costos de cada recurso, consignado en la parte inferior de la hoja de Cálculo, está la tabla de costos de cada recurso, es un Histórico de precios de la Obra. Se adjuntan los gastos administrativos y los totales del Costo Directo del Recurso. Estos resultados se escriben en la **Hoja Resumen** el que determinará lo indicado en el **Anexo A**.

1.5.0 INSTRUCCIONES PARA EFECTUAR LA PREVISIÓN FINANCIERA

1.5.1. Generalidades

Para la elaboración de la Previsión Financiera en Obra, se cuenta con los siguientes sistemas de información:

1. Costo de Obra
2. Programa de obra
3. Calendario de adquisición de materiales
4. Informe semanal de Producción
5. Programa de utilización de equipos
6. Sub contratos de Obra
7. Costos de Supervisión (planillas / contratos)
8. Costo de Mano de Obra.

La información indicada proporciona todos los elementos que permiten establecer, con las desviaciones razonables, los requerimientos de fondos a ser utilizados en cada Obra.

En caso de imponderables se debe informar a la Sede Central para los ajustes pertinentes.

1.5.2. Oportunidad de emisión de los informes de costos de obra

Fecha óptima

La fecha óptima en que los Informes de Obra deben concluirse es el 3er día del mes siguiente reportado, 8 días después del cierre = día 25 del mes reportado. De tal modo que su recepción a la central se verifique el quinto día del mes.

La Información de Obra debe ser veraz y completa porque si no fuese así distorsiona la realidad y las decisiones de Gerencia

.1.5.3. Sistema para procesar

El sistema para procesar la información de obra, histórica, acumulada y proyectada deberá ser la siguiente:

Información previa

La información previa requerida de Obra (herramientas del Sistema de control)

1. Programa de Obra
2. Informe Semanal de Producción (ISP) última semana a cierre del mes.
3. Calendario de adquisición de materiales por fase.
4. Programa de uso de equipos y vehículos por fase.
5. Costos actuales de mano de obra, supervisión y equipos
6. Planillas contables de facturación y gastos del mes anterior.
7. Rendiciones de Obra.
8. Informes de almacén, stock de materiales y consumos del mes, por fase y valorizados.
9. Índices CREPCO.

1.5.4. Mecanismo para procesar la información

A.- MATERIALES

Esta planilla muestra es el proceso que requiere mayor dedicación, dada su alta incidencia en la estructura del costo. Esta planilla debe ser trabajada hasta el día 25 de cada mes, teniendo en cuenta que los materiales que ingresan entre el día 26 y el 30 y que se incorporan a la valorización del mes, en el análisis del resultado pendiente se considerarán como una Previsión Pasiva (no estarán en el costo acumulado y si, en la venta valorizada).

B.- MANO DE OBRA

Esta planilla debe ser consistente con el número de horas reportadas en el Informe Semanal de Producción (ISP), y deberá trabajarse hasta el último cierre de semana correspondiente al mes que se informa.

Las horas por utilizar (costo) entre el cierre del costo y la fecha de valorización, deberán ser provisionados. El cálculo del costo de HH, se envía a obra, paralelo a la planilla de remuneraciones y la Obra podrá efectuar los ajustes del caso analizando sus cuadrillas típicas.

El cálculo del costo se puede verificar en las planillas de detalle de Facturación y Gastos. El costo para la proyección se apoyará en el Programa de Obra y el ISP, por los rendimientos obtenidos.

C.- EQUIPOS Y VEHÍCULOS

Esta planilla se trabaja hasta el 25 de cada mes, y se facilita el control con el documento que emite ALMACEN SEDE CENTRAL sobre la valorización de sus activos de Obra. Si la Obra cumple con reportar al ALMACEN, el cronograma de utilización de los equipos (cierre 25 del mes) ya tiene el costo acumulado.

D.- SUPERVISIÓN

Este costo se trabaja hasta el 30 de cada mes. Puede ser preparado con anticipación, ya que el costo y la permanencia en obra de los empleados es conocida. Su elaboración debe hacerse antes de fin de mes.

E.- GASTOS GENERALES

Los gastos incurridos en la obra se obtienen de las Rendiciones de los Gastos (Caja Chica), los gastos de sede central, en el mes que se informa son estimados que se ajustarán al mes siguiente. Esta planilla debe ser elaborada antes de fin de mes.

F.- VENTA Y AVANCE DE OBRA

El Contratista elabora los metrados reales de avance del mes, este avance valorizado, es lo que se reporta en el Informe de Obra, no es necesario esperar la aprobación del inspector. Caso de modificarse los avances presentados, las variaciones y ajustes se regularizan en el Informe del mes siguiente.

1.5.5 - RECOMENDACIONES

Debe entenderse que el informe de costos por su importancia requiere del mayor análisis y compromiso por parte de los que participan en su elaboración. Su consistencia se soporta en los sistemas de control, pero, así como es necesario analizar las proyecciones de los meses futuros es indispensable efectuar las compatibilizaciones con la parte contable, lo que dará al informe una total seguridad.

2.0. SISTEMA OPERATIVO

2.1. UNIDADES OPERATIVAS O UNIDADES DE PRODUCCION (UO)

Una de las características principales de esta propuesta es que todas las obras de la empresa son consideradas como UNIDADES OPERATIVAS (U.O.), siendo así la columna vertebral de la Gestión Empresarial de la Gerencia. (también U.O.).

Como tal cada UO al efectuar el balance de su gestión (ingresos y egresos) esta debe ser positiva y de ingresos. Lo que significa que todo recurso, toda actividad de cada UO interna o hacia el exterior de su área debe ser cuantificada (Costo).

Cada UO pertenece a un SISTEMA DE PRODUCCION (SP), cuyo desenvolvimiento

en los procesos productivos incide en el resultado del mismo.

De acuerdo a estas premisas, es conveniente la implementación de un SISTEMA DE CONTROL (SC), que enmarcado dentro del SP nos de una herramienta fundamental de manejo que es el RESULTADO OPERATIVO (RO).

2.2. RESULTADO OPERATIVO (RO)

Cuando la empresa establece un Contrato con un Cliente esto representa para la Empresa una serie de OBLIGACIONES Y DERECHOS. Con el compromiso adquirido con el Cliente, la empresa elabora un PROGRAMA DE OBRA/PROYECTO, que tiene como objetivo cumplir con las obligaciones y derechos.

Obligaciones. - Por cuanto la Empresa se compromete a realizar los trabajos de acuerdo a determinadas necesidades y especificaciones técnicas, y en un plazo establecido. El programa determina en función de los avances los gastos de recursos y obtener el **Costo aplicado**.

Derechos. - Por cuanto a la Empresa le corresponde determinada suma de dinero por la correcta ejecución de los trabajos especificados en el contrato, esto trae consigo la **venta, facturación y margen** de la Obra.

La utilización del RO implica el conocimiento total, detallado y en todo momento del: Transcurso de la Obra, el avance de la obra, de la Facturación, y costos actuales, pasados y proyectados.

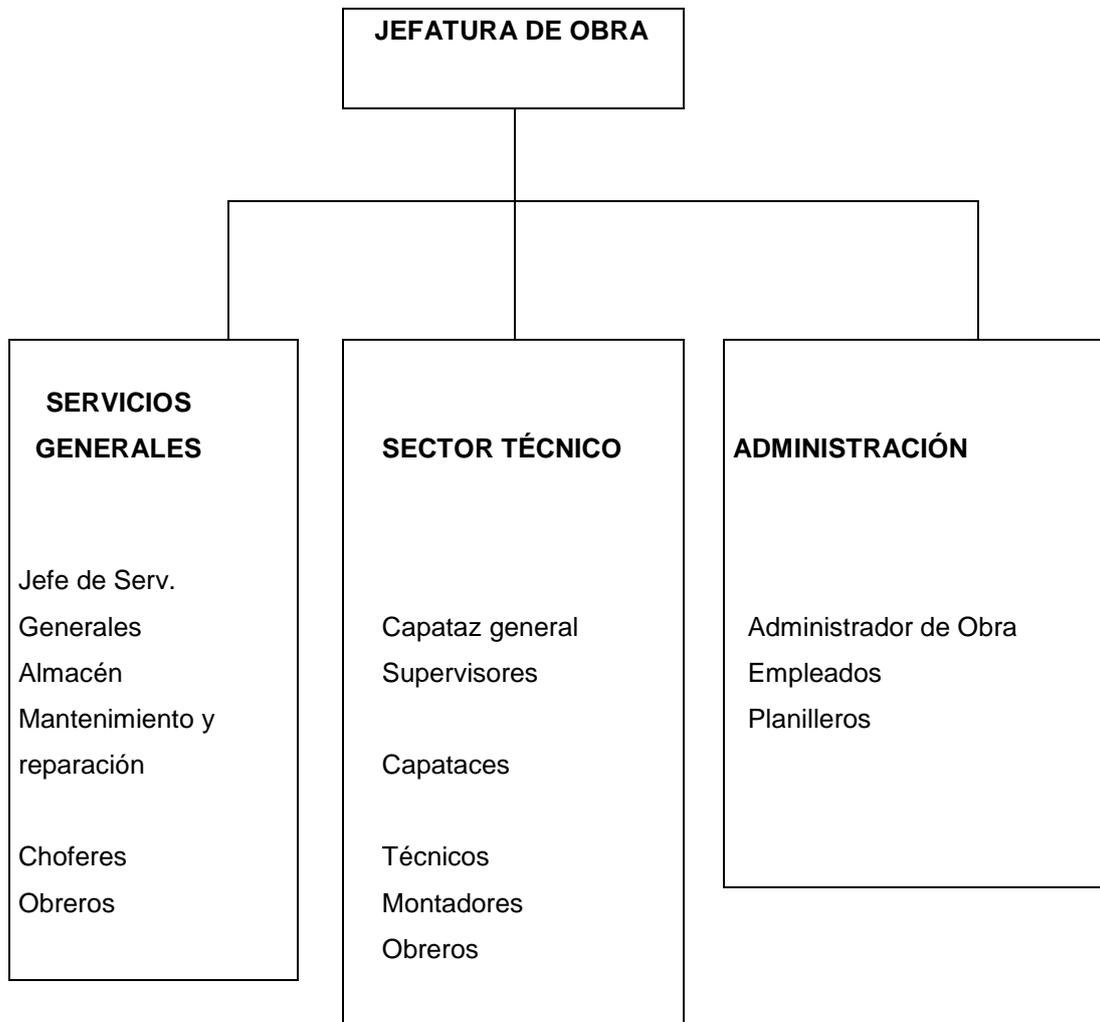
2.3. SISTEMA DE CONTROL

El **Sistema de Control Operativo (SCO)** es una serie de procedimientos y normas por cada UO, plasmados en informes mensuales y que permite un seguimiento permanente de la utilización y comportamiento de los recursos, ya que estos están integrados en una cadena operativa que genera a la gerencia un **RO GENERAL**.

ORGANIZACIÓN DE OBRA

- 1.- La Organización de la Obra depende de varios factores, como el tipo de Obra, plazo de ejecución, zona, distancia de sede central, medios de transporte, etc. Este hecho determina que cada Obra tenga una adecuada Organización.
- 2.- La Gerencia de Obras Civiles en coordinación con la Gerencia Ejecutiva, determina la Jefatura de Obra.

- 3.- La Jefatura de Obra en coordinación con la Gerencia de Obras Civiles determina la organización de la Obra en base al siguiente esquema que contiene áreas típicas que pueden ser absorbidas o ampliadas de acuerdo a la envergadura y tipo de la Obra.



4.- INICIO DE OBRA

- 4.1.- El Jefe de Obra deberá llenar el Formulario "ACTIVIDADES A CUMPLIR AL INICIO DE OBRA"
- 4.2.- Se llenará por duplicado, Original ser enviado a Sede Central y la copia se quedará en obra.
- 4.3.- La fecha de envío del formulario no podrá extenderse de 30 días después de Inicio de Obra.
- 4.4.- Cualquier comentario específico relacionado con una ó más actividades deberá ser Anexado al formulario.

ACTIVIDADES A CUMPLIR AL INICIO DE OBRA

OFERTA					
OBRA					
ASUNTO					
CLIENTE					
JEFE DE OBRA					

N°	ESPONSABLE	ACTIVIDAD	SUMINISTRO DE DOCUMENTACION	FECHA EJEC. DE ACTIVIDAD
1		OFERTA: LECTURA Y ANALISIS		
2		CONTRATO Y DOCUMENTOS DE CONTRATO LECTURA Y ANALISIS		
3		REVISION DE LA OFERTA : COSTO Y HH PRESUPUESTADAS		
4		DEFINIR EL NUMERO DE LA OBRA (CODIGO)		
5		ORGANIGRAMA DE LA OBRA-DETERMINAR CARGOS Y PERSONAL		
6		ADMINISTRACION DE LA OBRA.-DETERMIN. CARGOS PERSONAS		
7		ABRIR CTA. CTE. EN ENTIDAD BANCARIA JEFE OBRA Y ADM. OBRA		
8		CRONOGRAMA DE AVANCE COORDINADO CON EL CLIENTE		
9		RELACIONES CON EL CLIENTE		
10		MANO DE OBRA DIRECTA . NECESIDAD DE ACUERDO A CRONOGR.		
11		MAQUINARIA & EQUIPO: NECESIDAD DE ACUERDO A CRONOGR.		
12		MATERIALES : NECESIDAD DE ACUERDO A CRONOGRAMA		
13		VEHICULOS : NECESIDAD DE ACUERDO A CRONOGR.		
14		SEGUROS: PERSONAL , MAQUINARIA & EQUIPO, VEHÍCULOS		
15		INFORME INSPECCION ZONA DE TRABAJO. LECTURA		
16		VISITA A LA ZONA DE TRABAJO		
17		INFORME INSPECCION ZONA DE TRABAJO. CORRECCION/AMP.		
18		CAMPAMENTO DETERMINAR NECESIDADES		
19		INSTALACIONES TEMPORALES (OFICINA, TALLERES, ALMACENES)		
20		FACILIDADES AUXILIARES (AGUA ENERGIA)		
21		MEDIDAS DE SEGURIDAD & PRIMEROS AUXILIOS NECESIDADES		
22		PAPELERIA , UTILES DE ESCRITORIO & MOBILIARIO		
23		TRANSPORTE DE PERSONAL A LA ZONA DE TRABAJO		
24		TRANSPORTE DE MAQUINARIA & EQUIPO A ZONA DE TRABAJO		
25		TRANSPORTE DE MATERIALES A ZONA DE TRABAJO.(Z.T.)		
26		TRANSPORTE DE INSTALACIONES TEMPORALES Y PAPEL A Z.T.		
27		TRANSPORTE DE PERSONAL A ZONA DE TRABAJO		
28		COMUNICACIÓN OBRA CON OFICINA CENTRAL		
29		SUPERVISORES : QUIENES Y CUANTOS		
30		SUB CONTRATISTAS: QUIENES Y CUANTOS		
31		REAJUSTES ANALISIS DE FORMULA		
32		FORMA DE FACTURACIÓN ACORDADA		
33		AVISAJE DE OBRA (CARTEL DE OBRA)		
34		GUARDIANIA DE OBRA		
35		MONTO DEL ADELANTO (FIANZAS)		
36		PENALIDADES		
37		PERMISO DE PASO , CONSTRUCCION ETC.		
38		TIMBRES, GRAVAMENES, Y LEYES SOCIALES		
39		APERTURA DE CUENTA PARA ABASTECIMIENTO DE COMBUST.		
40		CALCULO DE NUEVA PREVISION SE COSTOS Y MARGENES		
41		LIBRO DE OBRA Y LIBRO DE ACTAS		
42		PROVEERSE DEL MANUAL DE OBRAS ACTUALIZADO		
43		CONFECCIONAR PEDIDO DE FONDOS CORRESPONDIENTE		
44		DETERMINAR FONDO FIJO O ROTATORIO CON G.O.C.		
45		CONTACTO CON LOS PRINCIPALES PROVEEDORES LOCALES		
46		CONTACTO CON LAS AUTORIDADES DEL BANCO DE CTA. CTE.		
47		ENROLAMIENTO PERSONAL LOCAL		
48		DISPONER EL FUNCIONAMIENTO OFIC DE ADMINISTRACION		
49		DISPONER EL FUNCIONAMIENTO DE ALMACEN		
50		DISPONER EL FUNCIONAMIENTO DE ALMACEN		

CC :

Pag 1 de 2

DESCRIPCION	PRESENTE MES		ACUM. A 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Set	SALDO DE EJERCICIO	ACTUAL	PREVISTO		ACUM. ANTERIOR
	PREVISTO	REAL										ANTERIOR	INICIAL	
CONTRACTUAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ADICIONAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ADELANTO EN EFECTIVO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ADELANTO DE MATERIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
REAJUSTE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL VENTA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTO MATERIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTO MANO DE OBRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTO DE EQUIPOS Y VEH.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTO DE SUPERVISION Y DIR.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTO DE SUBCONTRATOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTO DE GASTOS GENERALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO DIRECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO INDIRECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL CENTROS COMUNES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTO APLICADO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RESULTADO PENDIENTE														
MARGEN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% DE MARGEN	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!

CC :

RESUMEN

Pag 1 de 2

COSTO INDIRECTO

DESCRIPCION	PRESENTEMES		ACUMULADO AL 30-Mar	ACUMULADO AL						SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUMULADO ANTERIOR	
	PERMITO	REAL		30-Abr	30-May	30-Jun	30-Jul	30-Ago	30-Sep		ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL		
COSTO MATERIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTO MANO DE OBRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTO DE EQUIPOS Y VEHICULOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTO DE SUPERVISION Y DIRECCION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTO DE SUBCONTRATOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COSTO DE GASTOS GENERALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO INDIRECTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PERGOLA SA

HOJA.xls B

1

COSTO DE MATERIALES ESTRUCTURAS MARZO2017

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Set	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR	
			PREVISTO	REAL									ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL		
10.00	OBRAS PRELIMINARES																
	TIZA		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	VARIOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FASE 10		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS																
	ESCOBAS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	RASTRILLO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FASE .11		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.00	ACERO DE REFUERZO																
12.01	ACERO CORRUGADO 4200 KG/CM2	KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	325	0	0
12.02	ALAMBRE # 16	KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	390	0	0
	TOTAL FASE .12		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.00	ENCOFRADO																
	MADERA TRIPLEXY 9mm	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0
	MADERA TORNILLO	P2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0
	PERNO BIENCOFRADO 1/22 X 1.2	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0
	CLAVOS	KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	0	0
	ALAMBRE	KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	264	0	0
	COLA TEROCAL	GL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	0	0
	CHEMALAC	GL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	0	0
	LUJAS	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	520	0	0
	OCHAVOS DE MADERA	ML	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0
	VARIOS (ESPONJA,CINTA ADHESIVA)	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0
	TOTAL FASE .13		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PERGOLA SA

HOJA.xls B
 COSTO DE MATERIALES ESTRUCTURAS MARZO2017

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Set	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR
			PREVISTO	REAL	22-Mar								ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL	
14.00	CONCRETO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	260	0
	ARENA GRUESA	m3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CEMENTO	BL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	260	0
	PIEDRA CHANCADA	m3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	260	0
	ADITIVO CHEMA PLAST	GL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	130	0
	AGUA	m3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	260	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FASE 14		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.00	ALBANILERIA (MUROS)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0
	LADRILLO KK 18 HUECOS	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ARENA GRUESA	M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	850	0
	ALAMBRE #8	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	790	0
	CEMENTO	BL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	790	0
	ARENA FINA	M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	790	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FASE 15		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.00	PISOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0
	CEMENTO	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ARENA FINA	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0
	ARENA GRUESA	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0
	AGUA	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0
	TECNOPORT	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0
	BREA	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0
	CONSUMIBLES	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FASE 16.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PERGOLA SA

HOJA.xls B

3

COSTO DE MATERIALES ESTRUCTURAS MARZO2017

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Set	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR	
			PREVISTO	REAL									ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL		
18.00	INST. SANITARIAS DESAGUE																
	TUBERIAS PVC	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	ACCESORIOS PVC	MB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	PEGAMENTO PVC	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	CONSUMIBLES	GL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	AGUA																
	TUBERIAS PVC	TUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	TUBERIA F"O"	TUB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	ACCESORIOS PVC(CODOS,TEES,YEES)	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	ACCESORIOS F"O"(CODOS,TEES)	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	UNIONES (SIMPLES,UNIVERS.)	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	TOTAL FASE 18.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.60	LLAVES Y VALVULAS ADITAMENTOS																
	VALVULAS	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	LLAVES	MB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	REGISTROS DE BRONCE	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	REJILLAS DE BRONCE	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	ELECTROBOMBAS	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	TOTAL FASE 18.6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.70	APARATOS SANITARIOS																
	INODOROS,T/B,T/A,LAVAT	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0
	GRIFERIA	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0
	TOTAL FASE 18.7		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PERGOLA SA

HOJA.xls B

4

COSTO DE MATERIALES ESTRUCTURAS MARZO2017

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Set	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR	
			PREVISTO	REAL									ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL		
19.00	INSTALACIONES ELECTRICAS																
19.01	TUBERIAS																
	TUBERIAS PVC	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CONECTORES,CURVAS, UNIONES ETC	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TOTAL FASE 19.01		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19.02	CAJAS Y TABLEROS																
	CAJAS GALVANIZADAS	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CAJAS GALV.CUADRADAS	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TABLEROS																
	TABLEROS ELECTRICOS	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	ACCESORIOS DE ANCLAJE	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TOTAL FASE 19.02		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19.03	CONDUCTORES Y CABLES																
	CONDUCTORES TW SOLIDO	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CABLES NYY	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TOTAL FASE 19.03		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19.04	ARTEFACTOS ELECTRICOS																
	ARTEFACTOS ELECTRICOS	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	INTERRUPTORES	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TOMACORRIENTES	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	POSTES DE CONCRETO	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	EMPALMES Y CONEXIONES	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	POZO DE TIERRA	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CONSUMIBLES	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	VARIOS	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	TOTAL FASE 19.04		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

PERGOLA SA

HOJA.xls B

5

COSTO DE MATERIALES ESTRUCTURAS MARZO2017

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Set	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR
			PREVISTO	REAL									ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL	
TOTAL COSTO DIRECTO			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70.00	DIRECCION DE OBRA	GLOE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL FASE 70			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80.00	ADMINISTRACION DE OBRA															
	GASOLINA	GLN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PETROLEO	GLN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL FASE 80			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO INDIRECTO			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO DE MATERIALES I			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PERGOLA SA

HOJA.xls B

6

COSTO DE MATERIALES ESTRUCTURAS MARZO2017

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Sep	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO		ACUM ANTERIOR	
			PREVISTO	REAL									ACTUAL	INICIAL		
COSTO DE MATERIALES POR FASES																
10.00	OBRAS PRELIMINARES		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.00	ACERO DE REFUERZO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.00	ENCOFRADO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.00	CONCRETO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.00	ALBANILERIA (MUROS)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.00	PISOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.00	INST. SANITARIAS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.50	LLAVES Y VALVULAS ADITAMENTOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.70	APARATOS SANITARIOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19.00	INSTALACIONES ELECTRICAS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19.02	CAJAS Y TABLEROS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19.03	CONDUCTORES Y CABLES		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19.04	ARTEFACTOS ELECTRICOS		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO DIRECTO			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70.00	DIRECCION DE OBRA		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80.00	ADMINISTRACION DE OBRA		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO INDIRECTO			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO DE MATERIALES I			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PERGOLA SA

HOJA.xls B
 COSTO DE MATERIALES ESTRUCTURAS MARZO2017

7

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Set	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR
			PREVISTO	REAL									ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL	
TABLA DE MATERIALES-HISTORICO DE PRECIOS																
255	TIZA	GL														
256	VARIOS	GL														
257	ESCOBAS	UN														
258	RASTRILLO	UN														
259	TUBERIA PVC 8AL															
260	PVC - 8AL 4"	TUB														
261	PVC 8AL 2"	TUB														
262	TUBERIA PVC 8AP CIR															
263	PVC 8AP 1 1/4"	TUB														
264	PVC 8AP 1"	TUB														
265	PVC 8AP 3/4"	TUB														
266	PVC 8AP 1/2"	TUB														
267	CPVC 1/2"	TUB														
268	CPVC 3/4"	TUB														
269	ACCESORIOS PVC 8AL															
270	CODO 4"X 90°	UN														
271	CODO 2"X 90°	UN														
272	CODO 2"X 45°	UN														
273	CODO DE VENT 4"X 2"	UN														
274	YEE DE 4"A 2"	UN														
275	YEE DE 2" A 2"	UN														
276	TEE SANIT 4"	UN														
277	TEE 4"X 4"	UN														
278	TEE 2"X 2"	UN														
279	REDUCCION DE 4"A 2"	UN														
280	REDUCCION 3/4"A 1/2"	UN														
281	TRAMPA DE 2" PVC 8AL	UN														
282	ACCESORIOS PVC 8AP CIR															
283	CODOS 1 1/4"X 90°	UN														
284	CODO DE 3/4 X 90°	UN														
285	CODO DE 1/2 X 90°	UN														
286	CODO CPVC 1/2"	UN														
287	TEE DE 1 1/4"	UN														
288	TEE DE 1"	UN														
289	TEE DE 3/4"	UN														
290	TEE DE 1/2"	UN														
291	TEE CPVC X3/4"	UN														
292	TEE 1/2"CPVC	UN														
293	REDUCCION DE 1 1/4"A 1"	UN														
294	REDUCCION DE 1 1/4 A 3/4"	UN														
295	REDUCCION DE 1 1/4" A 1/2	UN														
296	REDUCCION DE 1"A 1/2"	UN														

PERGOLA SA

HOJA.xls B

COSTO DE MATERIALES ESTRUCTURAS MARZO2017

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL							SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR	
			PREVISTO	REAL	22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Sep		ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL		
297	REDUCCION DE 1" A 3/4"	UN															
298	REDUCCION DE 3/4 A 1/2	UN															
299	UNION UNIVERSAL 1 1/4"	UN															
300	UNIVERSAL DE 1/2"	UN															
301	NIPLES 1 1/4" X 2"	UN															
302	NIPLE DE 1/2" X 1 1/2"	UN															
303	ADAPTADORES CPVC																
304	ADAPTADORES DE 1/2"	UN															
305	ADAPTADORES DE 3/4"	UN															
306	CODOS DE F" G"																
307	CODO DE F" G" 3/4" X 90	UN															
308	CODO DE F" G" 1/2" X 90"	UN															
309	LLAVES Y VALVULAS																
310	VALVULA DE 1 1/4"	UN															
311	VALVULA DE 1/2"	UN															
312	APARATOS SANITARIOS																
313	CALENTADOR 80 LTS																
314	CONSUMIBLES																
315	LIJAS	PL															
316	WAIFE	KG															
317	HOJAS DE SIERRA	UN															
318	PEGAMENTO	GL															
319	CLORO	GL															
320	TEFLON	UD															
321	DIRECCION DE OBRA																
322	VARIOS																
323	ADMINISTRACION DE OBRA																
324	GASOLINA																
325	PETROLEO																

PERGOLA SAC

HOJA No B
 COSTO DEMATERIALES ACABADOS MARZO 2017

1

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL	22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Sep	SALDO SUBRODIO	ACTUAL	PREVISTO ANTERIOR	REAL	ACUM ANTERIOR
			PREVISTO	REAL													
15.00	AL SANILERIA (TAJAJADOS)																
	CEMENTO	BL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0
	ARENA GRUESA	M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	850	0
	ALAMBRE #8	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	790	0
	CEMENTO	BL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	790	0
	ARENA FINA	M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	790	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FASE 15		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.00	ZOCALOS , CONTRAZOCALOS																
	CEMENTO	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0
	ARENA FINA	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0
	ARENA GRUESA	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0
	MAYOLICA 15 X 15 BLANCA	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	265	0
	RODOPLAST	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0
	PORCELANA	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0
	AGUA	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0
	TECNOPORT	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0
	ARELA	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0
	CONSUMIBLES	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FASE 16.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.00	ACABADOS																
17.01	COBERTURA																
	LADRILLO PASTELERO 25 X 25	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	TERRA DE CHACRA	M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	CEMENTO	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	ARENA FINA	GL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Sep	SALDO EJERCICIO	ACTUAL	PREVISTO		ACUM ANTERIOR	
			PREVISTO	REAL										ANTERIOR	INICIAL		
	CLAVOS	KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	PINTURA ASFALTO LIQ RC-250	KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	TOTAL FASE 17.01		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.02	VIDRIOS																
	VIDRIO SEMIDOBLE IMPORTADO	M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	TOTAL FASE 21.02		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.03	PINTURA																
	IMPRIMANTE	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	PINTURA LATEX	GL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	PINTURA ESMALTE	GL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	CONSUMIBLES	EST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	TOTAL FASE 18.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.04	VARIOS																
	TECNOPORT	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	CHEMA JUNTA NEGRA	GL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	IMPRIMANTE	GL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	ARENA FINA	M3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	BREA	GL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	SILICONA	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	VARIOS	EST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	TOTAL FASE 18.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.00	CARPINTERIA METALICA																
	PLANCHA LAF 1/16 X 4" X 8"	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	PLANCHA GALVANIZADA F" 1/8	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	PLANCHA ESTRIADA 3/16" X 4" X 8"	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	PLANCHA DE ACERO LAC 1/4", 1/16"	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

COSTO DEMATERIALES ACABADOS MARZO 2017

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Set	SALDO EJERCICIO	PREVISTO		ACUM	
			PREVISTO	REAL									ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL	ANTERIOR
	PLATINA 3" X 3/16	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	TUBO P"Q" ST/ e= 3.25mm	ML	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	ELECTRODO 6011 SELLOCORD	KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	ANGULO F"	KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	PERFILES T	KG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	TAPAS DE FIERRO (CIST Y TOQUE ALTO)	EST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	CONSUMIBLES	EST	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	TOTAL FASE 21.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.01	CERRAJERIA	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	BISAGRAS	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CERRADURAS	UN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	MANIJAS	GL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
	TOTAL FASE 21.00		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL COSTO DIRECTO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70.00	DIRECCION DE OBRA	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	VARIOS	GLB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FASE 70		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80.00	ADMINISTRACION DE OBRA	GLN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	GASOLINA	GLN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	PETROLEO	GLN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL FASE 80		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL COSTO INDIRECTO		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL COSTO DE MATERIALES		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Set	SALDO EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR
			PREVISTO	REAL									ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL	
COSTO DE MATERIALES ACABADOS POR FASES																
15.00	ALBANILERIA (TARRAJEOS)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.00	ZOCALOS , CONTRAZOCALOS		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.00	ACABADOS															
17.01	COBERTURA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.02	VIDRIOS		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.03	PINTURA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.04	VARIOS		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21.00	CARPINTERIA METALICA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21.01	CERRAJERIA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL COSTO DIRECTO			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70.00	DIRECCION DE OBRA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
80.00	ADMINISTRACION DE OBRA		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL COSTO INDIRECTO			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL COSTO DE MATERIALES			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL	22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Sep	SALDO	PREVISTO		ACUM
			PREVISTO	REAL										ACTUAL	ANTERIOR	
TABLA DE MATERIALES - HISTORICO DE PRECIOS																
255	TIZA	GL														
256	VARIOS	GL														
257	ESCOBAS	UN														
258	RASTRILLO	UN														
259	TUBERIA PVC SAL															
260	PVC - SAL 4"	TUB														
261	PVC SAL 2"	TUB														
262	TUBERIA PVC SAP C/R															
263	PVC SAP 1 1/4"	TUB														
264	PVC SAP 1 "	TUB														
265	PVC SAP 3/4"	TUB														
266	PVC SAP 1/2"	TUB														
267	CPVC 1/2"	TUB														
268	CPVC 3/4"	TUB														
269	ACCESORIOS PVC SAL															
270	CODO 4"X 90°	UN														
271	CODO 2"X 90°	UN														
272	CODO 2"X 45°	UN														
273	CODO DE VENT 4"X 2"	UN														
274	YEE DE 4"A 2"	UN														
275	YEE DE 2" A 2"	UN														
276	TEE SANIT 4"	UN														
277	TEE 4"X 4"	UN														
278	TEE 2"X 2"	UN														
279	REDUCCION DE 4"A 2"	UN														
280	REDUCCION 3/4"A 1/2"	UN														
281	TRAMPA DE 2" PVC SAL	UN														
282	ACCESORIOS PVC SAP C/R															
283	CODOS 1 1/4"X 90°	UN														
284	CODO DE 3/4 X 90°	UN														
285	CODO DE 1/2 X 90°	UN														
286	CODO CPVC 1/2"	UN														
287	TEE DE 1 1/4"	UN														
288	TEE DE 1"	UN														
289	TEE DE 3/4"	UN														
290	TEE DE 1/2"	UN														
291	TEE CPVC X3/4"	UN														
292	TEE 1/2"CPVC	UN														
293	REDUCCION DE 1 1/4"A 1"	UN														
294	REDUCCION DE 1 1/4 A 3/4"	UN														
295	REDUCCION DE 1 1/4" A 1/2"	UN														
296	REDUCCION DE 1"A 1/2"	UN														
297	REDUCCION DE 1"A 3/4"	UN														

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL						SALDO EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR	
			PREVISTO	REAL	22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago		22-Sep	ACTUAL	ANTERIOR		INICIAL
298	REDUCION DE 3/4 A 1/2	UN														
299	UNION UNIVERSAL 1 1/4"	UN														
300	UNIVERSAL DE 1/2"	UN														
301	NIPLES 1 1/4"X 2"	UN														
302	NIPLE DE 1/2"X 1 1/2	UN														
303	ADAPTADORES CPVC															
304	ADAPTADORES DE 1/2"	UN														
305	ADAPTADORES DE 3/4"	UN														
306	CODOS DE F" G"															
307	CODO DE F" G" 3/4"X 90	UN														
308	CODO DE F" G" 1/2" X 90"	UN														
309	LLAVES Y VALVULAS															
310	VALVULA DE 1 1/4"	UN														
311	VALVULA DE 1/2"	UN														
312	APARATOS SANITARIOS															
313	CALENTADOR 80 LTS															
314	CONSUMIBLES															
315	LUJAS	PL														
316	WAJPE	KG														
317	HOJAS DE SIERRA	UN														
318	PEGAMENTO	GL														
319	COLORO	GL														
320	TEFLON	LID														
321	DIRECCION DE OBRA															
322	VARIOS															
323	ADMINISTRACION DE OBRA															
324	GASOLINA															
325	PETROLEO															

PERGOLA

HOJA.xls C
COSTO MANO DE OBRA MARZO 2017

1

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL						SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR		
			PREVISTO	REAL	22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago		22-Sep	ACTUAL	ANTERIOR		INICIAL	
10.00	OBRAS PRELIMINARES	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.00	ACERO DE REFUERZO	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13.00	ENCOFRADO	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14.00	CONCRETO	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16.00	ALBANILERIA (MUROS)	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16.00	ALBANILERIA (REVESTIMIENTOS)	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18.00	PISOS,	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18.10	ZOCALOS	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18.20	CONTRAZOCALOS	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17.01	COBERTURA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17.02	VIDRIOS	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17.03	PINTURA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17.04	VARIOS	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18.00	INSTALACIONES SANITARIAS	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19.00	INSTALACIONES ELECTRICAS	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.00	CARPINTERIA DE MADERA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21.00	CARPINTERIA METALICA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL HH DIRECTAS			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO MANO DE OBRA DIRECTA			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70.00	DIRECCION DE OBRA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
80.00	ADMINISTRACION DE OBRA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
88.00	TALLER DE OBRA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL HH INDIRECTAS			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO MANO DE OBRA INDIRECTA			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL H-H MANO DE OBRA			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO MANO DE OBRA			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PERGOLA

HOJA.x16 C
 COSTO MANO DE OBRA MARZO 2017

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL							SALDO DE	PREVISTO			ACUM	
			PREVISTO	REAL	22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Sep	EJERCICIO	ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL	ANTERIOR	
RECURSOS (HORA PROMEDIO)																	
10.00	OBRAS PRELIMINARES	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.00	ACERO DE REFUERZO	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.00	ENCOFRADO	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.00	CONCRETO	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.00	ALBANILERIA (MUROS)	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.00	ALBANILERIA (REVESTIMIENTOS)	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.00	PISOS,	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.10	ZOCALOS	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.20	CONTRAZOCALOS	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.01	COBERTURA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.02	VIDRIOS	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.03	PINTURA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.04	VARIOS	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.00	INSTALACIONES SANITARIAS	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19.00	INSTALACIONES ELECTRICAS	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.00	CARPINTERIA DE MADERA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.00	CARPINTERIA METALICA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70.00	DIRECCION DE OBRA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80.00	ADMINISTRACION DE OBRA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89.00	TALLER DE OBRA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PERGOLA

HOJA.x16 C
 COSTO MANO DE OBRA MARZO 2017

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL		22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Sep	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR	
			PREVISTO	REAL	22-Mar	22-Abr						22-May	22-Jun	22-Jul		22-Ago
COSTO MANO DE OBRA POR FASES																
10.00	OBRAS PRELIMINARES	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.00	ACERO DE REFUERZO	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.00	ENCOFRADO	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14.00	CONCRETO	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15.00	ALBANILERIA (MUROS)	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15.00	ALBANILERIA (REVESTIMIENTOS)	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.00	PISOS,	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.10	ZOCALOS	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.20	CONTRAZOCALOS	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.01	COBERTURA	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.02	VIDRIOS	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.03	PINTURA	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.04	VARIOS	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18.00	INSTALACIONES SANITARIAS	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19.00	INSTALACIONES ELECTRICAS	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20.00	CARPINTERIA DE MADERA	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21.00	CARPINTERIA METALICA	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70.00	DIRECCION DE OBRA	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
80.00	ADMINISTRACION DE OBRA	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
89.00	TALLER DE OBRA	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL MANO DE OBRA INDIRECTA			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL MANO DE OBRA			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

HOJA.x18 D

1

PERGOLA SAC

COSTO DE EQUIPOS Y VEHICULOS MARZO 2017

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Sep	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR
			PREVISTO	REAL									ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL	
10.00	OBRAS PRELIMINARES	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.00	ACERO DE REFUERZO	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.00	ENCOFRADO	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.00	CONCRETO	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.00	ALBANILERIA (MUROS)	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.00	ALBANILERIA (REVESTIMIENTOS)	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.00	PISOS,	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.10	ZOCALOS	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.20	CONTRAZOCALOS	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.00	ACABADOS															
17.01	COBERTURA	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.02	VIDRIOS	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.03	PINTURA	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.04	VARIOS	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.00	INSTALACIONES SANITARIAS	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19.00	INSTALACIONES ELECTRICAS	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.00	CARPINTERIA DE MADERA	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.00	CARPINTERIA METALICA	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL HH DIRECTAS		H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO MANO DE OBRA DIRECTA			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

HOJA.xls D

2

PERGOLA SAC

COSTO DE EQUIPOS Y VEHICULOS MARZO 2017

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Sep	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR	
			PREVISTO	REAL									ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL		
70.00	DIRECCION DE OBRA	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80.00	ADMINISTRACION DE OBRA	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89.00	TALLER DE OBRA	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL HH INDIRECTAS		H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO MANO DE OBRA INDIRECTA			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL H-H MANO DE OBRA		H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO MANO DE OBRA			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

HOJA.xls D

3

PERGOLA SAC

COSTO DE EQUIPOS Y VEHICULOS MARZO 2017

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Sep	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR
			PREVISTO	REAL									ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL	
RECURSOS (HORA PROMEDIO)																
10.00	OBRAS PRELIMINARES	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.00	ACERO DE REFUERZO	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.00	ENCOFRADO	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.00	CONCRETO	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.00	ALBANILERIA (MUROS)	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.00	ALBANILERIA (REVESTIMIENTOS)	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.00	PISOS,	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.10	ZOCALOS	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.20	CONTRAZOCALOS	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.00	ACABADOS															
17.01	COBERTURA	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.02	VIDRIOS	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.03	PINTURA	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.04	VARIOS	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.00	INSTALACIONES SANITARIAS	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19.00	INSTALACIONES ELECTRICAS	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.00	CARPINTERIA DE MADERA	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.00	CARPINTERIA METALICA	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70.00	DIRECCION DE OBRA	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80.00	ADMINISTRACION DE OBRA	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89.00	TALLER DE OBRA	H-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PERGOLA SAC

HOJA.xls D
 COSTO DE EQUIPOS Y VEHICULOS MARZO 2017

4

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL	22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Sep	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR
			PREVISTO	REAL										ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL	
COSTO EQUIPOS Y VEHICULOS POR FASES																	
10.00	OBRAS PRELIMINARES	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.00	ACERO DE REFUERZO	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.00	ENCOFRADO	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14.00	CONCRETO	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15.00	ALBANILERIA (MUROS)	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15.00	ALBANILERIA (REVESTIMIENTOS)	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.00	PISOS,	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.10	ZOCALOS	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.20	CONTRAZOCALOS	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.00	ACABADOS																
17.01	COBERTURA	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.02	VIDRIOS	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.03	PINTURA	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.04	VARIOS	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18.00	INSTALACIONES SANITARIAS	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19.00	INSTALACIONES ELECTRICAS	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20.00	CARPINTERIA DE MADERA	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21.00	CARPINTERIA METALICA	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70.00	DIRECCION DE OBRA	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
80.00	ADMINISTRACION DE OBRA	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
89.00	TALLER DE OBRA	H-M	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL MANO DE OBRA INDIRECTA			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL MANO DE OBRA			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

00

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Set	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR		
			PREVISTO	REAL									ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL			
1.00	INGENIERO RESIDENTE	MES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2.00	INGENIERO ASISTENTE	MES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.00	CAPATAZ	MES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.00	ADMINISTRADOR	MES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.00	ALMACENERO	MES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.00	TAREADOR	MES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.00	GUARDIANA	MES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.00	EQUIPOS	MES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO MANO DE OBRA DIRECTA			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SUPERVISION	MES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TALLER DE OBRA	MES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO MANO DE OBRA INDIRECTA			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO MANO DE OBRA			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

PERSONAL EMPLEADO DE OBRA

TOTAL FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Set	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM. ANTERIOR
			PREV.	REAL									ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL	
1.00	INGENIERO RESIDENTE	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.00	INGENIERO ASISTENTE	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3.00	CAPATAZ	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4.00	ADMINISTRADOR	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	ALMACENERO	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6.00	TAREADOR	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7.00	GUARDIANA	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8.00	OPERARIO EQUIPOS	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	SUPERVISION	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	OPERARIO TALLER	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

COSTO SUPERVISION POR FASES

TOTAL FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Set	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM. ANTERIOR	
			PREV.	REAL									ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL		
1.00	INGENIERO RESIDENTE	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.00	INGENIERO ASISTENTE	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3.00	CAPATAZ	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
4.00	ADMINISTRADOR	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5.00	ALMACENERO	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
6.00	TAREADOR	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
7.00	GUARDIANA	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
8.00	EQUIPOS	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	SUPERVISION	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.00	TALLER DE OBRA	MES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
TOTAL MANO DE OBRA INDIRECTA			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL MANO DE OBRA			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

CC :

FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL	22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Set	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM	
			PREVISTO	REAL										ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL		ANTERIOR
10.00	OBRAS PRELIMINARES	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12.00	ACERO DE REFUERZO	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13.00	ENCOFRADO	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14.00	CONCRETO	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16.00	ALBANILERIA (MUROS)	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16.00	ALBANILERIA (REVESTIMIENTOS)	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18.00	FISOS,	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18.10	ZOCALOS	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18.20	CONTRAZOCALOS	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17.01	COBERTURA	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17.02	VIDRIOS	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17.03	PINTURA	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17.04	VARIOS	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18.00	INSTALACIONES SANITARIAS	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18.00	INSTALACIONES ELECTRICAS	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
20.00	CARPINTERIA DE MADERA	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21.00	CARPINTERIA METALICA	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL HH DIRECTAS			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL COSTO MANO DE OBRA DIRECTA			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
70.00	DIRECCION DE OBRA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
80.00	ADMINISTRACION DE OBRA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
88.00	TALLER DE OBRA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL HH INDIRECTAS			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO MANO DE OBRA INDIRECTA			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL H-H MANO DE OBRA			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL COSTO MANO DE OBRA			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

RECURSOS (HORA PROMEDIO)

TOTAL FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Sep	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM. ANTERIOR
			PREV.	REAL									ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL	
10.00	OBRAS PRELIMINARES	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.00	ACERO DE REFUERZO	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.00	ENCOFRADO	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.00	CONCRETO	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.00	ALBANILERIA (MUROS)	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.00	ALBANILERIA (REVESTIMIENTOS)	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.00	PISOS,	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.10	ZOCALOS	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.20	CONTRAZOCALOS	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.01	COBERTURA	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.02	VIDRIOS	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.03	PINTURA	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.04	VARIOS	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18.00	INSTALACIONES SANITARIAS	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19.00	INSTALACIONES ELECTRICAS	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20.00	CARPINTERIA DE MADERA	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21.00	CARPINTERIA METALICA	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70.00	DIRECCION DE OBRA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80.00	ADMINISTRACION DE OBRA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89.00	TALLER DE OBRA	HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

COSTO SUB CONTRATOS POR FASES

TOTAL FASE	DESCRIPCION	UN	PRESENTE MES		ACUM. AL 22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago	22-Set	SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM. ANTERIOR
			PREV.	REAL									ACTUAL	ANTERIOR	INICIAL	
10.00	OBRAS PRELIMINARES	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
12.00	ACERO DE REFUERZO	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13.00	ENCOFRADO	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14.00	CONCRETO	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15.00	ALBANILERIA (MUROS)	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15.00	ALBANILERIA (REVESTIMIENTOS)	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.00	PISOS,	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.10	ZOCALOS	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16.20	CONTRAZOCALOS	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.01	COBERTURA	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.02	VIDRIOS	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.03	PINTURA	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
17.04	VARIOS	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18.00	INSTALACIONES SANITARIAS	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
19.00	INSTALACIONES ELECTRICAS	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20.00	CARPINTERIA DE MADERA	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21.00	CARPINTERIA METALICA	SC	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL MANO DE OBRA DIRECTA			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
70.00	DIRECCION DE OBRA	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
80.00	ADMINISTRACION DE OBRA	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
89.00	TALLER DE OBRA	HH	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL MANO DE OBRA INDIRECTA			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL MANO DE OBRA			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

PERGOLA

HOHA.xls G
 COSTO DE GASTOS GENERALES MES DE MARZO 2000

00 :

FASE	DESCRIPCION	LN	PRESENTE MES		ACUM. AL						SALDO DE EJERCICIO	PREVISTO			ACUM ANTERIOR	
			PREVISTO	REAL	22-Mar	22-Abr	22-May	22-Jun	22-Jul	22-Ago		22-Sep	ACTUAL	ANTERIOR		INICIAL
	GASTOS GENERALES															
	IMPUESTOS Y SEGUROS															
	SENCICO															
	CONAFONICER															
	SEGURO POR RIESGOS DE ACCIDENTES															
	GASTOS BANCARIOS															
	TASA CARTA FIANZAS ADELANTO															
	TASA CARTA FIANZAS FIEL CUMPLIMIENTO															
	GASTOS BANCOS (CTA CTE)															
	EQUIPO PARA LA DIRECCION DE OBRA															
	CAMIONETA PARA LA OBRA															
	COMBUSTIBLE															
	TELEFONO TELEFAX															
	CORREO Y VALLIA															
	MOBILIARIO															
	ALQUILER OFICINA CON ALMACEN															
	MANTENIMIENTO DE OFICINA															
	EQUIPO DE COMPUTO															
	FOTOCOPIAS, PLANOS , COPIAS															
	LUZ AGUA															
	OTROS GASTOS															
	REFRIGERIO PARA EL PERSONAL															
	MOVILIDAD PARA EL PERSONAL															
	BOTIQUIN															
	LIQUIDACION DE OBRA															
	SERVICIOS A TERCEROS															
	GASTOS DE VIAJE DE PERSONAL DE OBRA															
	OTROS SERVICIOS															
	TOTAL GASTOS GENERALES DIRECTOS			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70.00	DIRECCION DE OBRA	GL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80.00	ADMINISTRACION DE OBRA	GL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89.00	TALLER DE OBRA	GL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL GASTOS GENERALES INDIRECTOS			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TOTAL GASTOS GENERALES			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0